SKYNEXT

Comprendre

Manuel d'utilisation · compresseur VST3

Version du plugin : 1.0.3 · Manuel en français

Table des matières

1. Bienvenue dans Comprendre 8
Un nom, un programme 8
Ce que vous avez entre les mains 9
Toutes les écoles, et tout ce qu'il y a entre elles 10
Ce que vous allez entendre 10
Pour qui ? 11
Comprendre, outil d'analyse 12
Comment lire ce manuel 12

2. Une histoire de la compression 14
Protéger l'émetteur : la naissance du limiteur (1935-1950) 15
L'âge d'or des lampes (1950-1960) 16
La lumière comme élément de gain : le LA-2A (1962) 17
Le transistor : le 1176 (1967) 18
Les diodes de Rupert Neve (1969) 18
Le VCA : la précision (années 1970 et 1980) 19
Renaissance analogique et premiers outils numériques (années 1990) 20
Le XXIe siècle : le mastering haut de gamme et les plugins 21
Les grandes idées, et où les trouver dans Comprendre 21

3. L'interface 23
La rangée principale 24
Les potentiomètres 25
Le jaune : ce qui a été modifié 25
La barre d'onglets 26
La vitre 27

4. Les graphes 28
L'échelle verticale : linéaire ou décibels 29
1. L'échelle graduée 30
2. L'instant présent 30
3. La répartition des niveaux 30
4. La courbe de transfert 31
Les lignes de repère 32
5. L'historique 32
6 et 7. Les formes d'attaque et de relâchement 36
8. La courbe du waveshaper 36
La vitre 37
Idées de départ 37

5. L'onglet MAIN et les presets 38
Enregistrer et charger un preset 39
Version de démonstration et enregistrement 41

6. Vue d'ensemble de la chaîne du signal 42
Un traitement échantillon par échantillon 42
Le chemin complet 42
Ce qui est mesuré, ce qui est compressé 44
L'intérieur du compresseur 46
Les noms des onglets 47
Ce que fait Comprendre avec ses réglages par défaut 48
Futur et présent : le lookahead 49
Latence 49

7. Entrée, sortie, clippers et headroom 51
Suréchantillonnage 52
Gain d'entrée 53
Gauche/droite ou Mid/Side 53
Gains par canal : le headroom externe 54
Les clippers 54
Headroom : le headroom interne 57
Après le compresseur : l'onglet OUTPUT 58
Makeup et post-clipper 60
Gain de sortie 61
Lier ou délier les canaux 61
Dry/Wet et polarité 62
Écouter ce qui se passe : les moniteurs 63

8. Les auto-volumes 65
Le principe commun 66
Out->In : la compensation automatique 67
In->Out : l'entrée suit la sortie 69
In->Sc et Out->Sc : suivre le sidechain 70
Récapitulatif : où agit chaque auto-volume 71

9. Comment Comprendre compresse 72
Le moteur commun 73
Deux enveloppes : avant et après la courbe 74
Le compresseur par défaut 76
Le calcul échantillon par échantillon 81
Un moteur, plusieurs emplois 82
Ce que montrent les graphes d'une compression simple 84
Feuille de route : de l'étape au chapitre 85

10. La courbe de transfert 87
Le principe 88
Seuil, ratio et genou 94
Le genou automatique 97
Bornes de réduction : GR Max et GR Min 100
Ratios inférieurs à 1 et ratios négatifs 103
La porte 105
Amplifier la réduction : Gr Amp 108

Exemples de réglages ... 109

11. Le suiveur d'enveloppe ... 111

Le principe : parcourir une fraction du chemin ... 112
Six enveloppes en une ... 113
Linéaire ou décibels ... 114
Branché ou découplé ... 115
L'enveloppe Mu : une vitesse qui dépend du niveau ... 119
L'enveloppe Gamma ... 124
Comparer les enveloppes sur un même signal ... 127
Mélanger les enveloppes ... 127
Ce que chaque enveloppe accepte des réglages A/R ... 128
Les quatre suiveurs d'enveloppe ... 129
Démarches pratiques ... 130

12. Attaque et relâchement ... 132

Le temps, le coefficient et l'altitude ... 133
Attaque et relâchement automatiques ... 137
La forme : Shape ... 140
Le retour : Ret From et Ret Spd ... 143
Les modes : logarithmique, linéaire, zéro ... 146
Les graphes de forme ... 150
Les quatre jeux d'attaque et de relâchement ... 151
Démarches pratiques ... 152

13. La détection ... 154

Le principe ... 155
Les trois flux ... 156
Doser chaque flux : volumes et puissances ... 161
Réunir les flux : Det Mix ... 164
Les formules ... 166
Un réglage à part : auto secs ... 169
Régler la détection avec les graphes ... 171
Exemples de réglages ... 172
La détection du bias : DET (bs) ... 173
Idées de départ ... 173

14. Ce qui est mesuré, ce qui est compressé : feedback, filtres et cible ... 174

Le principe : deux branches ... 175
La branche détection (onglet INPUT) ... 177
La branche cible (onglet OUTPUT) ... 189
Linkwitz-Riley ou FIR ... 193
Exemples de réglages ... 200
Récapitulatif ... 201

15. Réduction de gain et designer optique ... 202

Où agissent ces réglages ... 203
Mettre en forme l'enveloppe ... 205
Le designer optique ... 210

Le produit de saturation de l'opto ... 219
Démarches pratiques ... 224

16. Le produit de saturation ... 225
Le principe : traiter ce que la saturation ajoute ... 226
La chaîne de traitement ... 228
La quantité : amp ... 230
Le délai à réinjection ... 231
Les trois bandes de filtres ... 233
Le mélange : src mix et mix des bandes ... 237
La limite : dst limit ... 239
Le retour dans le signal ... 240
Démarches pratiques ... 241
Les onglets F (gr) et F (bs) ... 241
Idées de départ ... 242

17. Le waveshaper (FET designer) ... 243
Le principe ... 244
La courbe affichée ... 246
La quantité de saturation : Fet gr et Fet env ... 246
Le drive ... 249
Fet even : la deuxième harmonique ... 250
Fet odd : les harmoniques impaires ... 252
Fet Thresh et Fet Knee : l'écrêteur ... 253
Fet * : le multiplicateur ... 255
Fet sin * et Fet sin x : sinusoïde et biais ... 255
Fet Precision : bit crusher et écarteur ... 258
Quelles harmoniques ? ... 260
Le délai du produit ... 261
Écouter le produit : Monitor Fet ... 263
Démarches pratiques ... 263
Idées de départ ... 264

18. Les égaliseurs dynamiques ... 265
Le principe ... 266
Monter ou baisser une bande avec la compression ... 269
La place dans la chaîne ... 270
Les envois : cible, détection et waveshaper ... 271
Les réglages du DEQ ... 273
DEQ 2 : l'égaliseur après le waveshaper ... 277
Démarches pratiques ... 280
Idées de départ ... 281

19. Introduction au bias ... 282
Un vrai compresseur vari-mu ... 283
Le chemin normal et le chemin inverse ... 285
La hauteur de bias ... 288
Où naît la saturation ... 288

Le produit de saturation du bias 291
Rien ne tourne tant que les cinq montants sont à 0 292
Retrouver la forme de l'article : des réglages de départ 293
Le bias dans le temps 295
Idées de départ 295
Pour la suite 295

20. La source du bias 296
Le calcul de la valeur du bias 297
Le chemin inverse 298
D'où vient le bias : la sortie ou la réduction de gain 298
Le Feedback 302
Le détecteur du bias : DET (bs), ENV (bs), A/R (bs) 303
La courbe du bias 310
L'entrée du détecteur : Bias input add, mul et Fm In 312
Voir le bias dans les graphes 316
Exemples de sources 317
Idées de départ 317

21. La destination et la fusion 318
L'ordre des opérations 319
Écouter ce que fait le bias 321
La hauteur de sortie 321
Avant ou après le gain : pre et out 324
Bias Fm On : un drive avant le limiteur 324
Le limiteur du bias 325
La fusion : débiaiser avant de recombiner 328
Les combinaisons 330
Le produit de saturation du bias 333
Démarches pratiques 337
Idées de départ 338

22. Le lookahead 339
Le principe : deux chaînes décalées dans le temps 340
Regarder le futur, ou le passé 343
Les deux écoles 344
Le maintien : pk et min max 346
Le suiveur dédié : ENV (la) et A/R (la) 351
Le lookahead à l'envers 352
La latence 354
Démarches pratiques 355

23. Les modulations 357
Le principe 358
Les sources 360
La mise en forme 363
La valeur au repos 366
Les cibles 367

Lire les modulations sur les graphes ... 372
Démarche : un ratio sensible aux fréquences ... 372
Démarche : un relâchement qui dépend des fréquences ... 373
Idées de départ ... 373

24. Analyser et imiter un compresseur ... 375
Le principe ... 375
Le montage ... 376
La démarche ... 377
Précautions ... 378
Comprendre face à lui-même ... 379
De l'analyse aux presets ... 379

25. Les presets : quatre-vingts compresseurs à explorer ... 381
Comment ces presets ont été faits ... 381
Charger un preset ... 382
La carte des presets ... 383
Ce que nous apprennent les presets ... 386
La lumière qui compresse : les optiques ... 388
La vitesse du transistor : les FET ... 398
Le souffle des lampes : vari-mu et compresseurs à tubes ... 409
La précision du VCA : compresseurs de bus et de console ... 426
Le caméléon : la famille Distressor ... 440
Le grain britannique : les ponts de diodes ... 444
La salle de mastering ... 448
Les inventions numériques ... 457
La couleur sans compression : saturateurs, transformateurs, clippers ... 471

26. Points de départ ... 480
Trois réflexes avant de commencer ... 480
Selon votre métier ... 480
Selon la source ... 484
Et maintenant, à vous ... 484

Annexe 1 — Référence des réglages ... 485

Annexe 2 — Glossaire ... 499

Points à confirmer (document de travail) ... 502

CHAPITRE 1

Bienvenue dans Comprendre

Félicitations, et merci : vous venez d'acquérir un compresseur qui ne ressemble à aucun autre.

Un compresseur classique, matériel ou logiciel, est une suite de choix figés par son concepteur : telle façon de mesurer le signal, telle courbe, telle manière de relâcher, tel grain de saturation. Ces choix font sa personnalité, et c'est pour elle qu'on l'aime. Comprendre a pris le problème à l'envers. Chacun de ces choix, d'ordinaire soudé dans un circuit ou caché dans un algorithme, est devenu un réglage que vous pouvez tourner, et le plus souvent doser : là où d'autres compresseurs proposent un interrupteur entre deux comportements, Comprendre propose presque toujours un potentiomètre qui passe progressivement de l'un à l'autre.

Le résultat est un instrument à part entière. Il sait se faire oublier, avec une compression propre et transparente. Il sait aussi mordre comme un compresseur à transistors qu'on pousse dans ses retranchements, relâcher avec la souplesse d'une cellule optique, ou épaissir un son à la manière des compresseurs à lampes. Et surtout, il sait **écouter les autres** : grâce à son mode d'analyse, il peut afficher la courbe de gain d'un autre compresseur et vous aider à l'imiter.

Comprendre est un plugin au format VST3. La version décrite par ce manuel est la **1.0.3**, celle qu'affiche son interface.

Un nom, un programme

Comprendre a été conçu et développé par François (Skynext), de mi-mars 2023 à mi-juillet 2024. Le nom n'a pas été choisi au hasard. Comprendre, c'est d'abord *comprendre* ce que fait un compresseur. C'est aussi, en jouant sur les syllabes, *com-* comme compresseur et *prendre* : l'ambition de départ était de pouvoir reproduire le comportement de n'importe quel compresseur du marché, réglage après réglage, et de disposer des outils pour vérifier qu'on y parvient.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François l'explique en ouverture de sa vidéo sur l'analyse : il a appelé son compresseur Comprendre parce qu'il voulait pouvoir imiter tous les compresseurs du marché, et le mode d'analyse est l'outil de cette ambition. À la fin de sa grande vidéo de présentation, il revient exprès sur ce mode, qu'il considère comme la vraie valeur ajoutée du produit.

Pour y parvenir, il a étudié les compresseurs existants, leurs schémas électroniques quand ils étaient publiés, et la littérature : l'étude de référence de Giannoulis, Massberg et Reiss sur la conception des compresseurs numériques, l'article du fabricant français Pulsar Audio sur le fonctionne-

ment des compresseurs à lampes « vari-mu », ou encore une vidéo de Dan Worrall sur le lookahead qui l'a beaucoup inspiré. Chaque fois qu'il découvrait une nouvelle « école » de conception, il l'ajoutait à Comprendre plutôt que de choisir. Y compris celles qu'il aimait moins : de grands fabricants les utilisent, et il fallait pouvoir les imiter.

Ce que vous avez entre les mains

Par défaut, Comprendre compresse de la manière la plus simple et la plus propre qui soit : détection crête, courbe de transfert linéaire, suiveur d'enveloppe logarithmique après la courbe. C'est un excellent compresseur de tous les jours, et les chapitres 3 à 10 suffisent pour l'utiliser ainsi.

Mais chaque étage de ce compresseur a été ouvert, démonté et rendu réglable :

- la **détection** combine trois mesures (crête, RMS, enveloppe), avec des volumes, des puissances, des formules qui les combinent entre elles, et passe progressivement du feedforward au feedback ;
- la **courbe de transfert** se calcule en linéaire, en décibels ou entre les deux, avec un genou automatique qui suit le volume du son, des bornes de réduction de gain, un gate, des ratios négatifs ;
- le **suiveur d'enveloppe** existe en version branchée ou découplée, linéaire ou en décibels, avec deux algorithmes supplémentaires (« Mu », dont la vitesse varie avec le niveau, et « Gamma », un suiveur à quatre pôles) ;
- l'**attaque et le relâchement** ont une forme réglable, un mode automatique, trois modes de poursuite ;
- autour du compresseur se greffent trois « designers » de couleur, chacun inspiré d'une grande famille de machines : un **designer optique**, un **waveshaper** qui imite la saturation des compresseurs à transistors FET, et un **Vari-Mu designer** (le bias) qui simule la polarisation d'une lampe ;
- s'y ajoutent deux **égaliseurs dynamiques**, un **lookahead** qui peut aussi regarder dans le passé, des **modulations**, des **filtres** (jusqu'à des FIR à phase linéaire) pour choisir ce qui est détecté et ce qui est compressé, le travail en **Mid/Side**, des **clippers** avec anti-repliement, un **suréchantillonnage** jusqu'à 16 fois et des **auto-volumes** pour comparer à volume égal.

Au total, plus de 360 paramètres répartis sur 25 onglets, huit graphes pour voir ce que fait le compresseur, et **80 presets**, chacun portant le nom du plugin que François a imité pour le construire.

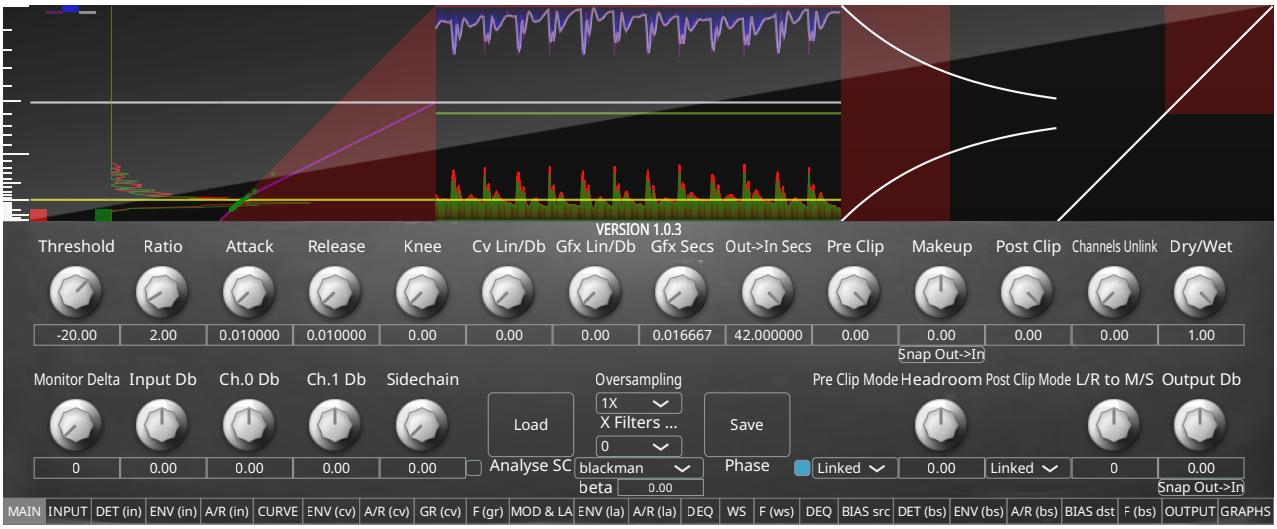


Figure 1 — Comprendre au complet : les graphes, la rangée principale et l'onglet MAIN.

Toutes les écoles, et tout ce qu'il y a entre elles

Dans ses vidéos, François parle souvent d'« écoles ». Il y a deux écoles pour suivre l'enveloppe : selon lui, à peu près la moitié des compresseurs du marché la « branchent », l'autre moitié la « couplent ». Il y a ceux qui placent le suiveur avant la courbe de transfert et ceux qui le placent après, ceux qui calculent en décibels et ceux qui calculent en amplitude, ceux qui anticipent en retardant leur détecteur et ceux qui anticipent leur enveloppe. Les uns mesurent la crête, les autres la puissance moyenne. Les uns compressent ce qu'ils entendent (feedforward), les autres ce qu'ils viennent de produire (feedback).

Ces choix s'entendent, parfois subtilement, parfois énormément. Comprendre les propose tous, et surtout les rend **mélangeables** : on peut être à 30 % feedback, à mi-chemin entre la courbe linéaire et la courbe en décibels, à moitié en relâchement automatique. Une bonne partie de la couleur d'un compresseur se joue dans ces entre-deux. C'est ce qui permet à Comprendre d'approcher des machines très différentes, et c'est ce qui vous permettra d'inventer les vôtres.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Face à ces choix, le conseil de François est toujours le même : tester et écouter. Certains réglages ne font qu'une petite différence en eux-mêmes, dit-il, mais peuvent en faire une énorme quand le reste du réglage change.

Ce que vous allez entendre

Comprendre n'a pas un son : il en a des dizaines. Voici quelques exemples de ce que ce manuel vous apprendra à obtenir :

- une compression **transparente**, qui tient une voix ou un mix sans qu'on l'entende travailler, avec le relâchement automatique de 200 ms que François tient pour le plus naturel ;
- le **mordant** d'un compresseur rapide qui accroche les transitoires d'une batterie, avec une saturation qui grandit à mesure qu'il compresse, comme sur les machines à transistors ;

- la **souplesse** d'une compression optique, dont le gain traîne derrière la musique comme une cellule qui s'éclaire et s'éteint ;
- l'**épaisseur** d'un compresseur à lampes, avec une saturation asymétrique qui naît de la polarisation et évolue avec la compression ;
- une batterie qui **respire**, grâce à un égaliseur dynamique qui renforce une bande quand elle frappe ;
- une compression qui **anticipe** les attaques, avec un lookahead dont vous dessinez vous-même l'enveloppe ;
- des saturations **inédites** pour le sound design : grain de bruit blanc réservé aux crêtes, bit crusher, fusion du bias en valeur absolue, délai sur le produit de saturation…

Pour qui ?

Comprendre a été pensé pour tous ceux qui travaillent le son, du premier home studio à la salle de mastering. Chacun y trouvera son chemin.

Vous composez, produisez ou faites des beats. Commencez par les presets : quatre-vingts caractères différents, construits en imitant des compresseurs réputés, à charger et à essayer sur vos pistes. La rangée principale (seuil, ratio, attaque, relâchement, genou) suffit ensuite pour les adapter. Quand un preset vous plaît, les onglets passés en jaune vous montrent comment il est fait. Le chapitre 25 vous guide parmi eux.

Vous avez un home studio et vous voulez enfin comprendre la compression. Le nom du plugin est une promesse. Les huit graphes montrent en temps réel ce que fait le compresseur : le niveau détecté, la courbe, la réduction de gain, l'enveloppe, la saturation, en linéaire ou en décibels. Le mode d'analyse vous permet même de comparer deux réglages de Comprendre entre eux, pour voir ce que change un paramètre. Ce manuel explique chaque étage, avec des schémas et des courbes calculés à partir du code du plugin.

Vous mixez. Vous apprécierez la séparation entre ce que le compresseur écoute (la détection) et ce qu'il traite (la cible) : comprimer les aigus en fonction du grave, ou ne traiter qu'une bande de fréquences. Vous apprécierez aussi le genou automatique, que François recommande pour les voix, les deux égaliseurs dynamiques, le mélange feedforward/feedback et le mode Mid/Side. Enfin, le mode d'analyse vous permet d'approcher le comportement d'un compresseur de référence, même si vous ne le possédez pas : il suffit d'un extrait avant et après traitement.

Vous masterisez. Comprendre vous offre des filtres FIR à phase linéaire (jusqu'à 1025 coefficients, huit fenêtres), un suréchantillonnage jusqu'à 16 fois en IIR ou en FIR, un pré-clipper à placer avant la limitation, des clippers avec anti-repliement, un lookahead avec maintien de crête, et des auto-volumes qui compensent la perte de niveau pour juger à volume égal. Le relâchement peut même être modulé par la fréquence, grâce aux égaliseurs dynamiques : François y voit une manière d'obtenir une cohérence globale qui relève presque du mastering.

Vous faites du sound design. Les trois designers de saturation, les ratios négatifs, le lookahead inversé (qui fait compresser *après* le son), les modulations entre modules et le délai sur les produits de saturation forment un terrain de jeu presque sans limite. François lui-même s'en amuse dans ses vidéos.

Vous enseignez ou apprenez le son. Peu d'outils permettent de montrer, sur un même plugin, la différence entre détection crête et RMS, entre feedforward et feedback, entre enveloppe branchée et découplée, entre courbe linéaire et courbe en décibels. Comprendre le permet, réglage par réglage, avec les graphes pour le voir et l'oreille pour l'entendre.

Comprendre, outil d'analyse

La deuxième idée fondatrice est l'**analyse**. Comprendre peut recevoir sur son entrée sidechain le signal traité par un autre compresseur et afficher, sur son propre graphe, la courbe de gain de ce compresseur. Il devient alors possible d'ajuster les réglages de Comprendre jusqu'à ce que son enveloppe épouse celle du modèle, et de vérifier le résultat à l'oreille en écoutant la différence entre les deux. C'est ainsi que François a construit les presets fournis. Le chapitre 24 décrit cette méthode pas à pas.

Comment lire ce manuel

Le chapitre 2 raconte l'histoire de la compression, des limiteurs de la radio aux plugins d'aujourd'hui, et montre où l'on retrouve dans Comprendre chacune des grandes familles de machines qui l'ont marquée.

Le manuel suit ensuite l'ordre dans lequel François présente le plugin dans sa vidéo de démonstration : l'interface et les graphes, puis le parcours du signal autour du compresseur, puis le compresseur lui-même, étage par étage, puis les modules de couleur (opto, waveshaper, égaliseurs dynamiques, bias), et enfin le temps (lookahead, modulations). Le chapitre 24 décrit la méthode d'analyse et d'imitation, le chapitre 25 présente les 80 presets fournis, et le chapitre 26 propose des points de départ selon votre métier et votre source sonore.

Il n'est pas nécessaire de tout lire pour se servir de Comprendre. Les chapitres 3 à 10 suffisent pour l'utiliser comme un très bon compresseur classique. Les chapitres suivants s'adressent à ceux qui veulent façonner un comportement précis ou imiter un appareil existant. Et si vous êtes pressé d'entendre ce que Comprendre a dans le ventre, rien ne vous empêche de commencer par le chapitre 25.

Tout ce qui est écrit dans ce manuel sur le fonctionnement du plugin a été vérifié dans son code source. Lorsque le comportement réel diffère de ce qu'on pourrait attendre du nom d'un réglage, le manuel décrit le comportement réel. Les descriptions sonores, elles, sont des pistes d'écoute : la compression dépend énormément de la source, et votre oreille aura toujours le dernier mot.

Conventions

Chaque réglage est présenté par une **fiche** comme celle-ci, dont l'en-tête est extrait automatiquement du code du plugin : nom affiché à l'écran, onglet, plage, valeur par défaut et identifiant interne (celui que voit votre logiciel hôte dans ses listes d'automation).

Threshold onglet rangée principale

Plage : −60 à 0 dB **Défaut :** −20 dB **Identifiant :** `seuil`

Le texte de la fiche explique ce que fait le réglage, comment il interagit avec les autres et, souvent, comment l'utiliser.

Les noms des réglages sont ceux de l'interface, en anglais : **Threshold**, **Release Mode**, **Bias Fm On**… Les onglets sont désignés par leur nom à l'écran : onglet **CURVE**, onglet **A/R (cv)**.

Des encadrés signalent les points particuliers :

> **Astuce**
> Une façon efficace d'utiliser un réglage.

> **Attention**
> Un comportement qui peut surprendre, ou un réglage à manier avec précaution.

> **♪ En musique**
> Une idée d'utilisation musicale : sur quelle source, dans quelle intention, ce qu'il faut écouter.

> **Un peu d'histoire**
> Une machine, une technique ou une époque de l'histoire de la compression, et ce qu'il en reste dans Comprendre.

> **Le mot de l'auteur**
> Un conseil ou une explication donnés par François dans ses vidéos.

> **Pour aller plus loin**
> Le détail mathématique ou algorithmique, pour ceux que cela intéresse.

Les schémas et les courbes de ce manuel sont calculés à partir des formules du code source ; les vues de l'interface sont reconstituées à partir de la description de l'interface dans ce même code.

CHAPITRE 2

Une histoire de la compression

Chaque compresseur célèbre est une réponse à un problème, avec les composants de son époque. Les lampes des années 1950, la cellule optique du LA-2A, le transistor du 1176, les diodes de Rupert Neve, le VCA de David Blackmer, les processeurs numériques des années 1990 : chaque technologie a imposé sa manière de mesurer le signal, sa vitesse, sa courbe, son grain. Ces contraintes sont devenues des sons, et ces sons sont devenus des références. Quand un ingénieur demande « un peu de Fairchild sur cette voix » ou « la colle d'un SSL sur le bus », c'est à toute cette histoire qu'il fait appel.

Comprendre est né de la volonté de comprendre ces machines et de les imiter. Ce chapitre raconte leur histoire, des limiteurs de la radio aux plugins d'aujourd'hui, et montre à chaque étape où l'on retrouve leur héritage dans le plugin. Vous verrez que presque chaque module de Comprendre répond à une idée apparue un jour dans un appareil, et que ce qui était un choix soudé dans un circuit est devenu un réglage.

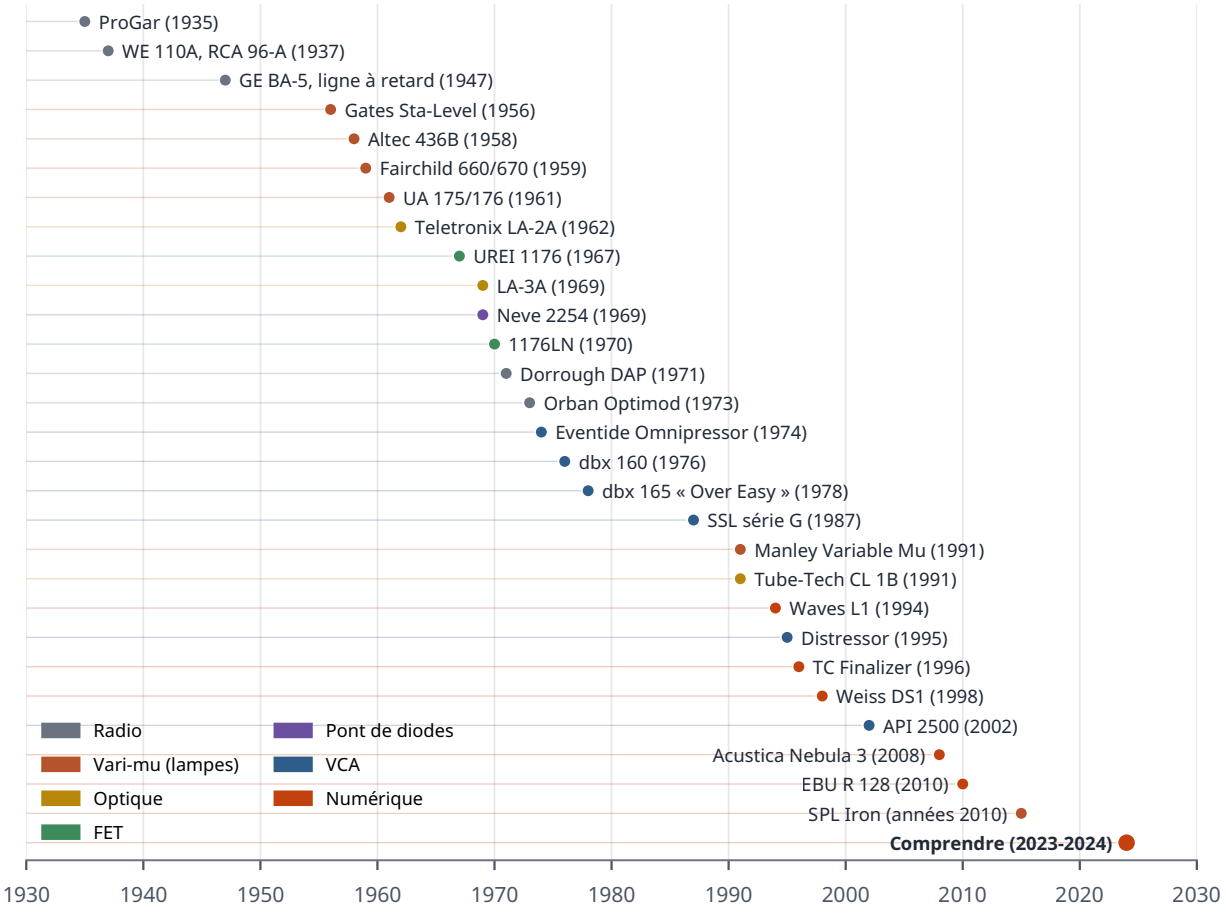


Figure 2 — Quelques jalons de l'histoire de la compression, classés par technologie de l'élément de réduction de gain. Les dates sont celles retenues par la plupart des sources ; certaines sont discutées (voir le texte).

Protéger l'émetteur : la naissance du limiteur (1935-1950)

La compression n'est pas née dans les studios, mais à la radio. Dans les années 1930, un émetteur AM trop modulé coupe sa porteuse et sort des ondes : il fallait un appareil pour empêcher les crêtes de dépasser la limite. En 1935, Al Towne, ingénieur de la station KSFO de San Francisco, conçoit le ProGar, peut-être le premier véritable processeur audio : un contrôle automatique de gain associé à un limiteur de crête. En 1937 arrivent les premiers limiteurs de crête commerciaux, le Western Electric 110A, puis le RCA 96-A.

Tous ces appareils reposent sur le même principe, qui traversera les décennies : une lampe dont le gain (le « mu ») varie avec la tension continue appliquée à sa grille. Le niveau du signal est redressé en une tension de commande, qui modifie la **polarisation** de la lampe et donc son gain. Un montage push-pull annule la tension de commande à la sortie. Quand les lampes vieillissent et se déséquilibrent, cette annulation devient imparfaite et l'on entend des « thumps » à chaque variation de gain.

En 1947, le General Electric BA-5 innove : il retarde l'audio dans une ligne à retard pour que la commande ait le temps d'agir avant l'arrivée du son. Le son est plus propre que tout ce qui précède, au point que la NBC, censée n'acheter que du matériel RCA, repeint des BA-5 aux couleurs de RCA.

> **Dans Comprendre**
>
> Le **lookahead** n'est donc pas une invention du numérique : dès 1947, on retardait le son pour que la commande arrive à temps. Celui de Comprendre (chapitre 22) va plus loin en laissant choisir ce qui est anticipé, la détection ou l'enveloppe. Il peut même regarder dans le passé. Quant à la polarisation des lampes et à ses déséquilibres, ils sont au cœur du **Vari-Mu designer** (chapitres 19 à 21).

L'âge d'or des lampes (1950-1960)

Les années 1950 sont celles de la 6386, une double triode « à pente variable » (*remote cutoff*) dont la grille est bobinée de façon non linéaire : son gain baisse progressivement quand le signal augmente, avec bien moins de distorsion que les lampes à coupure franche. Elle équipe les grands appareils de la radio, comme le Gates Sta-Level (1956), un amplificateur de nivellement en feedback, au genou doux et au ratio d'environ 3,3:1. Son commutateur **Single/Double** choisissait entre un relâchement lent et fixe et un relâchement dépendant du programme : le manuel de 1956 recommandait le premier pour la musique classique, le second pour la parole.

Altec Lansing construit la gamme 436, des compresseurs à lampes bon marché destinés au téléphone et à la sonorisation. Le 436A n'a aucun réglage ; le 436B (1958) ajoute un gain d'entrée, le 436C un seuil et un relâchement, sans doute parce que les ingénieurs de studio modifiaient les appareils eux-mêmes. Le producteur Joe Meek raccourcissait l'attaque et le relâchement des siens pour obtenir les effets de pompage qui ont fait son son. À Abbey Road, les techniciens d'EMI transforment des 436B en **RS124**, avec un sélecteur de relâchement à six positions et une position **Hold** qui fige le gain. Chaque exemplaire avait ses propres temps : les plus agressifs servaient à la prise, les autres au bus ou à la gravure. Geoff Emerick s'en servait sur la basse de Paul McCartney.

> **Le Fairchild 660 et 670, le Graal**
>
> Rein Narma, ingénieur d'origine estonienne, construit des consoles pour Rudy Van Gelder et Les Paul. C'est ce dernier qui lui demande un limiteur et le présente à Sherman Fairchild. Le Fairchild 660 (mono) et le 670 (stéréo) sont fabriqués à partir de 1959. Le premier 660 part chez Rudy Van Gelder, qui grave les disques Blue Note. Le 670 pèse une trentaine de kilos et compte une vingtaine de lampes : quatre doubles triodes 6386 par canal attaquées en push-pull. Ses six positions **Time Constant** vont d'une attaque de 0,2 ms avec un relâchement de 0,3 s à des relâchements dépendants du programme, pouvant atteindre 25 s en position 6. Son mode **Lateral/Vertical** compresse séparément la somme et la différence des canaux : conçu pour la gravure du vinyle, c'est l'ancêtre du traitement Mid/Side. Abbey Road en achète une douzaine, surtout pour les voix des Beatles, et Geoff Emerick raconte que la batterie passée dans les 660 « est devenue le son de *Revolver* et de *Sgt. Pepper* ». Plus près de nous, on le retrouve sur « Rehab » d'Amy Winehouse.

Deux réglages du Fairchild, longtemps cachés à l'arrière ou à l'intérieur de l'appareil, éclairent particulièrement Comprendre. Le **DC Bias** déplace la polarisation des lampes : il agit à la fois sur le genou et sur le ratio, et fait passer l'appareil d'un limiteur à genou dur et ratio élevé à un compresseur à genou large et ratio faible. Le réglage **Balance** équilibre les deux moitiés du push-pull. Bien centré, il minimise le « thud », une déflexion qui s'ajoute au signal à chaque attaque ; décentré, il en produit un d'une polarité ou de l'autre. C'est l'exemple historique d'une saturation **asymétrique** née de la polarisation.

Le fabricant français Pulsar Audio, qui a modélisé ce type de compresseur, a consacré un article de blog à ce mécanisme : la réduction de gain sert de tension de polarisation, le signal s'y ajoute, et plus on attaque fort, plus la compression se mêle de saturation, surtout sur les transitoires. C'est cet article qui a donné à François l'idée du bias de Comprendre.

> **Dans Comprendre**
>
> Le **Vari-Mu designer** (chapitres 19 à 21) transpose ce mécanisme : une valeur de polarisation calculée à partir de la sortie ou de la réduction de gain, des « hauteurs » proportionnelles ajoutées au signal, un chemin inversé qui joue le rôle de la seconde branche du push-pull, puis la recombinaison des deux chemins, d'où naît une saturation asymétrique. Le suiveur d'enveloppe **Mu** (chapitre 11), dont la vitesse varie avec le niveau, a été conçu pour imiter la courbe d'un vari-mu. Les relâchements dépendants du programme se retrouvent dans le **mode automatique** (chapitre 12), et le Lateral/Vertical dans **L/R to M/S** (chapitre 7). Les presets de la famille vari-mu (chapitre 25) en font un large usage.

En 1961, Bill Putnam, fondateur d'Universal Audio, sort le 175 puis le 176, deux compresseurs vari-mu dont les potentiomètres d'attaque et de relâchement tournent déjà « à l'envers », plus rapides dans le sens horaire. Cette ergonomie se retrouvera dans son compresseur suivant, qui fera date.

La lumière comme élément de gain : le LA-2A (1962)

Au début des années 1950, James F. Lawrence II est ingénieur à la radio KMGM de Los Angeles. Il en a assez de « tenir les faders » et cherche un amplificateur qui nivelle le son tout seul. Il fonde Teletronix à Pasadena en 1958 et, après le LA-1 et le LA-2, sort le **LA-2A**, en 1962 selon la plupart des sources.

Son élément de gain est la cellule **T4** : dans un boîtier scellé, un panneau électroluminescent éclaire deux cellules photorésistantes. Plus le signal est fort, plus le panneau éclaire, plus la résistance de la cellule baisse, et plus le gain diminue. Le chemin audio ne voit qu'une résistance : c'est l'une des raisons de la transparence réputée de l'appareil. Le circuit est en feedback, et un réglage de pré-accentuation, à l'arrière, rendait le détecteur plus ou moins sensible à la bande vocale, héritage de la radio.

Tout le charme du LA-2A tient au comportement physique de la cellule. L'attaque, d'environ 10 ms, dépend de la fréquence. Le relâchement se fait **en deux étages** : la cellule récupère environ la moitié de sa résistance en une soixantaine de millisecondes, puis le reste en une à quinze secondes selon le manuel d'origine (0,5 à 5 s selon la fiche de la réédition). Et la cellule a une **mémoire** : après une compression forte ou longue, le second étage est plus lent. La compression est ainsi « dépendante du programme » sans qu'aucun circuit ne l'ait voulu. Le ratio du mode **Compress**, à genou doux, est d'environ 4:1, mais varie avec la source. Le LA-2A est passé sur une foule de disques, de *Nevermind* de Nirvana à *Jagged Little Pill* d'Alanis Morissette.

Ses héritiers sont nombreux : le LA-3A (1969), version à transistors conçue par Brad Plunkett, à l'attaque bien plus vive ; le Tube-Tech CL 1B danois (1991), qui ajoute attaque, relâchement, ratio et seuil réglables, et dont le mode **Fixed/Manual** enchaîne un relâchement rapide puis un relâchement plus lent, réglable ; le Shadow Hills, qui place un étage optique avant un étage à VCA.

> **Dans Comprendre**
>
> Le **designer optique** (chapitre 15) propose un modèle de ce comportement : un second suiveur d'enveloppe dont les temps raccourcissent quand la réduction de gain augmente (**Opto severity**), par paliers (**Opto precision**, que François rapproche du nombre de cellules simulées), avec une saturation qui le rapproche de la courbe pendant les attaques. Les **filtres de détection** (chapitre 14) jouent le rôle de la pré-accentuation. François ajoute un ingrédient : l'**offset** de l'enveloppe, son réglage préféré pour imiter les compresseurs ; sur le LA-2A, dit-il, il est flagrant. Le chapitre 25 montre comment les presets optiques s'y prennent, et vous verrez que tous ne passent pas par le designer optique.

Le transistor : le 1176 (1967)

En 1966, Bill Putnam remplace les lampes par des transistors à effet de champ (FET). Ses 175 et 176 deviennent le **1176**, commercialisé en 1967 : le premier véritable limiteur de crête entièrement à transistors. Le FET y sert de résistance commandée en tension. C'est un composant intrinsèquement non linéaire, et tout l'art de Putnam a consisté à le maintenir dans sa zone linéaire. Le circuit « LN » (*low noise*) de 1970 y contribue.

Le 1176 n'a pas de réglage de seuil : on dose la compression avec le niveau d'entrée. Ses ratios vont de 4:1 à 20:1, son attaque de 20 à 800 µs, son relâchement de 50 ms à 1,1 s. Il est en feedback, et sa sortie en classe A, avec un transformateur dessiné par Putnam, est « essentielle au son » selon son fabricant. On lui doit aussi un mode devenu légendaire, le **all buttons** : les quatre boutons de ratio enfoncés ensemble. Les points de polarisation de tout le circuit se déplacent, l'attaque prend du retard sur les premiers transitoires, la distorsion augmente radicalement. On s'en sert sur la batterie, les micros d'ambiance, les basses « salies » et les voix « en pleine face ». Face au Fairchild, doux et chaud, le 1176 éclaircit le timbre et ajoute du mordant ; sa légère distorsion aide la basse à percer, et il arrive en tête des sondages de producteurs pour la basse. Le 1178 en est la version stéréo.

> **Dans Comprendre**
>
> Le **waveshaper** (chapitre 17), que François appelle le « FET designer », a été conçu pour simuler la saturation des compresseurs FET. Par défaut, sa quantité suit la réduction de gain : plus le compresseur compresse, plus il sature, comme sur la machine. Les attaques de quelques dizaines de microsecondes sont accessibles avec **Attack**, et les modes de poursuite de l'attaque et du relâchement (chapitre 12) permettent d'en durcir le caractère. Neuf presets visent des compresseurs FET, des 1176 pour la plupart (chapitre 25).

Les diodes de Rupert Neve (1969)

En 1969, Rupert Neve et David Rees conçoivent le **2254**, l'un des premiers processeurs de dynamique à exploiter les propriétés électriques des diodes. Monté en pont, le circuit est symétrique et distord moins, mais il est très « perdant » : le signal est atténué d'environ 40 dB avant le pont, puis remonté. Le genou est doux, étalé sur une dizaine de décibels, les ratios vont de 1,5:1 à 6:1, et un mode **Auto** combine des temps rapides pour les crêtes isolées et lents pour les niveaux soutenus : le programme « roule sur une plateforme de gain qui bouge lentement ». Le **33609** en reprend la

conception en version stéréo. On décrit leur son comme crémeux, rond, soyeux ; Dave Berners, directeur scientifique d'Universal Audio, note que la distorsion d'un pont de diodes peut atteindre 10 % dans certaines conditions, d'où un son typé.

> **Dans Comprendre**
>
> La couleur d'un pont de diodes relève du **waveshaper** (chapitre 17) et des **égaliseurs dynamiques** (chapitre 18) ; la plateforme de gain, du **mode automatique** (chapitre 12). Trois presets visent cette famille (chapitre 25).

Le VCA : la précision (années 1970 et 1980)

En 1971, David Blackmer met au point une cellule de gain à transistors commandée en tension, le **VCA**, en travaillant sur la réduction de bruit des magnétophones. Le **dbx 160** (1976) l'associe à un détecteur **RMS**, qui mesure la puissance du signal plutôt que ses crêtes, et à une topologie **feedforward** : la commande est tirée de l'entrée et « envoyée en avant » vers le VCA, ce qui permet des attaques rapides et des ratios infinis sans instabilité. Le 160 d'origine a un genou dur ; le genou doux **Over Easy** arrive sur le dbx 165 en 1978. Son son est propre et prévisible, et le producteur Glen Ballard tient le 160X pour le meilleur compresseur de batterie qu'il ait trouvé.

Le VCA change la nature même du compresseur. Dave Berners le résume ainsi : très linéaire, très souple, potentiellement transparent, il n'apporte aucune des « bonnes propriétés accidentelles » des lampes, des cellules optiques ou des FET. **Tout le caractère vient du dessin des temps et de la courbe.** C'est exactement le terrain de Comprendre, qui fait de ce dessin un ensemble de réglages.

Les années 1970 inventent aussi de nouveaux usages. L'Eventide Omnipressor (1972 à 1974), que son fabricant présente comme l'invention du side-chain, sépare détecteur et VCA pour qu'une source en pilote une autre et fait de la dynamique un effet. À la radio, Mike Dorrough (1971) et Bob Orban (Optimod, 1973) découpent le signal en bandes, parce qu'en large bande la basse « module tout le reste » et l'auditeur entend le pompage.

> **Le compresseur de bus SSL et sa « colle »**
>
> Solid State Logic intègre un compresseur de bus à ses consoles dès la 4000 B de 1976 selon le fabricant ; il reste associé à la série G, présentée en 1987. Son VCA vient de chez dbx. Ses valeurs sont célèbres : attaque de 0,1 à 30 ms, relâchement de 0,1, 0,3, 0,6 ou 1,2 s, ou **Auto**, ratio de 2, 4 ou 10:1. Son relâchement automatique a **deux étages**, 100 ms et 12 s : les éléments forts sont relâchés vite, les plus faibles lentement. Sa topologie est hybride : selon SSL, « le side-chain a en soi une topologie feedback, mais le signal qui l'alimente est prélevé en position feedforward ». SSL le présente comme le choix de fait pour « coller » un mix, et la recette classique consiste à « chatouiller les VU-mètres à 2:1 en auto release ». En 1996, 83 % des numéros un du *Billboard* avaient été produits sur une console SSL.

Dans Comprendre

Le VCA, c'est la rangée principale et la **courbe de transfert** (chapitre 10), en particulier en décibels, la **détection RMS** (chapitre 13), le passage progressif du **feedforward au feedback** (chapitre 14), le **relâchement automatique** (chapitre 12). En étudiant le schéma du SSL, François a remarqué que sa rétroaction « n'est pas vraiment du feedback » : il a ajouté au bias le réglage **Bias input mul** (chapitre 20) pour mieux l'imiter. Plus tard, l'API 2500 (2002) proposera un commutateur **Old/New** entre feedback et feedforward, trois genoux et un filtre de détection, le **Thrust** ; Comprendre propose chacun de ces choix sous forme de réglages continus.

Renaissance analogique et premiers outils numériques (années 1990)

Les années 1990 voient revenir les lampes. Manley construit son **Variable Mu** en mono à partir de 1991, en stéréo à partir de 1994 : une double triode 5670 « constamment repolarisée », comme dans le Fairchild. Le manuel revendique le feedback (« la plupart des compresseurs modernes utilisent un circuit feedforward, qui nous semble peu musical »), et décrit la signature mesurable de la repolarisation : **le ratio monte et le genou s'adoucit à mesure que la réduction de gain augmente**. L'appareil devient un standard des studios de mastering, connu pour donner de la « colle » à un projet. Plus tard, le SPL Iron ira jusqu'à proposer la **tension de polarisation** comme un réglage de l'utilisateur.

En 1995, Dave Derr, ancien d'Eventide, vend les premiers **Distressor**. Ce compresseur à VCA analogique, piloté par une électronique numérique, émule en partie le dbx 160, le LA-2A, le Fairchild et le 1176. Chaque « ratio » y est une courbe différente, avec son propre genou ; le 10:1 est un mode **Opto** aux relâchements longs ; le **Nuke** limite en brickwall, avec un relâchement logarithmique qui fait « une grande partie du son » de l'appareil. Ses modes **Dist 2** et **Dist 3** ajoutent respectivement surtout l'harmonique 2, la chaleur des lampes, puis l'harmonique 3, qui aplatit le haut et le bas de l'onde comme une bande magnétique. Un seul appareil qui imite plusieurs familles : c'est la machine la plus proche de la philosophie de Comprendre.

Au même moment, le numérique entre dans la danse. En 1994, le **Waves L1** est le premier limiteur numérique brickwall à lookahead fabriqué en série. Le TC Electronic **Finalizer** (1996) met la compression multibande à la portée de tous les studios. Le **Weiss DS1** (1998) devient la référence du compresseur numérique de mastering : son side-chain mesure à la fois la crête et le RMS et choisit son relâchement d'après leur rapport, il double sa fréquence d'échantillonnage pour éviter le repliement, il a un genou doux, un lookahead (**Preview**) et peut ne compresser qu'une bande.

La guerre du volume

Le CD, puis les limiteurs numériques, ouvrent la course au volume. *(What's the Story) Morning Glory?* d'Oasis (1995) affiche un niveau RMS moyen de −8 dBFS sur de nombreux titres ; *Californication* des Red Hot Chili Peppers (1999) fait entendre de l'écrêtage tout au long de l'album ; *Death Magnetic* de Metallica (2008) attire l'attention du grand public sur les masters écrêtés. La normalisation y met un frein : la recommandation EBU R 128 (2010) fixe une cible de −23 LUFS pour la diffusion, et les plateformes de streaming normalisent aujourd'hui le volume par défaut (Spotify vise −14 LUFS). Un master écrasé n'y sonne plus plus fort : il est simplement baissé, et il a perdu sa dynamique.

> **Dans Comprendre**
>
> Le **lookahead** (chapitre 22), le **suréchantillonnage** jusqu'à 16 fois et les **clippers** avec anti-repliement (chapitre 7), la **détection** qui mélange crête, RMS et enveloppe (chapitre 13), les **égaliseurs dynamiques** et les **filtres** de bande (chapitres 14 et 18) : tous les outils du mastering numérique sont là. Le Distressor a sa propre famille de presets (chapitre 25), et le **waveshaper** distingue harmoniques paires et impaires, comme ses modes Dist 2 et Dist 3.

Le XXIe siècle : le mastering haut de gamme et les plugins

L'elysia **alpha compressor** (2006) résume à lui seul bien des idées de ce chapitre : un commutateur **Feed Forward / Feedback** (le feedback plafonne à un ratio de 2,5:1, le feedforward va jusqu'au limiteur et même aux ratios négatifs), une attaque qui se raccourcit d'elle-même sur les impulsions fortes (**Auto Fast**), un écrêteur doux, des harmoniques 2 et 3, une matrice M/S, un mélange parallèle, un filtre de side-chain. Le Bettermaker associe un limiteur à VCA, un écrêteur analogique en deux étages et des générateurs d'harmoniques paires et impaires.

Mais le grand changement est ailleurs : les machines entrent dans l'ordinateur. Les éditeurs de plugins les émulent de plusieurs façons. La **modélisation de circuit**, pratiquée par exemple par Universal Audio, reconstruit numériquement chaque composant. La **modélisation par mesure** observe l'entrée et la sortie à de nombreux niveaux et réglages, sans reconstruire les composants. Acustica Audio échantillonne le comportement des appareils avec des **noyaux de Volterra**, de minuscules instantanés de leur réponse qu'un moteur fait défiler selon le niveau. Des réseaux de neurones apprennent le comportement d'un appareil. Quand la machine d'origine est numérique, on peut même en porter le code : Softube a ainsi porté ligne à ligne celui du Weiss DS1.

Comprendre prend une voie différente. Il n'émule pas une machine : il en fournit les **ingrédients** (détection, topologie, courbe, enveloppe, élément optique, polarisation, harmoniques), et son **mode d'analyse** (chapitre 24) met entre vos mains la démarche des modélisateurs « par mesure » : comparer la sortie de Comprendre à celle d'un autre compresseur et ajuster jusqu'à ce qu'elles coïncident. C'est ainsi que François a construit les 80 presets du chapitre 25, dont les noms se lisent comme un catalogue de cette histoire.

Les grandes idées, et où les trouver dans Comprendre

Idée	D'où elle vient	Dans Comprendre
Limiteur, ratio infini	Limiteurs de radiodiffusion (1937), Waves L1 (1994)	**Ratio** à 42 (chapitre 10), clippers (chapitre 7)
Lookahead	Ligne à retard du GE BA-5 (1947), Waves L1, Preview du Weiss DS1	Lookahead de la détection ou de l'enveloppe (chapitre 22)
Feedback ou feedforward	Premiers compresseurs en feedback ; dbx 160 en feedforward ; Old/New de l'API 2500, FF/FB de l'elysia alpha	**FF->FB**, progressif (chapitre 14)
Crête ou RMS	Détecteur RMS du dbx 160 ; crête et RMS combinés du Weiss DS1	Mélange crête, RMS et enveloppe (chapitre 13)

Idée	D'où elle vient	Dans Comprendre
Genou doux	Vari-mu et optiques, « Over Easy » du dbx 165, trois genoux de l'API 2500	**Knee**, **Knee Auto** (chapitre 10)
Relâchement dépendant du programme	Cellule T4 du LA-2A, positions 5 et 6 du Fairchild, Auto du SSL, Auto du Neve 2254	Relâchement automatique (chapitre 12), designer optique (chapitre 15), suiveur Mu (chapitre 11)
Détecteurs « branché » et « découplé »	Publication de Giannoulis, Massberg et Reiss (2012), citée par François	**EvMu Br/Cp** (chapitre 11)
Polarisation des lampes, saturation asymétrique	Fairchild (DC Bias, Balance), Manley Variable Mu, SPL Iron	Vari-Mu designer (chapitres 19 à 21)
Harmoniques paires et impaires	1176, Distressor (Dist 2, Dist 3), elysia, Bettermaker	Waveshaper (chapitre 17)
Compression Mid/Side	Lateral/Vertical du Fairchild 670 ; Manley, elysia, TC System 6000	**L/R to M/S** (chapitre 7)
Side-chain, détection filtrée, de-essing	Pré-accentuation du LA-2A ; Omnipressor ; Thrust de l'API 2500	Sidechain, filtres de détection et cible (chapitre 14)
Compression multibande	Radio des années 1970 (Dorrough, Orban), TC Finalizer	Égaliseurs dynamiques (chapitre 18), filtres de bande (chapitre 14)
Compression parallèle	Réducteur de bruit Dolby A (1965), Mike Beville (1977), Bob Katz	**Dry/Wet** (chapitre 7)
Suréchantillonnage	Weiss DS1-MK2	**Oversampling** jusqu'à 16X (chapitre 7)

> **À propos des marques**
>
> Les noms de machines, de fabricants et de plugins cités dans ce manuel appartiennent à leurs propriétaires respectifs. Ils servent à raconter l'histoire de la compression et à identifier les modèles que François a imités. Leur mention n'implique aucun lien avec ces fabricants ni aucune approbation de leur part.

CHAPITRE 3

L’interface

Ouvrir Comprendre, c’est avoir sous les yeux, d’un seul coup, ce qu’un studio répartit d’ordinaire entre plusieurs appareils et cache souvent à l’intérieur de leurs boîtiers. En haut, les graphes montrent ce que fait la compression pendant que vous l’entendez. Au milieu, une seule rangée de potentiomètres suffit à régler un compresseur complet, du seuil jusqu’au mélange parallèle. En bas, vingt-cinq onglets ouvrent la machine étage par étage : la détection, la courbe, l’enveloppe, puis l’imitation d’une cellule optique, du grain d’un transistor FET ou de la polarisation d’une lampe. Et un code de couleur tout simple, le jaune, vous dit à chaque instant ce qui a été modifié : de quoi lire un preset comme une recette, ou retrouver en un clin d’œil le réglage qui a changé le son.

La fenêtre de Comprendre a une taille fixe de 1175 × 480 pixels. Elle se compose de quatre bandes horizontales.

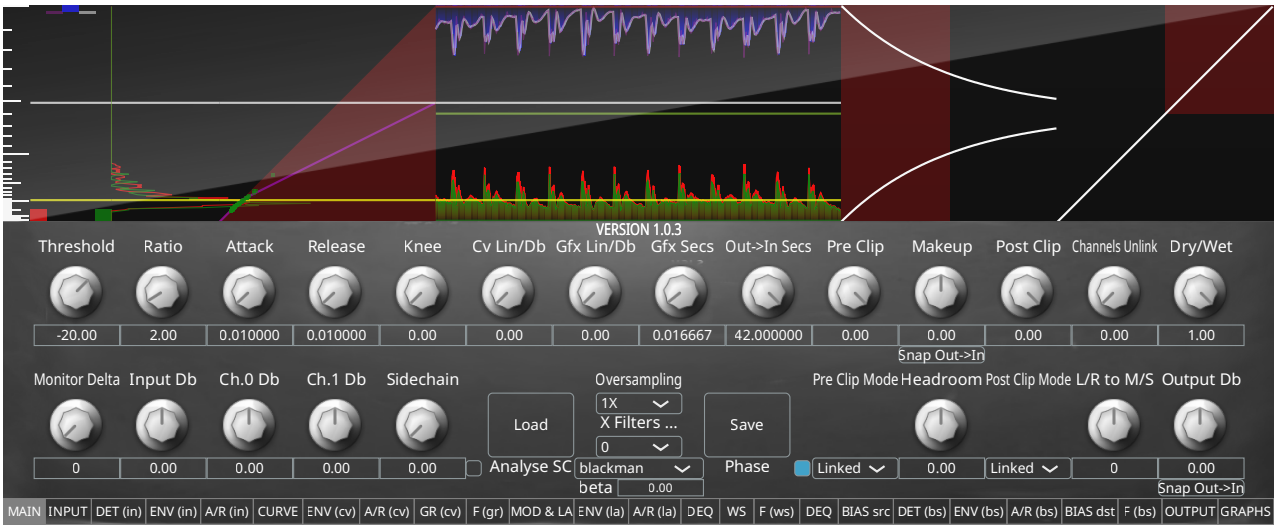


Figure 3 — La fenêtre de Comprendre au repos, onglet MAIN ouvert. Les graphes sont simulés avec les réglages par défaut.

1. **La zone des graphes**, en haut (200 pixels de haut) : huit affichages qui montrent en temps réel ce que fait le compresseur. Ils sont décrits au chapitre 4.
2. **La rangée principale**, qui contient les 14 réglages les plus utilisés : Threshold, Ratio, Attack, Release, Knee, Cv Lin/Db, Gfx Lin/Db, Gfx Secs, Out->In Secs, Pre Clip, Makeup, Post Clip, Channels Unlink et Dry/Wet. Elle est toujours visible.
3. **La seconde rangée**, dont le contenu dépend de l’onglet sélectionné : jusqu’à 14 réglages par onglet.

4. **La barre d'onglets**, tout en bas : 25 onglets, de **MAIN** à **GRAPHS**.

Au-dessus de la colonne Gfx Secs, le texte **VERSION 1.0.3** rappelle la version du plugin.

La rangée principale

Réglage	Rôle	Chapitre
Threshold	seuil de la courbe de transfert	10
Ratio	ratio de la courbe de transfert	10
Attack	attaque du suiveur d'enveloppe après la courbe	12
Release	relâchement de ce suiveur	12
Knee	largeur du genou	10
Cv Lin/Db	courbe calculée en linéaire (0), en décibels (1), ou un mélange	10
Gfx Lin/Db	échelle des graphes : linéaire (0), en décibels (1), ou un mélange	4
Gfx Secs	vitesse de défilement de l'historique	4
Out->In Secs	compensation automatique du volume	8
Pre Clip	seuil du pré-clipper	7
Makeup	gain de compensation, à l'intérieur des clippers	7
Post Clip	seuil du post-clipper	7
Channels Unlink	liaison stéréo du compresseur	7
Dry/Wet	mélange final entre entrée et sortie	7

Sous le potentiomètre **Makeup**, le petit bouton **Snap Out->In** reporte dans le Makeup la compensation calculée par l'auto-volume Out->In (chapitre 8).

> **♪ En musique : un compresseur complet sur une seule ligne**
>
> La rangée principale n'est pas une version simplifiée de Comprendre : c'est un compresseur entier. Seuil, ratio, attaque, relâchement et genou pour le caractère ; pré-clipper, makeup et post-clipper pour tenir les crêtes ; **Out->In Secs** pour comparer à volume égal ; **Dry/Wet** pour la compression parallèle. Plusieurs presets fournis tiennent pour l'essentiel sur cette ligne. **boz_manic** ne modifie que deux réglages de traitement, **Ratio** à 4 et **Release** à 0,06 s. **cytomic_glue**, construit en imitant un plugin de compresseur de bus, y règle **Attack** à 30 ms, **Ratio** à 4 et **Release** à 0,1 s, et n'ajoute que deux réglages dans l'onglet BIAS src. Quand un preset vous plaît sur une voix ou un bus, c'est presque toujours ici que vous l'adapterez à votre source : d'abord **Threshold**, pour retrouver la quantité de compression voulue, puis **Release**, pour que la compression respire avec le tempo.

Les potentiomètres

Chaque potentiomètre est accompagné de son nom, au-dessus, et d'une case affichant sa valeur, en dessous.

- **Glisser** la souris verticalement ou horizontalement fait tourner le potentiomètre ; une course d'environ 250 pixels parcourt toute la plage.
- **Double-cliquer** sur le potentiomètre le ramène à sa valeur par défaut.
- **Cliquer dans la case de valeur** permet de taper une valeur précise au clavier.

Le nombre de décimales affichées dépend de la finesse du réglage : deux décimales pour les gains en dB (« -20.00 »), six pour les temps en secondes (« 0.010000 »), aucune pour les réglages entiers (« 600 »).

> **La position du potentiomètre et sa course**
>
> Beaucoup de réglages ont une course **progressive** : la souris parcourt finement le bas de la plage et plus rapidement le haut. C'est le cas des temps d'attaque et de relâchement, du ratio, des auto-volumes… L'image du potentiomètre, elle, indique la valeur de façon proportionnelle à la plage complète. C'est pourquoi le potentiomètre **Attack**, réglé sur 10 ms dans une plage de 0 à 2 s, paraît presque au minimum.

Certains réglages sont des **menus déroulants** (par exemple **Pre Clip Mode**, **Oversampling**, **Channels Mix**) et quelques-uns des **cases à cocher** (**Analyse SC**, **Phase**). D'autres potentiomètres n'ont que quelques positions : **L/R to M/S** n'accepte que −1, 0 et 1, les moniteurs que 0 et 1.

> **Des réglages qu'on cachait à l'arrière**
>
> Sur les machines d'époque, une bonne partie de ce qui fait le caractère d'un compresseur n'était pas en façade. Le ratio du Fairchild 670 se réglait par des vis internes, de 2:1 à 30:1, et son **DC Bias**, qui agit à la fois sur le genou et sur le ratio, se trouvait à l'arrière ou à l'intérieur de l'appareil. Sur le LA-2A, le commutateur **Compress/Limit** était à l'origine placé à l'arrière, comme le réglage de préaccentuation qui rendait le détecteur plus ou moins sensible à la bande vocale. L'Altec 436A, lui, n'avait aucun réglage. Comprendre fait le chemin inverse : plus de 360 réglages sont accessibles depuis l'interface, et le jaune signale ceux qui ont quitté leur valeur de départ.

Le jaune : ce qui a été modifié

Par défaut, tous les noms de réglages sont écrits en blanc. Dès qu'un réglage s'écarte de sa valeur par défaut, **son nom passe en jaune**. Et si ce réglage appartient à un onglet, **le nom de l'onglet passe lui aussi en jaune** dans la barre du bas.

C'est un repère précieux, avec plus de 360 réglages : en ouvrant un preset, on voit immédiatement quels onglets ont été touchés, puis, dans chaque onglet, quels réglages. Pour revenir à la valeur par défaut d'un réglage, il suffit de double-cliquer dessus : son nom redevient blanc.



Figure 4 — L'onglet INPUT d'un preset : les réglages modifiés et le nom de l'onglet apparaissent en jaune.

Quelques précisions :

- les 14 réglages de la rangée principale ne colorent aucun onglet : seul leur propre nom passe en jaune ;
- le menu de fenêtre des filtres FIR (onglet MAIN, sous **X Filters Taps**) n'a pas de nom affiché : le modifier fait passer l'onglet **MAIN** en jaune sans qu'aucun nom de réglage ne soit jaune dans l'onglet ;
- la comparaison avec la valeur par défaut est exacte : un réglage ramené *à la main* tout près de sa valeur par défaut, mais pas exactement dessus, reste jaune. Le double-clic, ou la saisie de la valeur exacte dans la case, règle ce cas.

> **♪ En musique : lire un preset comme une recette**
>
> Le jaune transforme chaque preset en leçon. Chargez d'abord votre preset « par défaut » (voir l'astuce ci-dessous), puis **kush_silka** : sur la rangée principale, **Ratio** (4) et **Release** (0,1 s) passent en jaune ; dans la barre d'onglets, **MAIN** (un **Headroom** de −7 dB) et **GR (cv)** (un **Env Offset** de −0,303). Quatre réglages suffisent à construire ce caractère. À l'opposé, **spl_iron** ne touche à aucun réglage de compression de la rangée principale : tout se joue dans les onglets **CURVE**, **WS** et **DEQ 2**. Pour entendre ce qu'apporte un réglage, notez sa valeur, double-cliquez dessus pour le ramener à son défaut, écoutez, puis retapez la valeur dans la case. C'est ainsi que François présente les presets au début de sa grande vidéo de présentation en français : on en prend un au hasard, et les onglets jaunes disent tout de suite ce qui a été touché. Le chapitre 25 explique, preset par preset, pourquoi ces réglages ont été choisis.

> **Revenir à l'état de départ**
>
> Comprendre n'a pas de bouton de réinitialisation générale. Le plus simple est d'enregistrer, à la première utilisation, un preset contenant les réglages par défaut (bouton **Save** de l'onglet MAIN), puis de le recharger lorsque vous voulez repartir de zéro. Supprimer le plugin et le réinsérer dans votre piste a le même effet.

La barre d'onglets

Les 25 onglets sont rangés à peu près dans l'ordre du parcours du signal. Le chapitre 6 explique la logique de leurs noms ; en résumé :

- **MAIN** contient les réglages globaux et la gestion des presets ; **GRAPHS** les réglages d'affichage ;

- **INPUT** et **OUTPUT** encadrent le compresseur : ce qui est mesuré, ce qui est compressé ;
- entre les deux, chaque module a un ou plusieurs onglets, dont le suffixe indique l'emplacement : (in) dans la détection, (cv) après la courbe, (gr) sur la réduction de gain, (la) pour le lookahead, (ws) pour le waveshaper, (bs) pour le bias.

L'onglet sélectionné a un fond gris. Au démarrage, c'est l'onglet **MAIN**.

La vitre

Une image semi-transparente, figurant le reflet d'une vitre, recouvre la zone des graphes. Elle est purement décorative : le réglage **Gfx Windows** de l'onglet GRAPHS permet de l'enlever pour mieux lire les courbes (chapitre 4).

CHAPITRE 4

Les graphes

Les graphes sont la grande force de Comprendre : ils montrent, en temps réel, ce que mesure le détecteur, ce que demande la courbe de transfert, ce que fait le suiveur d'enveloppe et ce qui sort réellement. Bien les lire, c'est comprendre ce que fait le compresseur.

La compression est sans doute l'effet le plus difficile à entendre. Elle travaille par quelques décibels, en quelques millisecondes, et l'oreille la perçoit rarement comme un changement de volume : plutôt comme une caisse claire qui claque moins, une voix qui reste devant, un mix qui se resserre ou qui se met à respirer. Les graphes rendent ce travail visible. On voit l'enveloppe plonger à chaque coup de caisse claire, traîner derrière une note de basse, remonter entre deux phrases. À force de voir ce qu'on entend, on apprend à entendre ce qu'on voit. C'est un outil d'apprentissage pour l'étudiant et l'enseignant, un instrument de contrôle pour l'ingénieur de mixage ou de mastering, et le support du mode d'analyse, qui superpose à ces courbes celle d'un autre compresseur (chapitre 24).

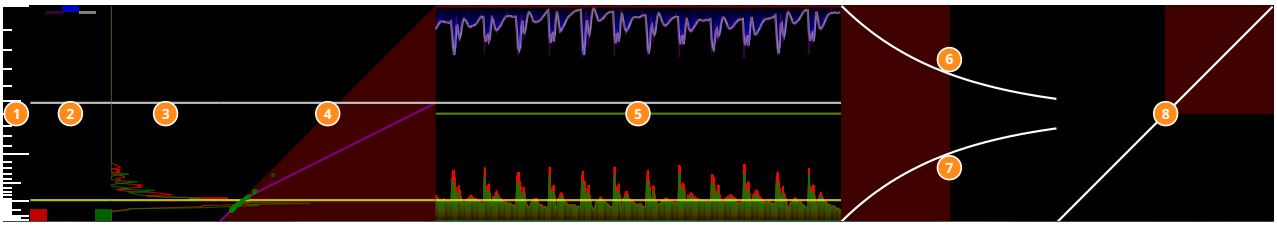


Figure 5 — La zone des graphes, échelle linéaire (réglage par défaut), vitre retirée. Les numéros renvoient aux sections de ce chapitre.

La zone des graphes compte huit affichages, de gauche à droite :

1. l'échelle graduée ;
2. l'instant présent ;
3. la répartition des niveaux ;
4. la courbe de transfert ;
5. l'historique ;
6. la forme de l'attaque ;
7. la forme du relâchement ;
8. la courbe du waveshaper.

L’échelle verticale : linéaire ou décibels

Les affichages 1 à 5 partagent la même échelle verticale : le haut correspond au niveau maximal (0 dBFS, ou un gain de 1), le bas au silence (ou à un gain de 0).

Cette échelle peut être **linéaire** ou **en décibels**, au choix, grâce au potentiomètre **Gfx Lin/Db** de la rangée principale.

- En **linéaire** (0, réglage par défaut), la hauteur est proportionnelle à l’amplitude. −6 dB se trouve à mi-hauteur, −12 dB au quart, −20 dB au dixième ; tous les niveaux faibles sont tassés en bas.
- En **décibels** (1), la hauteur est proportionnelle au niveau en dB, sur une plage réglable (**Gfx DB**, 60 dB par défaut) : −20 dB se trouve au tiers supérieur, −40 dB aux deux tiers.
- Entre les deux, l’échelle est un mélange des deux.

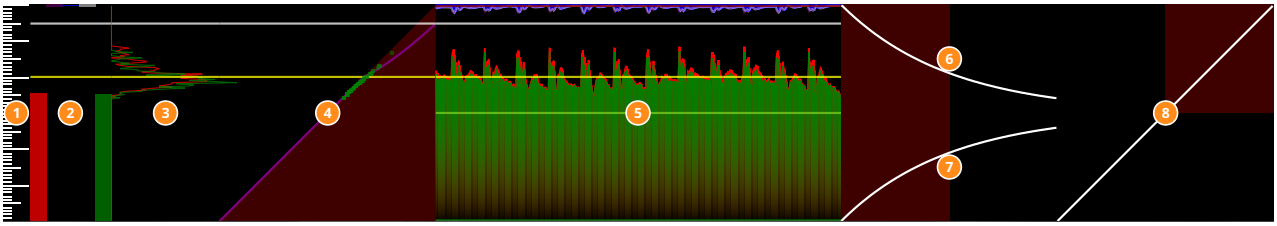


Figure 6 — La même scène qu'au début du chapitre, en échelle décibels sur 60 dB.

> **Le mot de l’auteur**
>
> François préfère lire les courbes en linéaire, où l’on voit vraiment les amplitudes. Mais la plupart des compresseurs affichent en décibels, et pour se comparer à eux, l’échelle en décibels est plus pratique.

Gfx Lin/Db

onglet rangée principale

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `decibels`

Échelle des graphes : 0 = linéaire, 1 = décibels, valeurs intermédiaires = mélange. Elle s’applique à tous les affichages verticaux, à la courbe de transfert affichée et aux graduations.

Le changement ne s’applique qu’aux nouvelles valeurs : la partie déjà tracée de l’historique garde l’ancienne échelle jusqu’à ce qu’elle ait défilé.

Gfx DB

onglet GRAPHS

Plage : 1 à 60 dB **Défaut :** 60 dB **Identifiant :** `graph_db`

Étendue de l’échelle en décibels : le bas du graphe correspond à −Gfx DB. Réduire cette valeur revient à zoomer sur le haut de la dynamique (par exemple 30 dB). Ce réglage n’a d’effet que si **Gfx Lin/Db** est supérieur à 0.

> **♪ En musique : linéaire pour les crêtes, décibels pour les nuances**
>
> L'échelle linéaire donne toute la place au haut de la dynamique : les crêtes d'une batterie, les attaques d'une guitare acoustique s'y dressent nettement, et l'on voit tout de suite ce que le compresseur leur fait. L'échelle en décibels, plus proche de la façon dont l'oreille juge les écarts de volume, rend visibles les niveaux faibles : fins de phrases d'une voix, queues de réverbération, respirations, notes fantômes d'une caisse claire. Pour régler une voix ou un bus, essayez **Gfx Lin/Db** à 1 ; pour régler l'attaque sur une percussion, revenez à 0. Les 80 presets fournis sont tous enregistrés en échelle linéaire, celle que préfère François : en charger un ramène l'affichage en linéaire.

1. L'échelle graduée

Tout à gauche, une règle donne les repères de niveau : une graduation par décibel, sur l'étendue de **Gfx DB**. Les grandes graduations marquent les dizaines de décibels, les moyennes les multiples de 5, les petites chaque décibel. En échelle linéaire, les graduations sont serrées vers le bas ; en échelle dB, elles sont régulières.

2. L'instant présent

Cinq colonnes étroites montrent les valeurs les plus récentes :

Colonne	Grandeur	Couleur	Tracé
1	niveau d'entrée	rouge	barre montant du bas
2	gain demandé par la courbe de transfert	violet	trait horizontal
3	réduction de gain (écart entre sortie et entrée)	bleu	barre descendant du haut
4	gain lissé par le suiveur d'enveloppe	blanc	trait horizontal
5	niveau de sortie	vert	barre montant du bas

> **De l'aiguille à l'historique**
>
> Sur les machines d'époque, la réduction de gain se lisait sur l'aiguille d'un VU-mètre. Dans le LA-2A, le boîtier optique T4 contient deux cellules photorésistantes éclairées par le même panneau lumineux : l'une règle le gain, l'autre pilote le VU-mètre en mode réduction de gain. Sur le 1176, le mode « all buttons » est réputé pour faire s'affoler l'aiguille. Ces cinq colonnes jouent le rôle des aiguilles d'autrefois, et l'historique, juste à côté, garde en plus la trace des dernières secondes : on ne voit plus seulement de combien le compresseur réduit le gain, mais quand, et comment.

3. La répartition des niveaux

Cet affichage est un histogramme couché : pour chaque hauteur, la longueur du trait vers la droite indique le temps passé par le signal à ce niveau, sur les dernières secondes. Le trait **rouge** concerne l'entrée, le trait **vert** la sortie. Une compression marquée resserre la répartition verte vers le haut ou la décale vers le bas, par rapport à la rouge.

Gfx Cum Tmp onglet GRAPHS

Plage : 1 à 3720 **Défaut :** 600 **Identifiant :** `graph_cumtmp`

Durée prise en compte, en rafraîchissements de l'écran (60 par seconde) : 600, la valeur par défaut, correspond à environ 10 s, et le maximum (3720) à environ une minute. Ce réglage fixe aussi la longueur de la traînée de points de la courbe de transfert : un point par rafraîchissement, sur le dixième de cette durée (60 points, soit environ une seconde, par défaut).

Gfx Cum Amp onglet GRAPHS

Plage : 1 à 16 **Défaut :** 4 **Identifiant :** `graph_cumamp`

Longueur ajoutée au trait, en pixels, chaque fois que le niveau correspondant est rencontré : c'est le zoom horizontal de la répartition.

> **♪ En musique : voir la densité**
>
> La répartition des niveaux est le portrait de la densité. Sur un mix ou un master, laissez jouer un refrain entier avec **Gfx Cum Tmp** au maximum (une minute environ) et comparez les deux traits : plus la compression et la limitation travaillent, plus la répartition verte se resserre par rapport à la rouge. Une répartition verte réduite à une bande étroite est la signature d'un son très dense ; si c'est ce que vous cherchez, tant mieux, sinon c'est le moment de relever le seuil. Pour l'enseignant, c'est aussi la façon la plus directe de montrer ce que veut dire « réduire la dynamique ».

4. La courbe de transfert

L'axe horizontal est le niveau détecté, l'axe vertical le niveau de sortie, sur la même échelle. On y voit :

- un **triangle rouge sombre** sous la diagonale, qui matérialise la zone où la sortie est plus faible que l'entrée ;
- la **courbe de transfert**, en **violet** : la sortie qu'imposerait la courbe si le gain s'appliquait instantanément ;
- une **traînée de points verts** : le point de fonctionnement réel pour la seconde écoulée. En abscisse, le niveau du signal qui entre dans le compresseur (la valeur absolue du signal de détection, avant les réglages de l'onglet DET (in)) ; en ordonnée, ce niveau multiplié par le gain lissé. Les points se placent exactement sur la courbe violette seulement si l'attaque et le relâchement sont instantanés ; sinon, ils s'en écartent, et cet écart montre le travail du suiveur d'enveloppe ;
- des **points orange**, lorsque le bias est actif (chapitre 19).

La courbe est **calculée** dans le domaine choisi par **Cv Lin/Db** (linéaire ou décibels) et **affichée** dans le domaine choisi par **Gfx Lin/Db**. Une courbe calculée en linéaire et affichée en décibels n'est donc pas une droite au-delà du seuil : elle s'arrondit. Ce n'est pas une erreur d'affichage, c'est exactement ce que fait le compresseur (chapitre 10).

> **♪ En musique : où se place votre son sur la courbe**
>
> La traînée de points verts dit où votre son se situe vraiment sur la courbe. Sur une voix, réglez le **Threshold** pour que les points ne dépassent le coude de la courbe que sur les syllabes fortes : le reste de la phrase passe sans être touché, et la voix garde son expression. Si tous les points restent au-delà du coude, le compresseur travaille en permanence : cela peut convenir à un bus que l'on veut très tenu, beaucoup moins à une voix. Et quand les points s'écartent nettement de la courbe violette, c'est que l'attaque et le relâchement prennent leur temps : c'est souvent là que se joue le caractère d'un compresseur.

Les lignes de repère

Dans les affichages 2 à 5, deux lignes horizontales servent de repère :

- la ligne **jaune** est le niveau du **seuil** ;
- la ligne **blanche** est le niveau de sortie qu'atteint, d'après la courbe, un signal d'entrée à 0 dBFS. Elle donne une idée de la réduction maximale.

Avec les réglages par défaut (seuil −20 dB, ratio 2:1, courbe linéaire), la ligne jaune est à 10 % de la hauteur et la blanche à mi-hauteur.

Gfx Lines — onglet GRAPHS

Plage : 0 à 2 **Défaut :** 2 **Identifiant :** `graph_lines`

0 : aucune ligne de repère ; 1 : seuil seul ; 2 : seuil et ratio.

5. L'historique

L'historique est l'affichage principal. Il montre l'évolution de toutes les grandeurs du compresseur au cours des dernières secondes ; le temps s'écoule de la droite (le plus récent) vers la gauche. Chaque colonne de pixels est une moyenne sur une courte durée, réglée par **Gfx Secs** ; les 375 colonnes couvrent par défaut 6,25 s.

Les courbes, dans l'ordre où elles sont dessinées :

Courbe	Couleur	Tracé
niveau d'entrée	rouge	barre depuis le bas
détecteurs peak, RMS et enveloppe	rouge semi-transparent	lignes fines
détection finale	rouge	ligne fine
niveau de sortie	vert	barre depuis le bas, et ligne
réduction de gain (sortie par rapport à l'entrée)	bleu semi-transparent	barre depuis le haut
gain lissé par le suiveur d'enveloppe	blanc semi-transparent	ligne épaisse
facteur du relâchement automatique	rose	ligne épaisse

Courbe	Couleur	Tracé
facteur Mu	marron	ligne épaisse
enveloppe opto	bleu ciel	ligne épaisse
détecteurs du bias	orange semi-transparent	lignes fines
bias final	orange	ligne fine
compensation Out->In	vert-jaune	ligne épaisse
gain demandé par la courbe de transfert	violet semi-transparent	ligne fine
analyse du sidechain	or	barre depuis le bas

Puis viennent les lignes de repère (seuil en jaune, ratio en blanc) et deux lignes toujours affichées : **GR Min** en rouge foncé et **GR Max** en vert foncé (onglet CURVE, chapitre 10). Avec les réglages par défaut, elles sont collées au bord supérieur et au bord inférieur.

Une grandeur dont le module est inactif vaut 0 : sa ligne reste collée au bas du graphe.

Lire l'historique

- **Rouge au-dessus du vert** : la sortie est plus faible que l'entrée, le compresseur réduit le niveau. La barre **bleue**, qui descend du haut, mesure cette réduction.
- La ligne **violette** est le gain que demande la courbe de transfert, échantillon après échantillon. La ligne **blanche** est le gain réellement appliqué : elle essaie de suivre la violette, à la vitesse fixée par l'attaque et le relâchement. Avec des temps courts, les deux sont presque confondues ; avec des temps longs, la blanche est en retard et lissée.
- Avec du makeup, le vert peut repasser au-dessus du rouge : la barre bleue disparaît.
- La ligne **vert-jaune** est la compensation automatique Out->In : à mi-hauteur, elle vaut 0 dB (chapitre 8).

> **Moyennes et crêtes**
> Chaque colonne de l'historique est une moyenne des valeurs absolues sur la durée d'une colonne : une sinusoïde à 0 dBFS y apparaît vers −3,9 dB, et non à 0 dB. Les transitoires brefs sont donc atténués à l'affichage.

Gfx Secs

onglet rangée principale

Plage : 0 à 1 s **Défaut :** 0,016667 s **Identifiant :** `samples`

Durée représentée par une colonne de l'historique, donc vitesse de défilement. La valeur par défaut, 1/60 s, fait défiler une colonne par rafraîchissement de l'écran et couvre 6,25 s. Une valeur plus grande ralentit le défilement et lisse les courbes ; une valeur plus petite permet d'observer en détail l'attaque et le relâchement. Les affichages 2 et 3 lisent eux aussi la dernière colonne de l'historique et suivent donc ce réglage.

Le mot de l'auteur

François considère **Gfx Secs** comme un réglage très important : pour voir le comportement de l'enveloppe sur un transitoire, il faut « ralentir » énormément le graphe, comme on passe un film au ralenti : avec une valeur très petite, chaque instant occupe beaucoup plus de colonnes, et le transitoire s'étale sur l'écran.

♪ En musique : regarder une caisse claire

Sur une boucle de batterie, réglez **Gfx Secs** autour de 0,003 s : l'historique ne couvre plus qu'un peu plus d'une seconde, et chaque coup de caisse claire s'étale sur des dizaines de colonnes. Avec **Attack** à 1 ms, la ligne blanche plonge presque en même temps que la violette : le haut du coup est rabattu, et la caisse claire s'aplatit. Passez à 20 ou 30 ms : la ligne blanche descend plus tard, la barre verte garde son pic au début de chaque coup, et le claquement revient. Jouez ensuite sur **Release** : si la ligne blanche n'a pas le temps de remonter avant le coup suivant, la compression ne relâche jamais et la batterie perd de sa vie ; si elle remonte en rythme, vous entendrez souvent la batterie respirer avec le tempo. D'ailleurs, 71 des 80 presets fournis ont été enregistrés avec un **Gfx Secs** plus court que la valeur par défaut, 59 d'entre eux entre 2 et 5 ms : c'est le réglage qui permet d'observer des attaques, et charger l'un de ces presets change donc aussi l'échelle de temps de l'historique.

Gfx Detects

onglet GRAPHS

Plage : −2 à 2 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `graph_detects`

Choisit les courbes de détection affichées dans l'historique :

- **−2** : aucune courbe de détection ;
- **−1** : la détection finale seulement ;
- **0** (défaut) : les trois détecteurs (peak, RMS, enveloppe) et la détection finale, avec toutes les autres courbes ;
- **1** : les trois détecteurs et la détection finale, **seuls** : toutes les autres courbes sont masquées ;
- **2** : la détection finale **seule**.

Les valeurs positives sont des modes « exclusifs », très utiles pour régler la détection (chapitre 13).

Gfx Detects Bias

onglet GRAPHS

Plage : −2 à 2 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `graph_detects_bias`

Même logique pour les courbes du bias : −2 masque aussi les points orange de la courbe de transfert, 1 et 2 masquent toutes les autres courbes (chapitre 20).

Gfx Histos

onglet GRAPHS

Choix : ____ · ___g · __o_ · __og · _u__ · _u_g · _uo_ · _uog · a___ · a__g · a_o_ · a_og · au__ · au_g · auo_ · auog **Défaut :** auog
Identifiant : `graph_gains`

Choisit, parmi quatre courbes facultatives, celles qui sont affichées. Chaque choix du menu est un mot de quatre lettres, où une lettre présente signifie « affichée » et un tiret bas « masquée » :

- **a** : facteur du relâchement automatique (A/R), rose ;
- **u** : facteur M**u**, marron ;
- **o** : enveloppe **o**pto, bleu ciel ;
- **g** : **g**ain demandé par la courbe de transfert, violet.

Par défaut, « auog » : les quatre sont affichées. « a_o_ » n'affiche par exemple que le facteur A/R et l'opto.

Gfx Make Up

onglet GRAPHS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `graph_make`

Affichage de la ligne vert-jaune de compensation Out->In : 0 = jamais, 0,5 = seulement quand Out->In est actif (Out->In Secs inférieur à 42), 1 = toujours.

Les dégradés

Les barres de l'historique (entrée, sortie, analyse) sont pleines en haut et s'estompent vers le bas ; la barre bleue de réduction s'estompe vers le haut. Quatre réglages placent ces dégradés, en pixels depuis le haut du graphe (0 à 199), séparément pour l'échelle linéaire et pour l'échelle décibels (les deux sont mélangés selon **Gfx Lin/Db**).

Gfx Floor Lin

onglet GRAPHS

Plage : 0 à 199 **Défaut :** 150 **Identifiant :** `graph_degrade_sol_lin`

Hauteur à partir de laquelle les barres montantes commencent à s'estomper, en échelle linéaire. À 150 (défaut), elles sont pleines jusqu'à 150 pixels et s'effacent sur les 50 derniers.

Gfx Ceil Lin

onglet GRAPHS

Plage : 0 à 199 **Défaut :** 50 **Identifiant :** `graph_degrade_plafond_lin`

Hauteur à laquelle la barre bleue descendante devient pleine, en échelle linéaire. À 50 (défaut), elle est transparente en haut et pleine à partir de 50 pixels.

Gfx Floor Db onglet GRAPHS

Plage : 0 à 199 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `graph_degrade_sol_db`

Même chose que **Gfx Floor Lin**, pour l'échelle en décibels. À 0 (défaut), les barres s'estompent sur toute leur hauteur.

Gfx Ceil Db onglet GRAPHS

Plage : 0 à 199 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `graph_degrade_plafond_db`

Même chose que **Gfx Ceil Lin**, pour l'échelle en décibels. À 0 (défaut), la barre bleue est uniforme.

Gfx Photo onglet GRAPHS

Plage : 0 à 1 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `graph_obturateur`

Fait avancer l'historique **par à-coups** plutôt qu'en continu : à 0 (défaut), l'historique défile à chaque rafraîchissement ; avec une valeur v, il reste figé et ne se met à jour qu'une fois toutes les v secondes environ, en ajoutant d'un coup toutes les colonnes accumulées. Cet effet de « photographie » permet d'examiner tranquillement une portion de l'historique. Les autres graphes ne sont pas concernés.

6 et 7. Les formes d'attaque et de relâchement

Ces deux petits graphes montrent la **forme** des courbes d'attaque (en haut) et de relâchement (en bas) : comment l'enveloppe rejoint sa cible au cours du temps. L'axe horizontal couvre deux fois le temps réglé ; la moitié gauche, teintée de rouge, correspond au temps réglé lui-même.

Quatre courbes y sont superposées, une par suiveur d'enveloppe : **blanc** pour le suiveur après la courbe (A/R (cv)), **rouge** pour l'enveloppe de détection (A/R (in)), **orange** pour le bias (A/R (bs)), **lavande** pour le lookahead (A/R (la)). Avec les réglages par défaut, elles sont identiques et seule la blanche, dessinée en dernier, est visible.

Lorsque la forme d'un suiveur actif est modifiée (réglage **Shape**), une **ligne verticale** de la couleur correspondante indique la position actuelle sur la courbe. Le chapitre 12 explique comment l'interpréter.

8. La courbe du waveshaper

Le dernier graphe montre la fonction de transfert du waveshaper (chapitre 17) : en abscisse l'entrée de −1 à +1, en ordonnée la sortie. Le quart supérieur droit, teinté de rouge, correspond aux valeurs positives. Avec les réglages par défaut, le waveshaper est neutre et la courbe est une diagonale.

La vitre

Gfx Windows onglet GRAPHS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `graph_fenetre`

Affiche (1) ou retire (0) la vitre semi-transparente qui recouvre la zone des graphes. Elle est purement décorative ; la retirer rend les courbes plus lisibles.

> **Les graphes et le lookahead**
> Avec un lookahead actif, les graphes affichent toujours la chaîne « présente », c'est-à-dire le signal que l'on entend.

Idées de départ

Quelques réglages d'affichage, selon ce que vous voulez observer :

- **Une attaque** (caisse claire, grosse caisse, basse jouée au pouce, guitare acoustique) : **Gfx Secs** entre 0,002 et 0,004 s, **Gfx Lin/Db** à 0, et **Gfx Detects** à −1 pour ne garder que la détection finale et alléger le graphe.
- **Une voix ou un bus** : **Gfx Secs** à sa valeur par défaut (6,25 s d'historique), **Gfx Lin/Db** à 1, et les deux lignes de repère (**Gfx Lines** à 2) pour situer le seuil et la réduction maximale.
- **Un master** : **Gfx Secs** vers 0,05 s, soit près de 20 s d'historique, pour suivre le relâchement sur plusieurs mesures ; **Gfx Cum Tmp** au maximum pour la répartition ; **Gfx Make Up** à 1 pour suivre la compensation Out->In (chapitre 8).
- **Un instant précis** : **Gfx Photo** vers 1 s fige l'historique entre deux mises à jour, le temps de l'examiner.
- **La détection** : **Gfx Detects** à 1 ou 2 isole les courbes de détection, pour comparer crête, RMS et enveloppe (chapitre 13).

CHAPITRE 5

L’onglet MAIN et les presets

L’onglet **MAIN** est celui qui s’affiche à l’ouverture du plugin. Il réunit la gestion des presets et des réglages globaux, qui agissent sur l’ensemble de la chaîne.

C’est aussi la porte d’entrée vers les 80 presets livrés avec Comprendre. Chacun porte le nom d’un plugin du commerce que François a imité, en comparant les courbes de gain avec le mode d’analyse du chapitre 24 : des compresseurs optiques, des FET, des vari-mu, des compresseurs de bus, des outils de mastering, des conceptions purement numériques, et même des saturateurs. Pour le compositeur pressé, c’est une palette de caractères prête à l’emploi. Pour celui qui veut apprendre, c’est une bibliothèque de quatre-vingts façons de construire un compresseur, toutes lisibles grâce au jaune (chapitre 3). Et chaque preset que vous enregistrerez vous-même, pour une voix, un bus de batterie ou un master, viendra enrichir cette bibliothèque. Le chapitre 25 présente les presets fournis, famille par famille.



Figure 7 — L'onglet MAIN.

Réglage	Rôle	Chapitre
Monitor Delta	écouter la différence entre sortie et entrée	7
Input Db	gain d’entrée	7
Ch.0 Db, Ch.1 Db	gains par canal (headroom externe)	7
Sidechain	part du sidechain dans la détection	14
Load	charger un preset	ce chapitre
Analyse SC	afficher le gain d’un compresseur placé en sidechain	24
Oversampling	suréchantillonnage	7
X Filters Taps, fenêtre, beta	filtres de bande FIR de la détection et de la cible	14

Réglage	Rôle	Chapitre
Save	enregistrer un preset	ce chapitre
Phase	polarité de la sortie	7
Pre Clip Mode	mode du pré-clipper	7
Headroom	headroom interne	7
Post Clip Mode	mode du post-clipper	7
L/R to M/S	travail en gauche/droite ou en Mid/Side	7
Output Db	gain de sortie	7
Snap Out->In (sous Output Db)	reporter la compensation Out->In dans l'Output Db	8

Enregistrer et charger un preset

Le bouton **Save** ouvre une fenêtre d'enregistrement de fichier ; le bouton **Load**, une fenêtre d'ouverture. Les presets sont des fichiers portant l'extension **.preset**. Si le fichier choisi existe déjà, une confirmation est demandée avant de le remplacer.

Par défaut, ces fenêtres s'ouvrent dans un dossier **Comprendre**, créé automatiquement dans le dossier des données d'application de l'utilisateur :

Système	Dossier des presets
Windows	`C:\Users\<nom>\AppData\Roaming\Comprendre`
macOS	`~/Library/Comprendre`
Linux	`~/.config/Comprendre`

Vous pouvez enregistrer vos presets ailleurs : le dossier Comprendre n'est qu'une proposition.

Ce que contient un preset

Un preset contient la valeur de **tous** les paramètres du plugin, y compris les réglages d'affichage (onglet GRAPHS, **Gfx Lin/Db**, **Gfx Secs**). Charger un preset modifie donc aussi l'apparence des graphes.

C'est un fichier texte au format XML : un élément racine `<Parametres>` et une ligne `<PARAM id="…" value="…"/>` par réglage, où l'identifiant est celui indiqué dans les fiches de ce manuel. On peut donc l'ouvrir dans un éditeur de texte pour vérifier une valeur.

> **Presets incomplets**
>
> Si un fichier preset ne contient pas certains réglages (par exemple un fichier modifié à la main), ces réglages gardent leur valeur actuelle au chargement ; ils ne sont pas remis à leur valeur par défaut.

Après un chargement, les noms des réglages et des onglets modifiés passent en jaune (chapitre 3) : on voit d'un coup d'œil ce que le preset change par rapport aux réglages par défaut.

♪ En musique : partir d'un preset

Un preset a été construit sur un extrait donné, en imitant un plugin réglé d'une certaine façon. Votre piste n'a pas le même niveau : commencez donc presque toujours par retoucher le **Threshold**, jusqu'à obtenir la quantité de compression que vous visez, avant de juger le caractère. Ajustez ensuite le **Release** au tempo. Les presets fournis ne compensent pas eux-mêmes le niveau qu'ils font perdre ou gagner : pour les comparer entre eux, laissez l'auto-volume **Out->In** travailler à une ou deux secondes (chapitre 8), sinon le plus fort vous paraîtra le meilleur. Enfin, chargez votre preset « par défaut » avant d'en essayer un autre : comme les presets ne contiennent pas toujours tous les réglages, c'est le moyen d'entendre chacun tel qu'il a été enregistré.

♪ En musique : deux lectures d'une même machine

Comparez **slate_fg2a** et **waves_la2a**, deux imitations de plugins qui émulent le même compresseur optique, le LA-2A. La première tient en quatre réglages : **Attack** à 7,5 ms, **Knee** à 12 dB, un **Fet even** à peine négatif (−0,032) dans l'onglet WS et, surtout, un **Env Offset** de −0,55 dans l'onglet GR (cv). Ce décalage de l'enveloppe est, comme François le dit dans sa présentation en français, le réglage dont il se sert le plus pour imiter les compresseurs, et il le trouve flagrant sur le LA-2A. La seconde en compte treize, parmi lesquels une courbe en décibels, un genou de 25 dB, un relâchement automatique mélangé à moitié, un **Headroom** de −6 dB, des canaux à moitié déliés et une bande aiguë de l'égaliseur dynamique, à 7 kHz. Deux plugins, deux lectures d'une même machine, et deux chemins dans Comprendre pour les approcher : chargez-les tour à tour sur la même voix et écoutez ce qui les sépare.

Les réglages dans votre projet

Indépendamment des presets, votre logiciel hôte enregistre l'état complet de Comprendre avec votre projet (sous une forme binaire), et le restaure à la réouverture.

Un preset « par défaut »

Comprendre n'a pas de bouton de remise à zéro. Enregistrez dès la première utilisation un preset avec tous les réglages par défaut : le recharger vous ramènera à l'état initial.

Mesurer une machine, réglage par réglage

Les éditeurs qui modélisent un appareil « par mesure » enregistrent son entrée et sa sortie pour de nombreux niveaux, sources et réglages, sans reconstruire ses composants. La méthode a une limite, que résume Arvid Rosén, de Softube : avec vingt boutons, le nombre de combinaisons à mesurer devient astronomique. Même chez Universal Audio, qui pratique surtout la modélisation de circuit, on mesure souvent plusieurs exemplaires restaurés d'une machine pour en tirer une « unité de référence ». Les presets de Comprendre relèvent de la mesure, à l'échelle d'un musicien : chacun imite un plugin sur **un** réglage de ce plugin, celui que François a choisi pour l'analyse. C'est pourquoi un preset est un point de départ, et non la machine entière.

Version de démonstration et enregistrement

Tant que le plugin n'a pas été enregistré, il fonctionne en **mode démonstration**. Le son n'est en rien limité : pas de bruit ajouté, pas de coupure, pas de limite de durée. Seules deux fonctions manquent :

- le bouton **Save** est remplacé par un bouton **DEMO**, écrit en rouge : on ne peut pas enregistrer de preset (le chargement reste possible) ;
- l'état du plugin n'est **pas** enregistré dans votre projet : à la réouverture, Comprendre revient aux réglages par défaut.

Le bouton **DEMO** ouvre la fenêtre **Registration**. Saisissez l'adresse e-mail et le mot de passe de votre compte, puis cliquez sur **REGISTER**. Le plugin contacte le serveur de Skynext ; en cas de succès, le message « Registration Successful ! » s'affiche en vert. L'enregistrement est mémorisé sur l'ordinateur, dans le dossier Comprendre décrit plus haut.

> **Rouvrir le plugin**
>
> L'enregistrement ne prend effet qu'à la **prochaine ouverture** du plugin : retirez Comprendre de votre piste et remettez-le, ou rechargez votre projet. Le bouton **Save** apparaît alors à la place de **DEMO**.

L'enregistrement est lié à l'ordinateur : sur une autre machine, il faut enregistrer le plugin à nouveau.

CHAPITRE 6

Vue d’ensemble de la chaîne du signal

Dans un studio, le son d’un compresseur ne dépend pas que du compresseur. Il dépend de ce qu’on branche avant et après lui, du niveau auquel on l’attaque, de ce qu’on envoie à son détecteur. Comprendre contient ce câblage : gain d’entrée, matrice Mid/Side, écrêteur, un compresseur dont la détection peut écouter une autre piste ou une seule bande de fréquences, trois modules de couleur inspirés des grandes familles de machines, mélange parallèle, écrêteur de sortie. C’est un petit studio de mixage et de mastering, câblé dans un ordre précis, que vous pouvez parcourir de l’entrée à la sortie. Connaître cet ordre, c’est savoir où agir pour obtenir le son que vous cherchez.

Avant d’entrer dans le détail des réglages, il est utile d’avoir en tête le chemin complet que suit le son dans Comprendre. La plupart des surprises qu’on peut avoir avec le plugin s’expliquent par l’ordre des opérations : un gain appliqué avant ou après un clipper, une mesure faite avant ou après un filtre, une enveloppe placée avant ou après la courbe de transfert.

Un traitement échantillon par échantillon

Comprendre traite le son **échantillon par échantillon**. Chaque échantillon traverse toute la chaîne avant que le suivant n’entre ; il n’y a pas de traitement par blocs, pas d’analyse par fenêtres. Le compresseur peut donc réagir à l’échantillon près.

Lorsque le **suréchantillonnage** est activé (onglet **MAIN**, menu **Oversampling**), le son est d’abord converti à une fréquence plus élevée (×2 à ×16), et c’est **toute** la chaîne qui tourne à cette fréquence : la détection, les enveloppes, les saturations, les clippers, les auto-volumes et même les graphes. Les temps exprimés en secondes (attaque, relâchement, constantes des auto-volumes…) sont recalculés pour la fréquence interne et restent donc justes quel que soit le facteur choisi.

Le chemin complet

La figure suivante montre l’ordre exact des opérations, tel qu’il est programmé. Elle se lit colonne par colonne, de haut en bas.

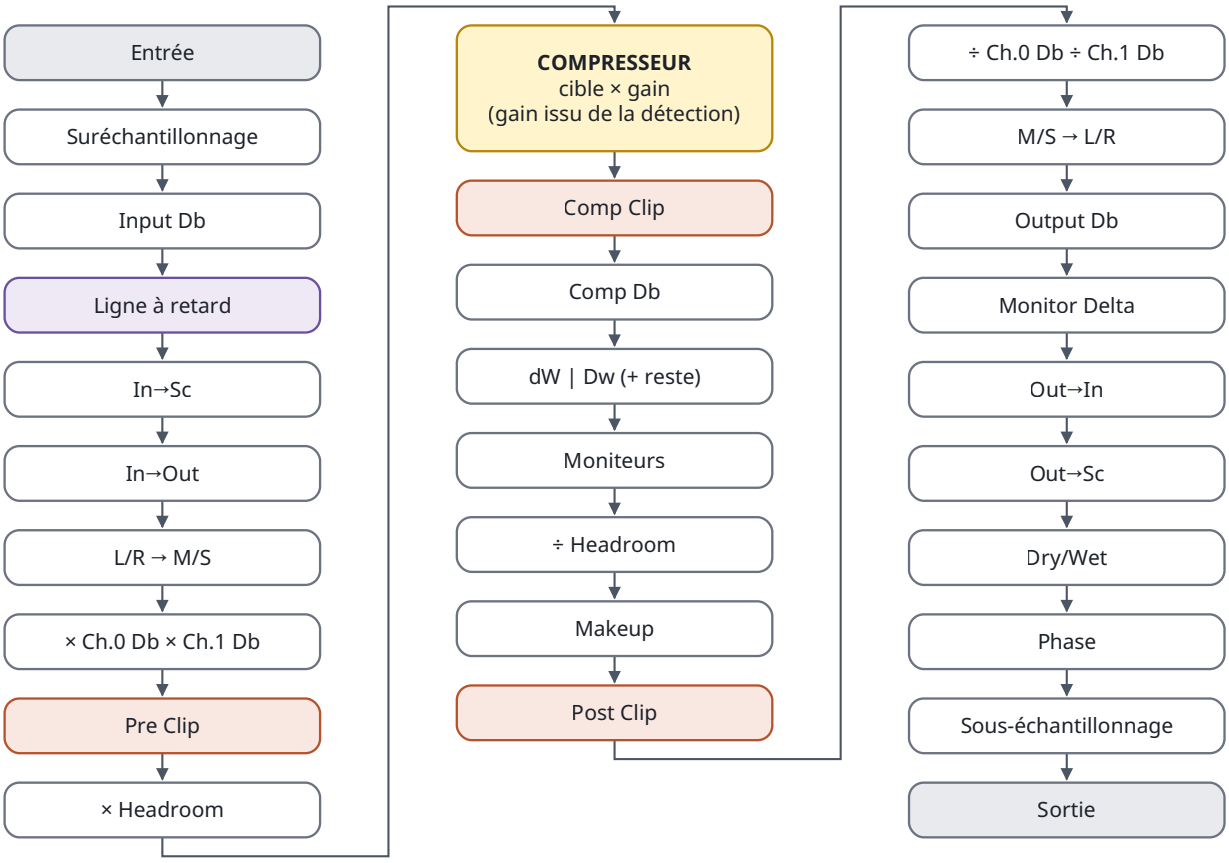


Figure 8 — La chaîne audible complète, de l'entrée à la sortie.

On peut y distinguer trois zones :

1. **Avant le compresseur** : gain d'entrée, auto-volumes d'entrée, passage éventuel en Mid/Side, gains par canal, pré-clipper et headroom. Ces étages préparent le signal ; ils sont décrits au chapitre 7, et les auto-volumes au chapitre 8.
2. **Le compresseur** proprement dit, qui calcule un gain à partir d'une branche de *détection* et l'applique à une branche *cible*.
3. **Après le compresseur** : clipper du signal compressé, mélanges, moniteurs d'écoute, makeup, post-clipper, gain de sortie, auto-volumes de sortie, dry/wet et inversion de polarité.

> **La ligne à retard**
>
> Juste après le gain d'entrée, chaque échantillon est écrit dans une ligne à retard. C'est elle qui permet au lookahead de « voir l'avenir » : la chaîne audible lit le signal avec un retard, tandis que la détection anticipée lit les échantillons plus récents. Elle sert aussi à aligner le signal sur le retard des filtres FIR (chapitre 14). Sans lookahead ni filtres FIR, le retard est nul.

> **♪ En musique : l'ordre s'entend**
>
> Un même réglage, placé à deux endroits de la chaîne, ne sonne pas pareil. Essayez sur une boucle de batterie qui crête près de 0 dBFS. Un **Pre Clip** à −3 dB rabote les crêtes **avant** le compresseur : celui-ci reçoit des transitoires déjà aplatis et réagit moins à chaque coup. Le même seuil sur le **Post Clip** laisse au contraire le compresseur réagir aux crêtes entières, puis rattrape ce qui dépasse encore après le makeup. Écoutez la différence sur les attaques de la caisse claire et sur la respiration de l'ensemble. Même logique pour le gain : monter **Input Db** fait tout travailler plus fort, jusqu'au niveau de sortie ; monter le **Headroom** ne fait travailler plus fort que l'intérieur de la chaîne, compresseur et saturations compris, puis rend le niveau (chapitre 7).

Ce qui est mesuré, ce qui est compressé

Dans un compresseur ordinaire, le signal que l'on mesure et le signal que l'on atténue sont le même. Comprendre les sépare en deux branches, réglables indépendamment.

- La **branche détection** (réglages de l'onglet **INPUT**) fabrique le signal que le compresseur va *mesurer*. On peut y mélanger le sidechain, y réinjecter la sortie (feedback), le filtrer, en modifier l'image stéréo, y injecter les égaliseurs dynamiques et le waveshaper sans les entendre.
- La **branche cible** (réglages de l'onglet **OUTPUT**) détermine la partie du signal qui sera *atténuée*. Des filtres peuvent n'en retenir qu'une bande de fréquences ou une partie de l'image stéréo : seule cette **cible** reçoit le gain du compresseur, le **reste** du signal passe à côté sans être compressé, puis les deux sont additionnés.

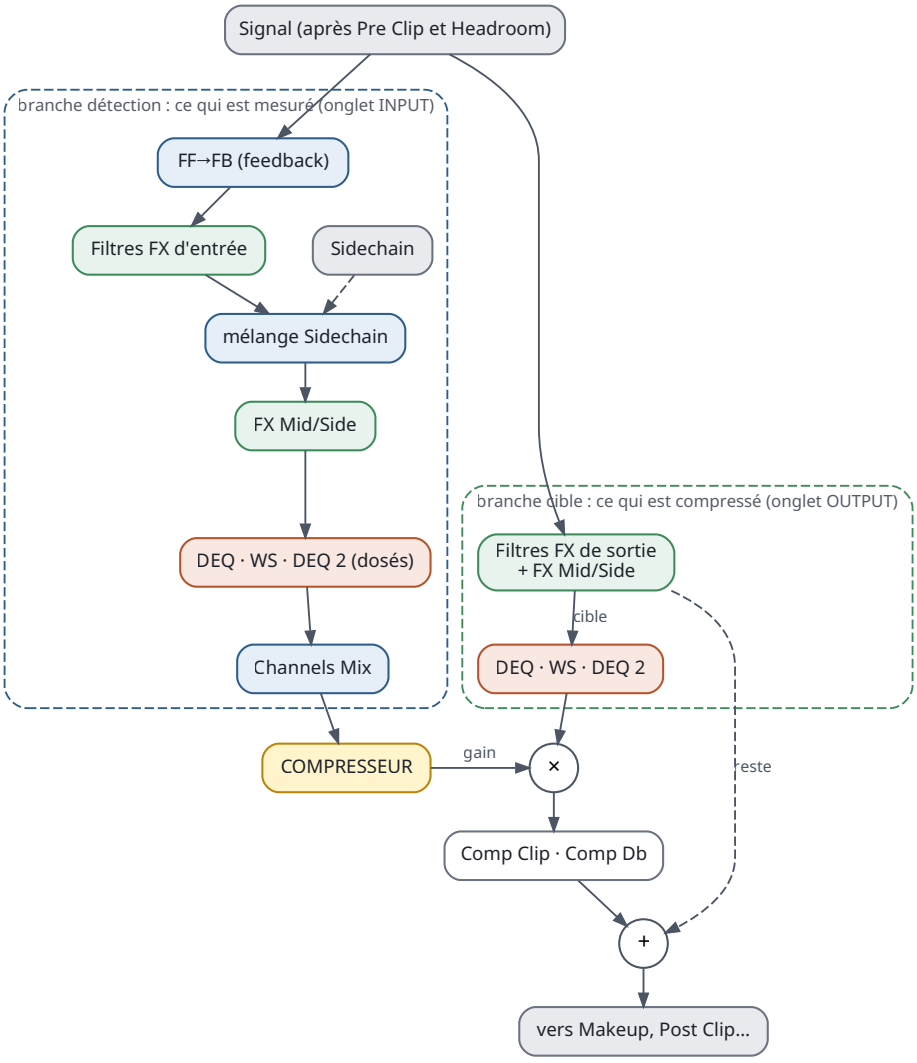


Figure 9 — Les deux branches du compresseur.

Par défaut, aucun filtre n'est engagé : la détection mesure le signal d'entrée tel quel et la cible est le signal entier (le reste est nul). Comprendre se comporte alors comme un compresseur classique. Le chapitre 14 détaille les deux branches.

> **♪ En musique : écouter ici, agir là**
>
> Séparer ce que le compresseur écoute de ce qu'il traite ouvre des gestes que l'on confie d'habitude à des appareils spécialisés. Une basse qui s'efface quand la grosse caisse frappe : la grosse caisse entre par le sidechain, la basse est la cible. Un de-esser : la détection n'écoute que les sifflantes, et la compression ne touche que les aigus de la voix. Un mix dont le grave ne fait plus pomper tout le reste : on retire le grave de la détection, sans le retirer du son. Dans sa vidéo sur la sélection de l'entrée et de la sortie, François va jusqu'à faire compresser les aigus d'après ce que contient le grave, et il présente cette séparation entre détection et cible comme une particularité de Comprendre. Les réglages de ces exemples sont donnés au chapitre 14, dans la section « Exemples de réglages ».

L’intérieur du compresseur

Le cœur du compresseur est une seule et même fonction, que le code appelle l’**usine**. Elle reçoit la valeur absolue du signal de détection et produit un gain, en enchaînant toujours les mêmes étapes :

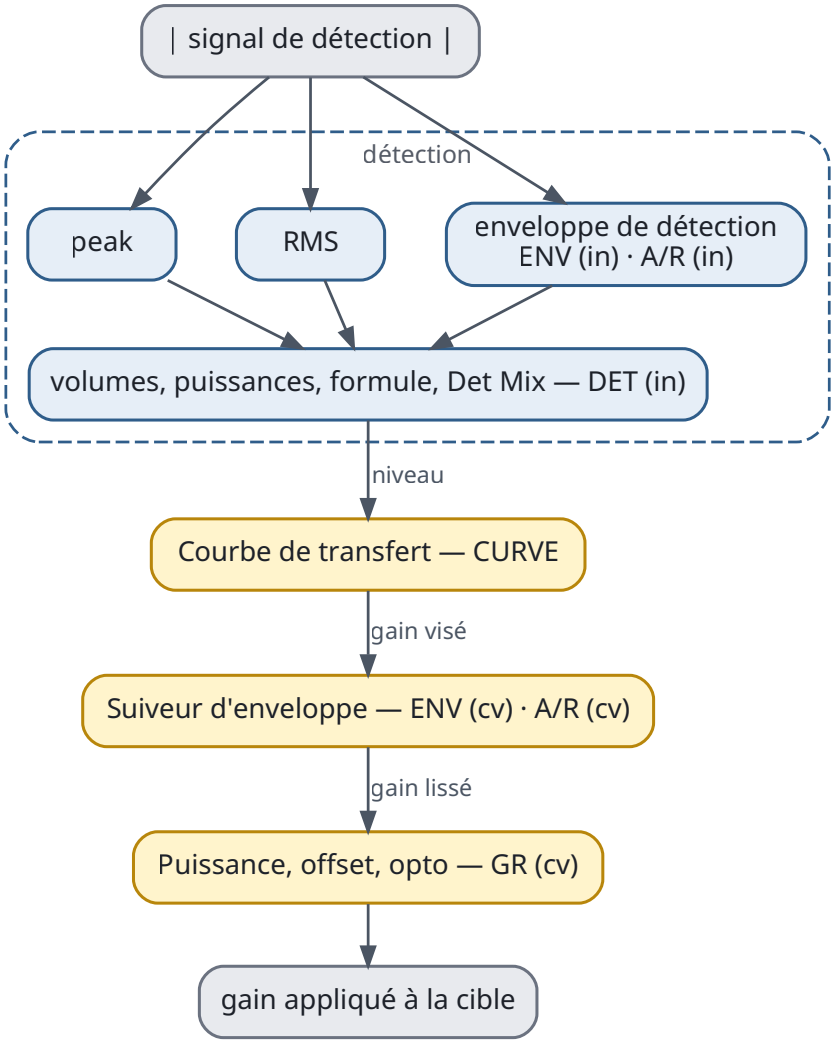


Figure 10 — Les étapes du calcul du gain.

1. **La détection** (onglet **DET (in)**) transforme le signal en un *niveau*. Elle combine trois mesures : la valeur crête instantanée (*peak*), une moyenne quadratique (*RMS*) et une enveloppe de détection, qui a ses propres réglages dans les onglets **ENV (in)** et **A/R (in)** (chapitre 13).
2. **La courbe de transfert** (potentiomètres Threshold, Ratio, Knee de la rangée principale et onglet **CURVE**) transforme ce niveau en *gain visé* : le gain qu’il faudrait appliquer pour respecter le ratio (chapitre 10).
3. **Le suiveur d’enveloppe** (onglets **ENV (cv)** et **A/R (cv)**) poursuit ce gain visé à une certaine vitesse : c’est lui que règlent les potentiomètres Attack et Release de la rangée principale (chapitres 11 et 12).
4. **Les options de réduction de gain** (onglet **GR (cv)**) déforment encore ce gain : puissance, décalage, designer optique (chapitre 15).

Le gain final multiplie la cible.

> **Deux enveloppes dans un compresseur**
>
> Il peut donc y avoir deux suiveurs d'enveloppe dans le même compresseur : l'un **avant** la courbe de transfert, dans la détection (onglets « (in) »), l'autre **après** (onglets « (cv) »). Par défaut, seul le second est actif. Les publications universitaires recommandent plutôt la position après la courbe, mais de nombreux compresseurs du commerce lissent le signal avant ; Comprendre propose les deux, et leur mélange.

> **Plusieurs étages dans un même boîtier**
>
> Enchaîner plusieurs traitements dans un seul appareil n'est pas une idée neuve. Le Focusrite Red 3, au milieu des années 1990, fabrique dans son side-chain des tensions de compression et de limitation séparées, qui pilotent un même VCA : le résultat, selon son fabricant, est « une vraie compression suivie d'une limitation », et non une compression qui se transforme en limitation. Le Shadow Hills Mastering Compressor place deux compresseurs en série dans chaque canal, un étage optique puis un étage discret de type VCA. Le Bettermaker Mastering Limiter (2017) fait suivre son limiteur d'un écrêteur analogique en deux étages, pour les transitoires qui lui échappent. Dans Comprendre, le pré-clipper, le compresseur, le designer optique, le clipper du compresseur et le post-clipper forment une chaîne du même genre, dont vous choisissez les étages actifs.

Les noms des onglets

Les 25 onglets sont rangés, de gauche à droite, à peu près dans l'ordre du parcours du signal. Leur nom indique le module et, entre parenthèses, l'endroit où il agit :

Suffixe	Signification
(in)	dans la détection, **avant** la courbe de transfert
(cv)	**après** la courbe de transfert (*curve*)
(gr)	sur la réduction de gain (*gain reduction*), c'est-à-dire l'opto
(la)	pour le lookahead
(ws)	pour le waveshaper
(bs)	pour le bias (Vari-Mu designer)

Les onglets **ENV** contiennent toujours les mêmes 14 réglages de suiveur d'enveloppe, et les onglets **A/R** les mêmes 14 réglages d'attaque et de relâchement : seul change le suiveur auquel ils s'appliquent. De même, les trois onglets **F** règlent chacun le traitement d'un « produit de saturation ».

Onglet	Rôle	Chapitre
MAIN	presets, suréchantillonnage, filtres FIR, gains d'entrée et de sortie, modes des clippers, headroom, M/S, sidechain, analyse, polarité	5, 7
INPUT	auto-volumes d'entrée, feedback, filtres et Mid/Side de la détection, envois des égaliseurs dynamiques et du waveshaper vers la détection, Channels Mix, écoute de la détection	8, 14

Onglet	Rôle	Chapitre
DET (in)	détection : peak, RMS, enveloppe, formules, mélange	13
ENV (in), A/R (in)	suiveur de l'enveloppe de détection	11, 12, 13
CURVE	courbe de transfert, gate, bornes de réduction	10
ENV (cv), A/R (cv)	suiveur après la courbe (le suiveur « classique »)	11, 12
GR (cv)	puissance, offset, designer optique	15
F (gr)	produit de saturation de l'opto	15, 16
MOD & LA	modulations et lookahead	22, 23
ENV (la), A/R (la)	suiveur de l'enveloppe de lookahead	22
DEQ	premier égaliseur dynamique (avant le waveshaper)	18
WS	waveshaper (FET designer)	17
F (ws)	produit de saturation du waveshaper	16, 17
DEQ (second)	second égaliseur dynamique (après le waveshaper)	18
BIAS src, DET (bs), ENV (bs), A/R (bs)	source du bias	19, 20
BIAS dst, F (bs)	destination du bias et son produit de saturation	21
OUTPUT	cible, clipper de la cible, mélanges, écoutes, Out→Sc	7, 8, 14
GRAPHS	réglages d'affichage	4

> **Deux onglets « DEQ »**
>
> La barre d'onglets affiche deux fois le nom **DEQ**. Le premier, à gauche de **WS**, est l'égaliseur dynamique placé avant le waveshaper ; le second, à droite de **F (ws)**, est celui placé après. Ce manuel les appelle **DEQ** et **DEQ 2**.

Ce que fait Comprendre avec ses réglages par défaut

Au chargement, Comprendre est un compresseur volontairement simple :

- la détection est la **valeur crête instantanée** du signal : ni RMS, ni enveloppe de détection, ni lissage ;
- la courbe de transfert est calculée **en linéaire**, avec un seuil de −20 dB, un ratio de 2:1 et un genou nul ;
- le suiveur d'enveloppe est **branché**, **linéaire**, avec une attaque et un relâchement de 10 ms en mode **logarithmique** (exponentiel) ;
- les canaux sont **liés** : un seul gain pour les deux canaux, calculé sur la moyenne de leurs valeurs absolues (réglage **Channels Mix** sur *Avg*, chapitre 14) ;
- aucun clipper, aucun auto-volume, aucune saturation, aucun filtre.

Tous les modules supplémentaires sont neutres tant qu'on ne les règle pas, et plusieurs d'entre eux (bias, lookahead, enveloppe de détection) ne sont même pas calculés tant qu'ils restent à leur réglage neutre.

> **♪ En musique : partir du plus simple**
>
> Avec ses réglages par défaut, Comprendre est un compresseur propre et sans couleur, dont tout le caractère vient du seuil, du ratio et des temps, comme sur les compresseurs à VCA (chapitre 2). François le décrit, dans sa première vidéo, comme très propre et fondé sur l'algorithme le plus simple. C'est le meilleur point de départ pour construire un son : réglez d'abord le seuil, le ratio et les temps sur votre source, puis ajoutez **une seule** couleur à la fois (le designer optique, le waveshaper, le bias, un égaliseur dynamique), en comparant à volume égal (chapitre 8). Vous saurez ainsi ce que chaque module apporte à votre voix, à votre basse ou à votre bus, et vous éviterez d'empiler des couleurs qui se masquent l'une l'autre.

Futur et présent : le lookahead

Lorsqu'on règle un lookahead (onglet **MOD & LA**, réglage **la delay** négatif), Comprendre fait tourner **deux fois** la chaîne de compression : une première fois sur le signal « futur », non retardé, pour savoir ce que la détection et l'enveloppe vont faire ; une seconde fois sur le signal « présent », retardé, qui est celui que l'on entend. La chaîne future ne produit aucun son : elle ne fournit que sa détection et son enveloppe, que la chaîne présente utilise selon les réglages du lookahead (chapitre 22).

Cette duplication a deux conséquences pratiques : avec un lookahead actif, la charge de calcul double à peu près, et le plugin déclare une latence à votre logiciel hôte.

Latence

Comprendre déclare à l'hôte la somme de trois retards :

- le **lookahead**, quand **la delay** est négatif ;
- le retard des **filtres FIR**, égal à (X Filters Taps − 1) / 2 échantillons dès que ce réglage est différent de 0 (chapitre 14) ;
- le retard propre au **suréchantillonnage**, qui dépend du facteur et du type de filtre (IIR ou FIR).

Sans lookahead, sans filtres FIR et sans suréchantillonnage, la latence est nulle.

> **♪ En musique : jouer à travers Comprendre**
>
> Si vous enregistrez en vous écoutant à travers Comprendre (un chanteur au casque, une basse branchée en direct), gardez une latence nulle : ni lookahead, ni filtres FIR, ni suréchantillonnage. Ces trois outils sont faits pour le mixage et le mastering, où votre logiciel hôte compense en principe le retard que le plugin lui déclare. Pour la prise, la rangée principale, le designer optique, le waveshaper ou le bias suffisent à donner du caractère sans ajouter de latence.

Pour aller plus loin

Lorsque le suréchantillonnage est actif, le retard des filtres FIR est compté en échantillons internes : le plugin le divise par le facteur de suréchantillonnage et l'arrondit à l'échantillon supérieur. Les clippers en mode ADAA introduisent un retard d'une fraction d'échantillon, qui n'est pas déclaré.

CHAPITRE 7

Entrée, sortie, clippers et headroom

Ce chapitre décrit tout ce qui entoure le compresseur : les gains d'entrée et de sortie, le passage en Mid/Side, les gains par canal, les trois clippers, les deux headrooms, le makeup, la liaison des canaux, les mélanges dry/wet et les moniteurs d'écoute. Ces réglages se trouvent sur la rangée principale et dans les onglets **MAIN** et **OUTPUT**.

Ce sont les outils de l'ingénieur de mastering, et de tous ceux qui veulent garder la main sur le niveau. On y trouve de quoi attaquer le compresseur au bon niveau, écrêter les crêtes avant de les limiter, comme le conseille François, traiter séparément le centre et les côtés de l'image stéréo, mêler le son compressé au son d'origine pour une compression parallèle, et même écouter ce que le compresseur retire. Dans une salle de mastering, ces fonctions se répartissent entre plusieurs appareils et une console ; ici, elles encadrent le compresseur dans un ordre précis, détaillé ci-dessous.



Figure 11 — Les réglages d'entrée et de sortie : rangée principale et onglet MAIN.

Leur ordre dans la chaîne est le suivant (voir aussi la figure du chapitre 6) :

1. suréchantillonnage ;
2. **Input Db** ;
3. auto-volumes d'entrée **In→Sc** et **In→Out** (chapitre 8) ;
4. **L/R to M/S** ;
5. **Ch.0 Db** et **Ch.1 Db** ;
6. **Pre Clip** ;
7. **Headroom** ;
8. *le compresseur* ;
9. **Comp Clip**, **Comp Db**, **dW | Dw** ;
10. moniteurs ;
11. retour du **Headroom** ;

12. **Makeup** ;
13. **Post Clip** ;
14. retour de **Ch.0 Db** et **Ch.1 Db**, retour de Mid/Side en gauche/droite ;
15. **Output Db** ;
16. **Monitor Delta** ;
17. auto-volumes de sortie **Out→In** et **Out→Sc** (chapitre 8) ;
18. **Dry/Wet** ;
19. **Phase**.

> **0 dB veut dire « neutre »**
> Tous les gains de ce chapitre vont de −24 à +24 dB. À 0 dB, l'étage est simplement court-circuité. De même, les trois clippers sont désactivés lorsque leur seuil est à 0 dB : il n'y a pas d'écrêtage à 0 dBFS par défaut.

Suréchantillonnage

Oversampling

onglet MAIN

Choix : 1X · 2X IIR · 4X IIR · 8X IIR · 16X IIR · 2X FIR · 4X FIR · 8X FIR · 16X FIR **Défaut :** 1X **Identifiant :** `oversampling`

Choisit le facteur de suréchantillonnage (×2, ×4, ×8, ×16) et le type des filtres de conversion : **IIR** (filtres demi-bande polyphasés, faible latence, phase non linéaire) ou **FIR** (filtres demi-bande équiripple à phase linéaire, latence plus élevée). Ce sont les filtres de suréchantillonnage de la bibliothèque JUCE, réglés en qualité maximale.

Toute la chaîne de Comprendre tourne ensuite à la fréquence suréchantillonnée. Le coût de calcul augmente donc à peu près proportionnellement au facteur choisi. Le suréchantillonnage réduit le repliement spectral produit par les étages non linéaires : clippers, waveshaper, bias, et le compresseur lui-même lorsque ses temps sont très courts.

> **Suréchantillonnage et filtres FIR**
> La taille des filtres de bande FIR (**X Filters Taps**, chapitre 14) n'est pas adaptée automatiquement au suréchantillonnage. Comme ces filtres tournent à la fréquence interne, il faut multiplier la valeur de X Filters Taps par le facteur de suréchantillonnage pour conserver la même sélectivité : 65 à 1X correspond à peu près à 129 à 2X.

Gain d'entrée

Input Db

onglet MAIN

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `entree_premier`

Gain appliqué au signal dès son entrée dans le plugin, avant toute autre opération (juste après le suréchantillonnage). Il agit sur tout ce qui suit, y compris la courbe rouge des graphes (niveau d'entrée), la référence des auto-volumes et la partie *dry* du mélange **Dry/Wet**.

Il ne s'applique **pas** au signal sidechain.

Gauche/droite ou Mid/Side

L/R to M/S

onglet MAIN

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `lrms`

Choisit la représentation stéréo dans laquelle travaille tout le plugin. Ce potentiomètre n'a que trois positions :

- **0** : gauche/droite. Le canal 0 est la gauche, le canal 1 la droite.
- **+1** : Mid/Side. Le canal 0 devient le Mid, M = (G + D) / 2, et le canal 1 le Side, S = (G − D) / 2.
- **−1** : Side/Mid. Les mêmes signaux, canaux échangés : le canal 0 est le Side, le canal 1 le Mid.

La conversion inverse est faite en fin de chaîne, juste avant **Output Db** ; elle reconstitue exactement la gauche et la droite.

L'intérêt de ce réglage apparaît dès qu'un traitement agit canal par canal : gains **Ch.0 Db** et **Ch. 1 Db**, clippers en mode *Unlink* ou *Adaa*, compression déliée (**Channels Unlink**), choix d'un seul canal pour la détection (**Channels Mix**). On peut ainsi, par exemple, compresser le Mid et le Side séparément.

Ce réglage est sans effet sur un signal mono.

> **Le sidechain n'est pas converti**
>
> Le signal sidechain entre dans la détection tel quel, en gauche/droite. En mode Mid/Side avec la détection sur le sidechain, le canal 0 du détecteur mélange donc le Mid du signal interne et la voie gauche du sidechain.

> **De la gravure au mastering : le Mid/Side**
>
> Le traitement Mid/Side vient de la gravure du disque. Le Fairchild 670 pouvait fonctionner en deux limiteurs indépendants, ou en limiteur des composantes « latérale et verticale », c'est-à-dire de la somme et de la différence des canaux. Ce mode **Lateral/Vertical** sert aujourd'hui au traitement Mid/Side, et une astuce de mixage consiste à s'en servir sur un bus de batterie pour compresser les côtés indépendamment du centre. La radio FM, elle, transmet en somme et différence, d'où sa compatibilité mono. Les compresseurs de mastering ont ensuite adopté le principe : modifications M/S du Manley Variable Mu, matrice intégrée de l'elysia alpha, algorithme MD3 du TC Electronic System 6000, mode Mid/Side du Bettermaker Mastering Limiter.

Gains par canal : le headroom externe

Ch.0 Db

onglet MAIN

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `lrms_a`

Gain appliqué au canal 0 (gauche, Mid ou Side selon **L/R to M/S**), juste avant le pré-clipper. Le gain inverse est appliqué à la fin de la chaîne, après le post-clipper, si bien que le niveau de sortie n'est pas modifié.

Ch.1 Db

onglet MAIN

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `lrms_z`

Même chose pour le canal 1.

Ces deux gains forment ce que François appelle le **headroom externe** : ils entourent toute la chaîne, clippers compris. Monter **Ch.0 Db** de 6 dB revient à faire travailler le pré-clipper, le compresseur, le clipper du compresseur et le post-clipper 6 dB plus fort sur ce canal, puis à redescendre de 6 dB en sortie. Contrairement au **Headroom** (ci-dessous), ils se règlent canal par canal, ce qui en fait un outil de déséquilibre volontaire, en particulier en Mid/Side : pousser le Side dans les clippers et le compresseur, sans toucher au Mid. Ils sont sans effet sur un signal mono.

Les clippers

Comprendre contient trois clippers :

Clipper	Seuil	Mode	Position
pré-clipper	**Pre Clip** (rangée principale)	**Pre Clip Mode** (MAIN)	avant le compresseur
clipper du compresseur	**Comp Clip** (OUTPUT)	**Comp Clip Mode** (OUTPUT)	juste après le gain du compresseur, sur la cible seulement

Clipper	Seuil	Mode	Position
post-clipper	**Post Clip** (rangée principale)	**Post Clip Mode** (MAIN)	après le makeup

Le pré-clipper répond à une pratique courante : écrêter légèrement un signal avant de le limiter. Comprendre peut fonctionner comme un limiteur (ratio élevé, attaque nulle), et il intègre ce pré-clipper.

Les modes

Les menus de mode proposent quatre choix (trois pour **Comp Clip Mode**, qui n'a pas de mode *Linked*) :

- **Linked** : le canal le plus fort détermine l'écrêtage. Si la valeur absolue la plus grande des canaux dépasse le seuil, **tous** les canaux sont multipliés par le même rapport seuil / valeur. Le canal le plus fort est écrêté exactement au seuil et les autres sont abaissés dans la même proportion : l'image stéréo est préservée, mais le canal le plus faible subit les variations de gain imposées par l'autre.
- **Unlink** : chaque canal est écrêté pour lui-même, par un écrêtage dur (le signal est borné entre −seuil et +seuil).
- **Adaa 1** : écrêtage dur par canal, calculé avec la technique d'*antiderivative anti-aliasing* du premier ordre. Au lieu d'écrêter chaque échantillon, on calcule la moyenne de la fonction d'écrêtage entre deux échantillons successifs, à l'aide de sa primitive. Le repliement spectral est fortement réduit, au prix d'un très léger adoucissement des aigus.
- **Adaa 2** : la même technique au second ordre : encore moins de repliement, des aigus un peu plus atténués.

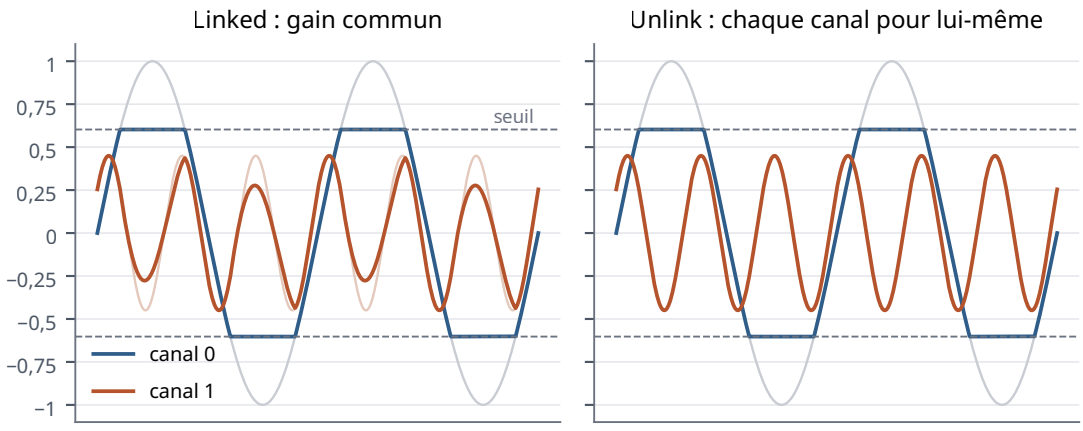


Figure 12 — Pre Clip en mode Linked et en mode Unlink : deux canaux d'amplitudes différentes, seuil à −4,4 dB.

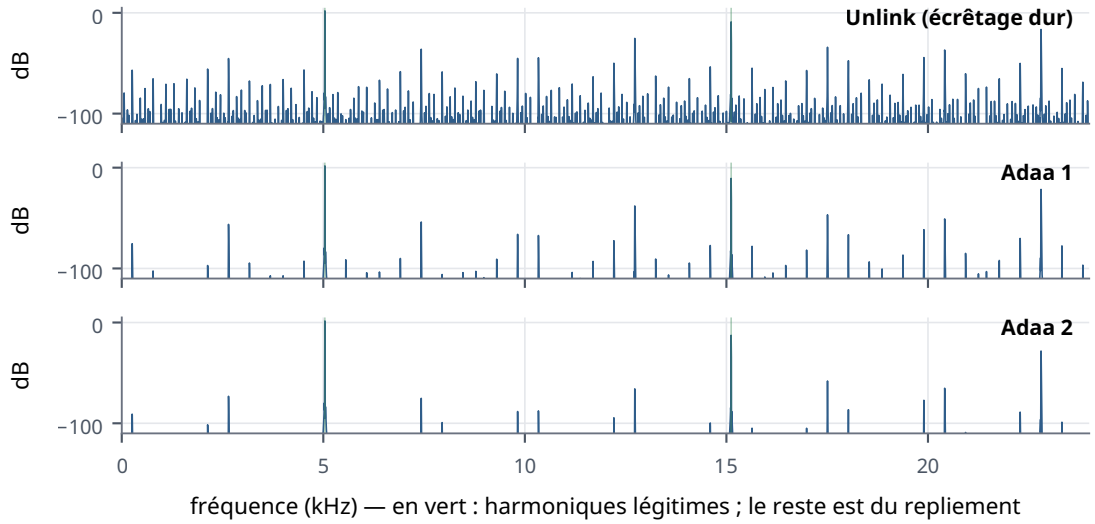


Figure 13 — Spectre d'un sinus de 5 kHz écrêté de 9,5 dB, à 48 kHz : écrêtage dur, Adaa 1 et Adaa 2. Toutes les raies hors des harmoniques impaires (en vert) sont du repliement.

Le mot de l'auteur

François décrit l'ADAA comme un « suréchantillonnage du pauvre » : un moyen peu coûteux de rendre l'écrêtage plus propre, comparable dans son effet à un filtre à un ou deux pôles. Adaa 2 est le plus propre des deux, mais le son peut sembler un peu plus étouffé.

Pour aller plus loin

L'ADAA du premier ordre remplace f(x[n]) par $(F_1(x[n]) - F_1(x[n-1])) / (x[n] - x[n-1])$, où F_1 est la primitive de la fonction d'écrêtage ; le second ordre utilise la primitive seconde F_2 sur trois échantillons. Lorsque deux échantillons successifs sont presque égaux, le calcul revient à la fonction elle-même. Ces deux méthodes retardent le signal d'environ un demi-échantillon (ordre 1) et d'un échantillon (ordre 2) ; ce retard n'est pas compensé.

Pre Clip

onglet rangée principale

Plage : −24 à 0 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `sol`

Seuil du pré-clipper. À 0 dB, le pré-clipper est désactivé. Le seuil s'applique au signal après **Input Db**, les auto-volumes d'entrée, la conversion Mid/Side et les gains **Ch.0 Db**/**Ch.1 Db**.

Pre Clip Mode

onglet MAIN

Choix : Linked · Unlink · Adaa 1 · Adaa 2 **Défaut :** Linked **Identifiant :** `sol_adaa`

Mode du pré-clipper : *Linked*, *Unlink*, *Adaa 1* ou *Adaa 2* (voir ci-dessus).

♪ En musique : écrêter avant de limiter

François le rappelle dans ses vidéos : quand on se sert d'un limiteur, on dit souvent qu'il est bon d'écrêter un peu avant, et c'est pour cela que Comprendre intègre un pré-clipper. Le clipper prend en charge les crêtes les plus brèves (l'attaque d'une caisse claire, le claquement d'une grosse caisse), que l'oreille remarque souvent peu quand elles perdent 1 ou 2 dB ; le limiteur, qui n'a plus à les attraper, travaille moins sur le reste. Pour faire de Comprendre un limiteur de master, réglez **Ratio** à 42 et **Attack** à 0 (le lookahead du chapitre 22 peut compléter), puis descendez le **Pre Clip** jusqu'à ce qu'il ne touche que ces crêtes. Écoutez les attaques : si elles se mettent à grésiller ou à durcir, remontez le seuil, passez en **Adaa 1** ou **Adaa 2**, plus propres mais un peu plus mats, ou montez le suréchantillonnage. **Linked** préserve l'image stéréo ; les autres modes écrêtent chaque canal pour lui-même. Le **Post Clip**, en bout de chaîne, rattrapera ce qui a échappé au limiteur.

Le clipper du compresseur, réglé dans l'onglet **OUTPUT**, est décrit plus loin avec les autres réglages de cet onglet. Le post-clipper l'est avec le makeup.

Headroom : le headroom interne

Headroom

onglet MAIN

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `chambre`

Gain appliqué juste après le pré-clipper, à l'entrée du compresseur ; le gain inverse est appliqué après le compresseur et les moniteurs, juste avant le **Makeup**.

Ce headroom est donc **à l'intérieur** des pré- et post-clippers. Monter le **Headroom** fait entrer le signal plus fort dans le compresseur (ce qui revient, pour la compression, à abaisser le seuil) et dans le clipper du compresseur, sans changer ni le niveau de sortie, ni le travail du pré- et du post-clipper.

Le mot de l'auteur

Pourquoi deux headrooms ? Parce qu'il y a des clippers. Les gains **Ch.0 Db**/**Ch.1 Db** agissent le plus à l'extérieur possible : il n'y a rien avant eux, à part l'entrée, et rien après, à part la sortie. Le **Headroom** agit à l'intérieur des clippers. Si les clippers ne sont pas utilisés, les deux reviennent au même ; s'ils le sont, le résultat est très différent.

Headroom et sidechain

Le **Headroom** ne s'applique pas au signal sidechain. Quand la détection est entièrement assurée par le sidechain (**Sidechain** à 1), le Headroom n'a donc plus d'effet sur la compression elle-même : le gain d'entrée et le gain inverse se compensent autour du compresseur.

> **♪ En musique : le Headroom pour pousser l'intérieur**
>
> Le **Headroom** agit comme un « drive » sur tout l'intérieur de la chaîne. Monté de quelques décibels, il fait compresser davantage, comme un seuil plus bas, mais il fait aussi entrer le signal plus fort dans le waveshaper, qui travaille sur des amplitudes (chapitre 17), et dans le clipper du compresseur ; le gain inverse ramène ensuite le tout au niveau d'origine, à la compression près. Sur un preset qui sature, c'est une façon simple d'épaissir le grain sans changer le travail du pré- et du post-clipper. Gardez un œil sur les égaliseurs dynamiques, qui écrêtent leur signal au plein niveau interne dès qu'une de leurs bandes est active (chapitre 18). Huit presets fournis s'en servent, de −15 dB (**acqua_titanium**) à +12 dB : **klang_mjuc_mk1** et **acqua_ash-ultra** associent un Headroom de +12 dB à un **Threshold** de 0 dB et à un **Ratio** de 42, tandis que **waves_la2a** et **kush_silka** le baissent de 6 et de 7 dB.

Après le compresseur : l'onglet OUTPUT



Figure 14 — L'onglet OUTPUT : écoutes, clipper du compresseur, mélanges, Out→Sc.

Rappelons que le gain du compresseur ne s'applique qu'à la **cible**, c'est-à-dire la partie du signal retenue par les filtres de sortie (chapitre 14). Le **reste** du signal passe à côté du compresseur. Par défaut, la cible est le signal entier.

Comp Clip

onglet OUTPUT

Plage : −24 à 0 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `fauxplafond`

Seuil du clipper placé juste après le gain du compresseur. Il n'agit que sur la cible compressée, avant qu'on lui rajoute le reste du signal. Comme il se trouve à l'intérieur du **Headroom**, son seuil effectif suit le Headroom. À 0 dB, il est désactivé.

Comp Clip Mode

onglet OUTPUT

Choix : Unlink · Adaa 1 · Adaa 2 **Défaut :** Unlink **Identifiant :** `fauxplafond_adaa`

Mode de ce clipper : *Unlink*, *Adaa 1* ou *Adaa 2*. Il n'existe pas de mode *Linked* pour ce clipper : chaque canal est toujours écrêté pour lui-même.

Comp Db

onglet OUTPUT

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `sortie_mix`

Gain appliqué à la cible compressée seule, juste après **Comp Clip**. Le reste du signal n'est pas affecté : ce réglage permet de doser la partie compressée par rapport à la partie non ciblée.

dW | Dw

onglet OUTPUT

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `sortie_heros`

Un second mélange entre signal compressé et signal non compressé, réalisé à l'intérieur de la chaîne. Notons D le signal non compressé (la cible avant compression, plus le reste) et W la cible compressée. Alors :

- à **0** (défaut), la sortie est W + reste : le fonctionnement normal ;
- entre **0 et +1**, la sortie est D + (1 − h)·W : on part d'une compression parallèle à 100 %/100 % et on retire progressivement le compressé ; à +1, il ne reste que D, sans aucune compression ;
- entre **−1 et 0**, la sortie est (1 + h)·D + W (h étant négatif) : on retire progressivement le non-compressé ; à −1, il ne reste que W, la cible compressée seule, **sans** le reste du signal.

Contrairement au **Dry/Wet**, le « dry » de ce mélange est pris à l'intérieur de la chaîne : après le pré-clipper, le Headroom et les filtres de sortie.

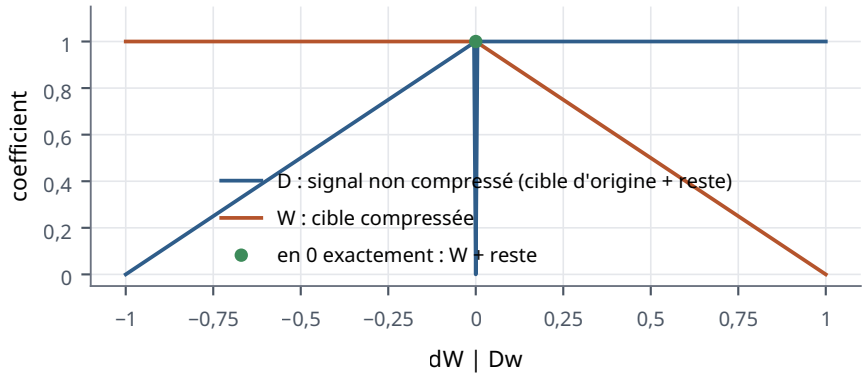


Figure 15 — Coefficients du mélange dW | Dw selon la position du réglage.

Attention au voisinage de zéro

Le passage par 0 n'est volontairement pas continu, et il faut le savoir à l'usage. Exactement à 0, la sortie vaut W + reste ; juste à côté de 0, elle vaut à peu près D + W, c'est-à-dire le signal non compressé **plus** le signal compressé, soit sensiblement plus fort. Le potentiomètre est pensé comme deux réglages en un : l'un de « dry vers wet », l'autre de « wet vers dry ». À −1, le reste du signal (la partie non ciblée par les filtres de sortie) disparaît : on n'entend que la cible compressée. La valeur par défaut, 0, n'est concernée par aucun de ces deux effets.

Makeup et post-clipper

Makeup

onglet rangée principale

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `maquillage`

Gain de compensation appliqué après le retour du **Headroom** et **avant le post-clipper** : il est donc « à l'intérieur » des clippers. Il s'applique aussi aux signaux des moniteurs.

Sous ce potentiomètre, le bouton **Snap Out->In** ajoute au Makeup la compensation calculée par l'auto-volume **Out→In** (chapitre 8).

> **Le mot de l'auteur**
>
> Pour compenser le volume, il y a deux écoles : le **Makeup**, à l'intérieur des clippers, ou l'**Output Db**, tout à la fin. Si les clippers ne sont pas utilisés, les deux reviennent au même.

Post Clip

onglet rangée principale

Plage : −24 à 0 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `plafond`

Seuil du post-clipper, placé juste après le **Makeup**. Il s'applique au signal encore en Mid/Side si ce mode est actif, et encore multiplié par les gains **Ch.0 Db**/**Ch.1 Db**. À 0 dB, il est désactivé.

Lorsqu'un moniteur d'écoute est actif (sauf **Monitor Delta**), le post-clipper n'est pas appliqué au signal écouté.

Post Clip Mode

onglet MAIN

Choix : Linked · Unlink · Adaa 1 · Adaa 2 **Défaut :** Linked **Identifiant :** `plafond_adaa`

Mode du post-clipper : *Linked*, *Unlink*, *Adaa 1* ou *Adaa 2*, comme pour le pré-clipper.

Gain de sortie

Output Db

onglet MAIN

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `sortie_dernier`

Gain de sortie, appliqué après le retour en gauche/droite. Il n'est pourtant pas tout à fait le dernier étage : viennent encore après lui **Monitor Delta**, les auto-volumes **Out→In** et **Out→Sc**, le **Dry/Wet** et la **Phase**.

Deux conséquences : la partie *dry* du **Dry/Wet** ne reçoit pas l'Output Db, et l'auto-volume **Out→In**, s'il est actif, finit par neutraliser l'Output Db (comme le Makeup), puisqu'il ramène la sortie au niveau de l'entrée.

Sous ce potentiomètre, dans l'onglet MAIN, un second bouton **Snap Out->In** ajoute la compensation de **Out→In** à l'Output Db plutôt qu'au Makeup.

Lier ou délier les canaux

Channels Unlink

onglet rangée principale

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `rupture`

Règle la liaison stéréo du compresseur.

- À **0** (défaut), les canaux sont **liés** : les signaux de détection des deux canaux sont réunis en un seul (selon le réglage **Channels Mix** de l'onglet INPUT : moyenne, canal 0, canal 1, minimum ou maximum, chapitre 14), un seul compresseur calcule un seul gain, appliqué aux deux canaux.
- À **1**, les canaux sont **déliés** : chaque canal a son propre compresseur, avec sa propre détection et son propre gain.
- Entre les deux, les **deux** calculs sont faits en parallèle et les deux gains sont mélangés linéairement : gain = gain lié × (1 − u) + gain du canal × u. Ce n'est pas un degré de liaison de la détection, mais un mélange des résultats. La charge de calcul est alors à peu près doublée.

Avec **L/R to M/S**, délier les canaux revient à compresser séparément le Mid et le Side.

♪ En musique : lier, délier, et le Mid/Side au mastering

Canaux liés, une caisse claire placée un peu à gauche fait baisser les deux côtés à la fois : l'image stéréo reste immobile, c'est le choix le plus sûr pour un bus ou un master. Canaux déliés, chaque côté vit sa vie : l'ensemble peut paraître plus large et plus vivant, mais l'image glisse parfois vers le côté le moins compressé. Les valeurs intermédiaires mélangent les deux : **klang_mjuc_mk1** et **waves_la2a** règlent **Channels Unlink** à 0,5, tandis que six presets, dont **softube_weiss** et **massenbug_drc2_piano**, délient complètement. En Mid/Side (**L/R to M/S** à +1), délier les canaux donne deux compresseurs, l'un pour le centre, l'autre pour les côtés. Au mastering, on peut ainsi tenir la voix, la basse et la grosse caisse, au centre, sans que les réverbérations et les guitares larges pompent avec elles ; ou, à l'inverse, compresser un peu les côtés pour stabiliser la largeur. Les gains par canal complètent le geste : en Mid/Side, monter **Ch.1 Db** de 2 ou 3 dB fait travailler les clippers et le compresseur plus fort sur le Side seulement, sans changer le niveau de sortie. Le chapitre 14 propose une autre voie : ne compresser que le Side grâce au Mid/Side de la cible.

Dry/Wet et polarité

Dry/Wet

onglet rangée principale

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `drywet`

Mélange final entre le signal d'entrée (*dry*) et le signal traité (*wet*) : sortie = entrée × (1 − w) + traité × w.

Le signal *dry* est l'entrée multipliée par **Input Db**, retardée de la latence interne pour rester aligné : il ne passe par aucun autre étage. Le signal *wet* comprend tout le reste, y compris **Output Db** et les auto-volumes de sortie.

Dry/Wet et filtres

Quand des filtres de sortie de type Linkwitz-Riley sont engagés (chapitre 14), la somme cible + reste a une réponse en fréquence plate mais une phase tournée. Mélangée au *dry*, qui n'a pas subi cette rotation, elle peut créer des interférences. François le montre dans sa vidéo sur les filtres FIR.

♪ En musique : la compression parallèle

Comprendre offre deux façons de mêler le son compressé au son d'origine. Le **Dry/Wet** est un fondu : à 50 %, vous entendez moitié entrée, moitié sortie traitée, et le *dry* est l'entrée intacte, à laquelle seul **Input Db** s'applique. Le réglage **dW | Dw**, entre 0 et +1, fait ce que font les ingénieurs sur leur console : il garde le son non compressé à plein niveau et lui **ajoute** le son compressé. Juste au-dessus de 0, les deux sont à plein niveau ; en allant vers +1, la part compressée diminue jusqu'à disparaître. Ce mélange a lieu à l'intérieur de la chaîne, avant le Makeup et le post-clipper, qui traitent donc la somme, et **Comp Db** règle le niveau de la seule partie compressée. Sur un bus de batterie, essayez une compression franchement exagérée (**Ratio** de 8 à 10, **Attack** 1 ms, **Release** de 50 à 100 ms, une dizaine de décibels de réduction), puis glissez-la sous le son d'origine : les attaques restent celles de la batterie, tandis que la partie compressée fait souvent remonter la pièce, le sustain des toms et les notes fantômes. Le mélange étant plus fort que l'original, comparez à volume égal (chapitre 8).

> **La compression « New York »**
>
> La compression parallèle a une longue histoire. Le réducteur de bruit Dolby A (1965) mélangeait déjà, dans son circuit, deux chemins dont l'un était compressé. En octobre 1977, Mike Beville décrit dans la revue *Studio Sound* un limiteur-compresseur placé en parallèle avec le signal direct, pour comprimer efficacement les niveaux faibles de la musique classique. C'est Bob Katz qui forge le terme de « compression parallèle », qu'il décrit comme une compression vers le haut ; le surnom de « New York » vient des ingénieurs new-yorkais qui en faisaient grand usage. Pourquoi cela marche : même un compresseur poussé en butée reste naturel s'il est mélangé bas sous le signal direct, et, comme le note Katz, la partie du signal qui ne passe pas par le traitement réduit la distorsion. Le Weiss DS1-MK2, l'elysia alpha et le SSL Bus Compressor 2 ont ensuite intégré ce mélange.

Phase

onglet MAIN

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `phase`

Inverse la polarité de toute la sortie, *dry* compris : c'est la toute dernière opération. Le bouton **coché** (réglage par défaut) correspond à la polarité **normale** ; décoché, la sortie est inversée.

Ce réglage sert surtout à la méthode d'analyse décrite au chapitre 24 : en inversant la polarité de Comprendre et en l'additionnant au signal d'un autre compresseur, on entend leur différence.

Écouter ce qui se passe : les moniteurs

Plusieurs réglages remplacent le signal de sortie par un signal interne, pour l'écouter. Ils sont **exclusifs** : en activer un désactive les autres, avec une exception : **Monitor Comp** fonctionne avec **Monitor Output**, qu'il active automatiquement.

Monitor Delta

onglet MAIN

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `delta`

Fait entendre la **différence** entre la sortie et l'entrée : sortie − entrée. Ce qui reste, c'est exactement ce que Comprendre a modifié : la compression, mais aussi les changements de volume (Makeup, Output Db), l'écrêtage, la saturation, et le déphasage éventuel des filtres de sortie.

La différence est calculée après **Output Db**. Les auto-volumes de sortie, le **Dry/Wet** et la **Phase** s'appliquent encore après elle.

Monitor Input

onglet INPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fuite`

Fait entendre le **signal de détection** : ce que le compresseur mesure, après le mélange avec le sidechain, les filtres d'entrée, le feedback, le Mid/Side d'entrée et les envois des égaliseurs dynamiques et du waveshaper. Il est décrit au chapitre 14.

Monitor Output

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `sortie_cible`

Fait entendre la **cible non compressée** : la partie du signal retenue par les filtres de sortie et le Mid/Side de sortie, après les égaliseurs dynamiques et le waveshaper de la cible, mais sans le gain du compresseur et sans le reste du signal.

Monitor Comp

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `delta_cible`

Fait entendre la **cible compressée** (après **Comp Clip** et **Comp Db**), sans le reste du signal. Malgré son identifiant, ce n'est pas une différence : c'est le pendant compressé de **Monitor Output**, qu'il active automatiquement. Désactiver Monitor Comp désactive aussi Monitor Output.

D'autres moniteurs, propres à certains modules, permettent d'écouter un produit de saturation isolé : **Monitor opto** (onglet GR (cv), chapitre 15), **Monitor Fet** (onglet WS, chapitre 17) et **Mon bias sat** (onglet BIAS dst, chapitre 21). Ils obéissent à la même règle d'exclusivité.

> **Moniteurs et post-clipper**
> Le signal d'un moniteur subit encore le retour du Headroom, le Makeup, le retour des gains par canal, la conversion Mid/Side inverse et l'Output Db, mais pas le post-clipper.

> **♪ En musique : entendre ce que le compresseur enlève**
> **Monitor Delta** est l'écoute la plus honnête du plugin. Mettez **Makeup** et **Output Db** à 0 dB, puis activez-le : vous n'entendez plus que ce que le traitement a changé. Sur une voix, ce devraient être les syllabes trop fortes, et elles seules ; si toute la phrase passe dans la différence, le seuil est sans doute trop bas. Sur un bus de batterie, vous entendez les attaques que le compresseur rabote : allongez **Attack**, et le claquement disparaît de la différence, c'est-à-dire qu'il revient dans la sortie. Ajoutez du waveshaper ou du bias, et la différence fait entendre en plus les harmoniques ajoutées. C'est la meilleure école pour apprendre à reconnaître, à l'oreille, une compression trop lourde, et pour vérifier qu'un réglage subtil fait bien quelque chose.

CHAPITRE 8

Les auto-volumes

Comprendre contient quatre réglages qui ajustent automatiquement un niveau sur un autre, avec une certaine lenteur. François les appelle les **auto-volumes**. Le plus utile est **Out->In**, qui compense automatiquement la perte de volume due à la compression ; les trois autres permettent des rapprochements plus inhabituels entre l'entrée, la sortie et le sidechain.

Ce sont des outils d'honnêteté. À l'écoute, un son un peu plus fort paraît presque toujours meilleur : l'oreille y perçoit plus de grave, plus de présence, plus d'énergie. Un compresseur suivi d'un makeup généreux gagne ainsi bien des comparaisons, même quand il abîme le son. **Out->In** déjoue ce piège : il ramène la sortie au niveau moyen de l'entrée, si bien qu'en contournant Comprendre puis en le réactivant, vous n'entendez plus une différence de volume, mais une différence de forme : de punch, de densité, de couleur. C'est indispensable pour juger un réglage subtil, un mode d'enveloppe ou un designer de saturation, et précieux pour l'ingénieur de mastering, qui doit savoir si son traitement améliore vraiment le morceau. Les trois autres auto-volumes intéresseront le sound designer, et celui qui imite un compresseur (chapitre 24).

Réglage	Emplacement	Ce qui est ajusté	Vers quoi
Out->In Secs	rangée principale	la sortie	le niveau de l'entrée
In->Out Secs	onglet INPUT	l'entrée	le niveau de la sortie
In->Sc Secs	onglet INPUT	l'entrée	le niveau du sidechain
Out->Sc Secs	onglet OUTPUT	la sortie	le niveau du sidechain



Figure 16 — Les auto-volumes d'entrée dans l'onglet INPUT, et Out->In sur la rangée principale.

Le principe commun

Les quatre auto-volumes fonctionnent de la même façon.

1. À chaque échantillon, chacun des deux signaux comparés est mesuré par la moyenne des valeurs absolues de ses canaux. Cette mesure est instantanée : elle n'est pas lissée.
2. On calcule le rapport entre le niveau visé et le niveau à corriger : c'est le gain qui les rendrait égaux à cet instant.
3. Un gain de correction poursuit ce rapport avec une constante de temps réglable, comme un suiveur d'enveloppe à un pôle : à chaque échantillon, il parcourt une petite fraction de la distance qui le sépare du rapport mesuré.
4. Le signal à corriger est multiplié par ce gain.

Le gain de correction évolue donc lentement : il ne suit pas les transitoires, mais la tendance moyenne des niveaux sur la durée réglée.

La constante de temps T se règle en secondes, de 0 à 42 :

- **42 s**, la valeur par défaut, **désactive** l'auto-volume ;
- entre les deux, le gain parcourt environ 63 % de l'écart en T secondes, et 95 % en 3T ;
- **0 s** rend le suivi instantané : le niveau corrigé est forcé, à chaque échantillon, sur le niveau visé.

Le potentiomètre est très progressif : sa position p (de 0 à 1) correspond à $T = 42 \cdot p^4$. Le milieu de la course vaut donc environ 2,6 s, et il faut descendre au quart de la course pour atteindre 0,16 s.

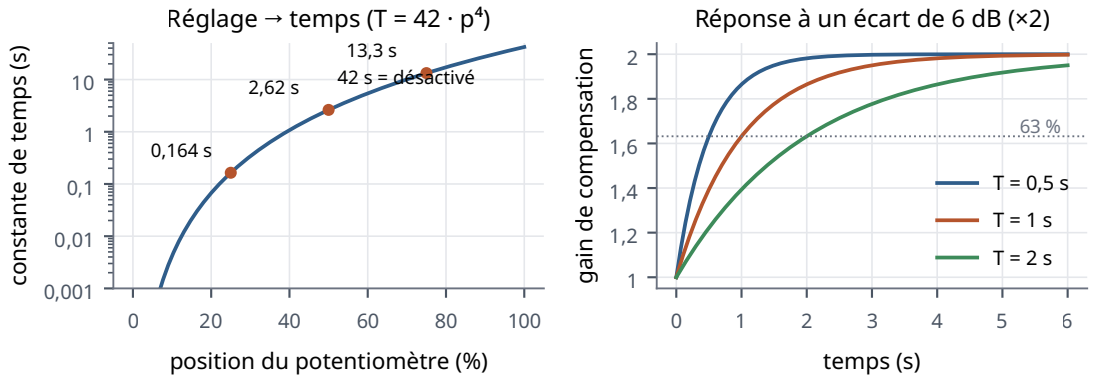


Figure 17 — À gauche, la correspondance entre la position du potentiomètre et la constante de temps. À droite, la réponse du gain de correction lorsque l'écart de niveau passe brusquement à 6 dB (×2).

> **Pour aller plus loin**
>
> Le gain de correction g suit la loi g ← g + (r − g) · k, où r est le rapport des niveaux instantanés et k = 1 − e^(−1/(T·fs)), fs étant la fréquence d'échantillonnage interne (suréchantillonnage compris). Le calcul n'est fait que si les deux niveaux sont strictement positifs ; sinon, l'échantillon passe avec un gain de 1, et non avec le dernier gain calculé. Pendant un silence numérique de l'un des deux signaux, la correction disparaît donc momentanément.

Out->In : la compensation automatique

Out->In Secs

onglet rangée principale

Plage : 0 à 42 s **Défaut :** 42 s **Identifiant :** `compensation`

Ramène le niveau de la **sortie** vers celui de l'**entrée**. C'est un makeup automatique : plus le compresseur réduit le gain, plus la compensation augmente, de façon à ce que la sortie ait en moyenne le même niveau que l'entrée.

- Le niveau d'entrée de référence est celui de l'entrée multipliée par **Input Db** (la courbe rouge des graphes).
- Le niveau de sortie est mesuré après **Output Db**, juste avant cette correction.
- La correction s'applique à la sortie après **Monitor Delta**, avant **Out->Sc** et le **Dry/Wet**.

À 0 s, la sortie est forcée échantillon par échantillon sur le niveau de l'entrée : la compression est alors entièrement annulée, ce qui n'a d'intérêt que pour vérifier le fonctionnement du réglage.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Une à deux secondes est un bon réglage : assez lent pour ne pas défaire la dynamique créée par le compresseur, assez rapide pour suivre les changements de partie d'un morceau.

> **♪ En musique : choisir l'échelle de temps**
>
> La constante de **Out->In** fixe l'échelle de temps à laquelle vous entendez la compression. Les variations plus rapides qu'elle (l'attaque d'une caisse claire, le relâchement d'un bus, une syllabe trop forte) restent l'œuvre du compresseur ; les variations plus lentes, comme le passage d'un couplet à un refrain, sont ramenées à celles de l'entrée. À une ou deux secondes, la valeur que conseille François, un refrain reste plus fort qu'un couplet à peu près comme dans l'enregistrement d'origine, et vous jugez ce que le compresseur fait aux notes et aux mesures. Descendez vers quelques dixièmes de seconde, et la compensation commence à défaire la compression elle-même ; montez à dix secondes ou plus, et elle ne corrige plus que le niveau global d'un long passage. Laissée active pendant le mixage, elle fait de Comprendre un compresseur qui change la texture d'une piste sans changer, en moyenne, sa place dans le mix.

Comme **Out->In** mesure la sortie après le **Makeup** et l'**Output Db**, il finit par neutraliser ces deux réglages : si l'on monte le Makeup de 3 dB, la compensation baisse de 3 dB en quelques constantes de temps. C'est ce qui permet d'utiliser Out->In comme un instrument de mesure du makeup nécessaire.

Lire la compensation sur le graphe

La valeur de la compensation est tracée dans le graphe d'historique par une **ligne vert-jaune**. Son échelle est linéaire et différente de celle des autres courbes :

- à **mi-hauteur**, la compensation vaut 1 (0 dB) : aucune correction ;

- **en haut** du graphe, elle vaut 2 (+6 dB) ; au-delà, la ligne reste collée en haut ;
- en dessous de la moitié, la sortie est plus forte que l'entrée et la compensation l'abaisse.

L'affichage de cette ligne dépend du réglage **Gfx Make Up** de l'onglet GRAPHS : à 0, elle n'est jamais affichée ; à 0,5, elle ne l'est que si Out->In est actif ; à 1 (défaut), elle l'est toujours. Lorsqu'Out->In est désactivé, la compensation vaut 1 et la ligne reste au milieu.

Trouver le bon makeup

La méthode que propose François consiste à se servir de **Out->In** pour mesurer, puis à reporter la mesure dans le Makeup :

1. réglez **Out->In Secs** sur une à deux secondes ;
2. faites jouer un passage représentatif, par exemple un refrain ;
3. montez le **Makeup** jusqu'à ce que la ligne vert-jaune oscille autour de la mi-hauteur : le Makeup compense alors à lui seul la perte de volume ;
4. remettez **Out->In Secs** à 42 pour désactiver la compensation automatique.

Le bouton **Snap Out->In** automatise l'étape 3.

> **♪ En musique : comparer des presets à volume égal**
>
> Aucun des presets fournis ne règle de **Makeup**, d'**Output Db** ni d'auto-volume : selon leur seuil, leur ratio et leurs saturations, ils changent plus ou moins le niveau, et le plus fort risque de vous paraître le meilleur. Pour choisir entre deux presets, ou entre deux positions d'un réglage, laissez **Out->In** actif à une ou deux secondes pendant toute la comparaison : chaque essai sort au niveau moyen de l'entrée, et c'est le caractère que vous comparez. C'est particulièrement utile avec les modules de saturation, dont le signal saturé peut être plus fort que l'original (chapitre 17). Une fois votre choix fait, reportez la compensation avec **Snap Out->In** et désactivez l'auto-volume, comme décrit ci-dessous.

Les boutons Snap Out->In

Deux boutons portent ce nom :

- celui placé **sous le potentiomètre Makeup** (rangée principale) ajoute la compensation courante, exprimée en décibels et arrondie au centième, à la valeur du **Makeup** ;
- celui placé **sous Output Db** (onglet MAIN) l'ajoute à la valeur de l'**Output Db**.

Le bouton ne désactive pas **Out->In**. Si l'auto-volume reste actif, la compensation s'applique deux fois juste après le clic (une fois par le Makeup ou l'Output Db, une fois par l'auto-volume), jusqu'à ce que l'auto-volume revienne de lui-même vers 0 dB, en quelques constantes de temps.

> **Astuce**
>
> Cliquez sur **Snap Out->In** pendant un passage représentatif, puis remettez aussitôt **Out->In Secs** à 42. Dans l'ordre inverse, la compensation serait déjà remise à 0 dB au moment du clic et le bouton n'ajouterait rien.

Le volume égal, du Finalizer au streaming

La compensation automatique du volume n'est pas une idée neuve. Le TC Electronic Finalizer (1996), compresseur à trois bandes devenu un outil de mastering très répandu vers 2000, la proposait déjà, à un prix qui l'a mis à la portée de nombreux studios. La question a depuis changé d'échelle : la plupart des plateformes de streaming normalisent aujourd'hui la sonie par défaut. Spotify vise −14 LUFS intégrés (avec des options à −11 et −19 LUFS), YouTube −14 LUFS, Apple Music −16 LUFS. Un morceau masterisé plus fort est simplement baissé à la lecture : la course au volume racontée au chapitre 2 y perd une partie de son sens, et, selon au moins un critique, elle s'est déplacée vers la densité, que l'on obtient par la compression et l'égalisation plutôt qu'en écrasant le limiteur. Juger à volume égal, c'est entendre son travail comme l'entendra l'auditeur.

In->Out : l'entrée suit la sortie

In->Out Secs

onglet INPUT

Plage : 0 à 42 s **Défaut :** 42 s **Identifiant :** `int_a_out`

Pousse le niveau de l'**entrée** vers celui de la **sortie**. Le gain est appliqué au signal juste après l'auto-volume **In->Sc**, avant la conversion Mid/Side et le pré-clipper ; il agit donc sur tout ce qui suit, détection comprise.

Le rapport utilise le niveau de sortie de l'échantillon précédent et le niveau d'entrée **d'origine**, c'est-à-dire avant que **In->Sc** ne l'ait modifié. C'est une boucle de rétroaction : l'entrée est corrigée d'après la sortie, qui dépend elle-même de l'entrée.

Ne réglez pas In->Out sur 0

À 0 s, la boucle devient instantanée : à chaque échantillon, le niveau de l'entrée est remplacé par celui de la sortie précédente. Le comportement est alors dégénéré (l'enveloppe du signal d'entrée est détruite, le niveau peut s'effondrer ou s'emballer). François le signale lui-même comme un défaut connu : il ne faut pas mettre ce réglage à zéro.

In->Out et filtres FIR

La correction **In->Out** n'est pas appliquée à la copie du signal qui alimente les filtres de bande FIR (**X Filters Taps** différent de 0, chapitre 14). Avec ces filtres, la cible et le reste ne sont plus calculés sur le même signal, et leur somme ne reconstitue plus correctement l'entrée. De plus, la sortie utilisée pour le calcul est retardée par la latence des filtres, ce qui rend le réglage incohérent. François déconseille d'utiliser In->Out avec les filtres FIR.

In->Sc et Out->Sc : suivre le sidechain

In->Sc Secs

onglet INPUT

Plage : 0 à 42 s **Défaut :** 42 s **Identifiant :** `int_a_ext`

Pousse le niveau de l'**entrée** vers celui du signal **sidechain**. La correction est appliquée au tout début de la chaîne, juste après la ligne à retard : elle agit sur tout ce qui suit.

Le niveau du sidechain est mesuré sur le signal brut, sans aucun gain de Comprendre ; le niveau de l'entrée inclut **Input Db**.

Out->Sc Secs

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 42 s **Défaut :** 42 s **Identifiant :** `out_a_ext`

Pousse le niveau de la **sortie** vers celui du **sidechain**. C'est la dernière correction de gain de la chaîne : elle vient après **Out->In**, juste avant le **Dry/Wet**.

Ces deux réglages n'ont d'effet que si le plugin reçoit un signal sur son entrée sidechain. Ils fonctionnent indépendamment du réglage **Sidechain** de l'onglet MAIN, qui ne concerne que la détection.

> **Suivi instantané**
>
> Réglés sur 0 s, In->Sc et Out->Sc imposent à chaque échantillon le niveau du sidechain au signal : la forme d'onde est conservée, mais son enveloppe devient celle du sidechain. Sauf effet recherché, cela produit une forte distorsion. Des valeurs de l'ordre de la seconde donnent un simple alignement de niveau moyen.

> **♪ En musique : suivre une référence**
>
> Réglé sur une ou deux secondes, **Out->Sc** aligne le niveau moyen de votre piste sur celui d'un signal envoyé au sidechain : un mix de référence, une autre prise, la version d'origine d'un morceau. C'est un allié de l'imitation : pendant une analyse (chapitre 24), il garde les deux signaux au même niveau moyen, pour que leur différence ne porte plus que sur la forme. **In->Sc** fait de même à l'entrée, donc avant le compresseur : des prises dont le niveau varie attaquent alors le compresseur au niveau de la référence, et un même seuil leur convient mieux. Aux réglages très courts, ces deux auto-volumes deviennent des effets de sound design : la piste prend l'enveloppe de niveau du sidechain, au prix d'une forte distorsion. Baissez votre écoute avant d'essayer, les variations de niveau peuvent être brutales ; avec **In->Sc**, les clippers placés plus loin dans la chaîne peuvent servir de garde-fou.

Récapitulatif : où agit chaque auto-volume

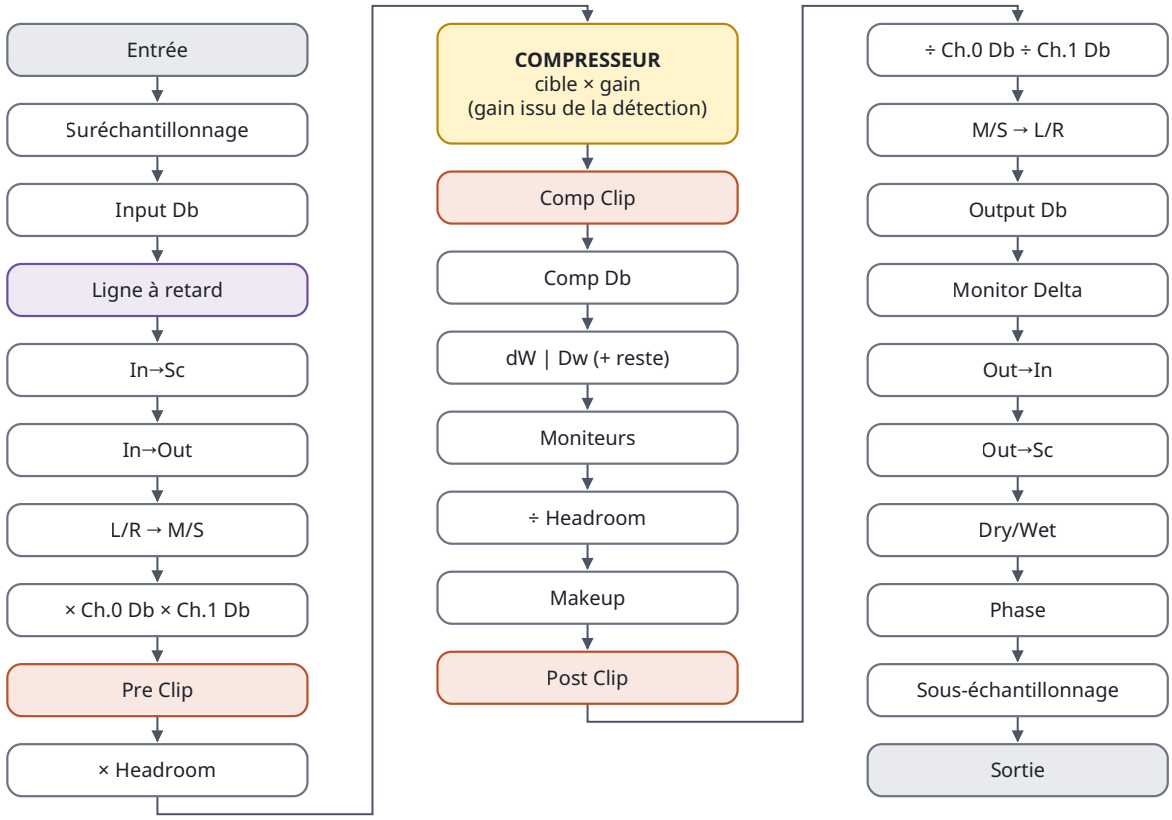


Figure 18 — Position des auto-volumes dans la chaîne : In→Sc et In→Out dans la première colonne, Out→In et Out→Sc dans la troisième.

- **In->Sc** puis **In->Out** : au début de la chaîne, avant le passage en Mid/Side ;
- **Out->In** puis **Out->Sc** : à la fin, après **Output Db** et **Monitor Delta**, avant **Dry/Wet** et **Phase**.

Les niveaux de référence sont toujours mesurés sur les signaux d'origine : l'entrée multipliée par **Input Db** seulement, et le sidechain brut.

CHAPITRE 9

Comment Comprendre compresse

Ce chapitre ouvre la partie consacrée au compresseur. Avant d'entrer dans le détail des réglages (chapitres 10 à 15), il décrit le **moteur** commun à tous les calculs de gain de Comprendre : ce qu'il reçoit, ce qu'il calcule, dans quel ordre, et ce qu'il fait avec ses réglages par défaut. C'est la clé de lecture de toute la suite : chaque onglet du compresseur règle une étape précise de ce moteur.

On dit d'un compresseur qu'il « colle », qu'il « respire », qu'il « mord » ou qu'il se fait oublier. Tous ces mots décrivent la même chose : la façon dont le gain bouge, plus ou moins vite et plus ou moins profondément, au rythme de la musique. Le chapitre 2 rappelle le constat de Dave Berners à propos des compresseurs à VCA : quand l'élément de gain n'apporte plus de couleur propre, tout le caractère vient du dessin des temps et de la courbe. Ce dessin, c'est précisément ce moteur. Dans une machine, il est figé dans le circuit ; dans Comprendre, chacune de ses étapes est devenue un réglage, et les graphes vous les montrent toutes au travail.

Ce chapitre est le plus « théorique » du manuel, mais c'est lui qui rend les autres audibles. Si vous enseignez ou apprenez le son, vous y trouverez de quoi montrer, graphes à l'appui, pourquoi des temps très courts font grésiller une basse ou pourquoi un relâchement lent fait pomper une nappe. Si vous mixez, vous comprendrez pourquoi deux compresseurs réglés sur les mêmes valeurs ne sonnent pas pareil. Et si vous cherchez à imiter un appareil, vous saurez à quelle étape chercher la différence.

Le chapitre 6 a situé le compresseur dans la chaîne du signal. Il reçoit un signal de **détection**, préparé par l'onglet INPUT, et applique un gain à une **cible**, choisie par l'onglet OUTPUT. Ce chapitre s'intéresse à ce qui se passe entre les deux.



Figure 19 — La rangée principale. Les six potentiomètres entourés règlent directement le moteur du compresseur.

Les six potentiomètres entourés agissent directement sur le moteur : **Threshold**, **Ratio**, **Knee** et **Cv Lin/Db** règlent la courbe de transfert, **Attack** et **Release** le suiveur d'enveloppe. Tous les autres réglages du compresseur se trouvent dans les onglets, de **DET (in)** à **GR (cv)**.

Le moteur commun

Dans le code de Comprendre, le cœur du compresseur est une seule fonction, que François appelle l'**usine**. Elle est appelée une fois par échantillon. Elle reçoit un nombre positif, la valeur absolue du signal de détection, et rend un **gain** : un multiplicateur qui vaut 1 quand il n'y a rien à faire, environ 0,5 quand il faut baisser le signal de 6 dB, 0,1 pour 20 dB, et ainsi de suite.

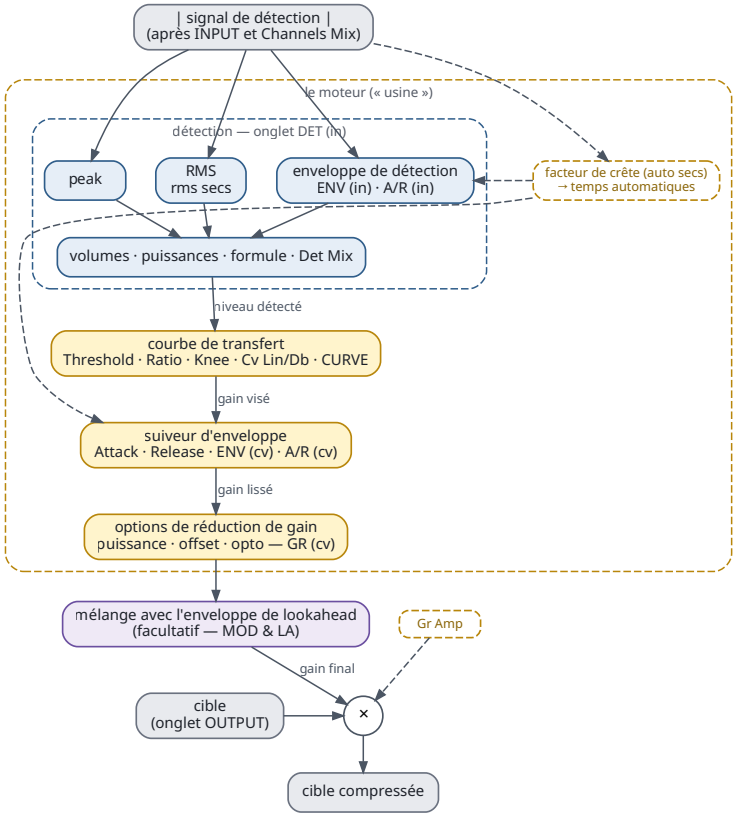


Figure 20 — Le moteur du compresseur, de la détection au gain appliqué à la cible. En pointillé : les mesures et réglages annexes.

Les étapes s'enchaînent toujours dans le même ordre.

1. **La détection** transforme la valeur absolue du signal en un **niveau détecté**. Elle calcule en parallèle trois mesures : la crête (*peak*), une moyenne quadratique (*RMS*) et une enveloppe de détection. Elle les dose, peut les combiner par une formule, puis les réunit en un seul niveau. Réglages : onglet **DET (in)**, et onglets **ENV (in)** et **A/R (in)** pour l'enveloppe de détection (chapitre 13).
2. **La courbe de transfert** transforme ce niveau en **gain visé** : le gain qu'il faudrait appliquer, à cet instant précis, pour que la sortie respecte le seuil et le ratio. La courbe est *statique* : elle ne connaît que le niveau présent et n'a aucune notion de durée. Réglages : Threshold, Ratio, Knee, Cv Lin/Db et l'onglet **CURVE** (chapitre 10).
3. **Le suiveur d'enveloppe** poursuit le gain visé à une vitesse limitée et produit le **gain lissé**. C'est lui qui introduit le temps dans la compression. Réglages : Attack, Release, onglets **ENV (cv)** et **A/R (cv)** (chapitres 11 et 12).

4. **Les options de réduction de gain** de l'onglet **GR (cv)** peuvent encore déformer ce gain : puissance, décalage, designer optique (chapitre 15).
5. Si le lookahead est actif, le gain obtenu peut être mélangé avec une enveloppe calculée sur le signal « futur » (chapitre 22).
6. Le **gain final** multiplie la **cible**. Le réglage **Gr Amp** de l'onglet CURVE peut, à ce moment-là, amplifier, réduire ou inverser la réduction de gain (chapitre 10).

À côté de cette chaîne, le moteur mesure le **facteur de crête** du signal qui entre : le rapport entre sa crête et sa moyenne quadratique, à une vitesse réglée par **auto secs** (onglet DET (in)). Cette mesure ne sert qu'aux temps automatiques, **Attack Auto** et **Release Auto** (chapitre 12). Elle est faite sur le signal tel qu'il entre dans le moteur, avant tous les réglages de la détection.

> **Gain, réduction de gain et décibels**
>
> À l'intérieur du moteur, le gain est un simple multiplicateur : 1 correspond à 0 dB, 0,5 à −6 dB, 0,1 à −20 dB. La **réduction de gain** est ce que l'on retire : un gain de 0,5 est une réduction de 6 dB. Sauf mention contraire (réglages **Cv Lin/Db** et **EvMu Lin/Db**), Comprendre calcule sur ces valeurs linéaires et non en décibels. C'est une de ses particularités, et la raison pour laquelle sa courbe par défaut n'est pas une droite sur un graphe en décibels.

> **Attaque et relâchement : de quoi parle-t-on ?**
>
> Pour le suiveur placé après la courbe, il y a **attaque** quand le gain visé est plus bas que le gain lissé (il faut comprimer davantage), et **relâchement** quand il est plus haut (la compression doit se relâcher). Pour l'enveloppe de détection, placée avant la courbe, l'attaque correspond à un niveau qui monte et le relâchement à un niveau qui descend. Dans les deux cas, l'attaque est donc la réaction à une hausse du niveau, et le relâchement la réaction à une baisse.

Deux enveloppes : avant et après la courbe

Le moteur peut lisser à deux endroits différents.

- **Après la courbe**, le suiveur d'enveloppe lisse le **gain**. C'est la position la plus courante, et la seule active par défaut.
- **Avant la courbe**, l'enveloppe de détection lisse le **niveau**. La courbe est ensuite appliquée à ce niveau lissé : le gain visé est déjà lisse et suit exactement la forme de la courbe.

Les deux peuvent être utilisées ensemble, avec leurs propres réglages : onglets ENV (in) et A/R (in) pour la première, ENV (cv) et A/R (cv) pour la seconde. Les deux suiveurs sont construits sur le même code et offrent les mêmes possibilités (linéaire ou décibels, branché ou découplé, Mu, Gamma, formes, modes…), à une exception près : les modulations de vitesse (mod attack, mod release) n'existent que pour le suiveur placé après la courbe.

À temps égaux, ils ne donnent pas le même résultat. La figure suivante compare les deux positions sur deux notes à décroissance rapide, avec la même attaque (5 ms) et le même relâchement (100 ms).

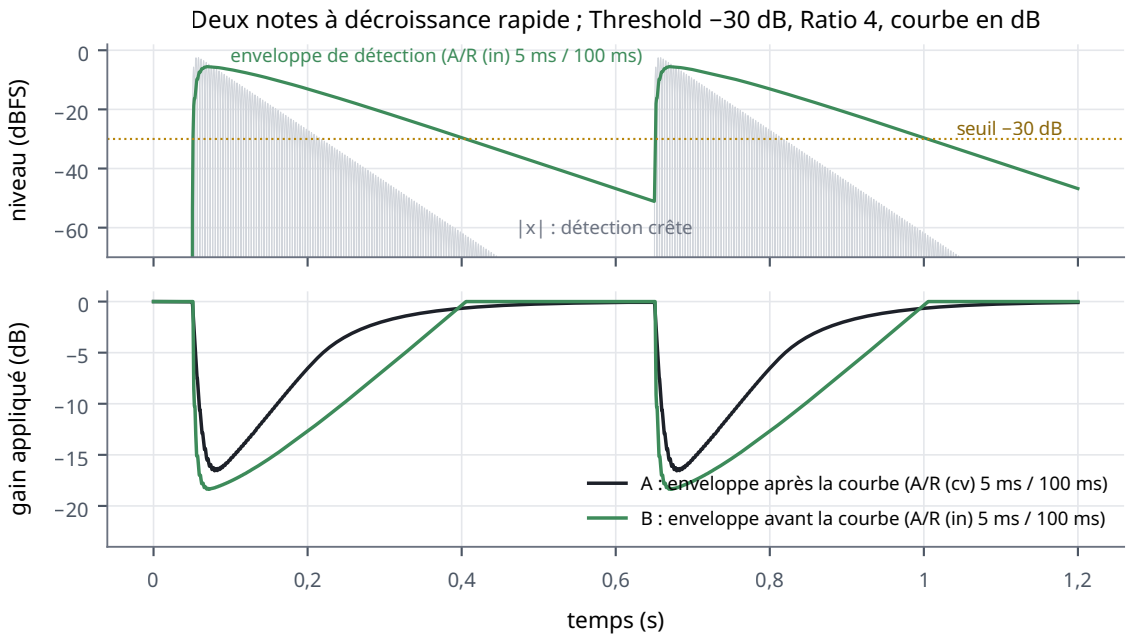


Figure 21 — Même signal, mêmes temps, deux positions. A : détection crête et suiveur après la courbe. B : enveloppe de détection seule (peak db à −24, env db à 0 dB) et suiveur après la courbe désactivé (Attack et Release à 0). Courbe en décibels (Cv Lin/Db = 1), Threshold −30 dB, Ratio 4.

- **En A**, c'est le gain lui-même qui remonte, selon une exponentielle : très vite au début, puis de plus en plus lentement. Vu en décibels, le relâchement s'étire en une longue traîne qui s'approche de 0 dB sans jamais l'atteindre tout à fait.
- **En B**, c'est le niveau lissé qui redescend selon une exponentielle, soit une droite en décibels. La courbe transforme cette droite en une autre droite : le gain remonte à vitesse constante en décibels, puis s'arrête net dès que le niveau lissé repasse sous le seuil.

Il en découle deux différences pratiques. Avec l'enveloppe avant la courbe, la durée du relâchement dépend du niveau atteint : plus la note dépasse le seuil, plus il faut longtemps au niveau lissé pour redescendre sous le seuil. Et l'enveloppe de détection travaille à tous les niveaux, y compris sous le seuil : un transitoire plus bref que son attaque peut ne jamais faire franchir le seuil au niveau lissé. Le suiveur après la courbe, lui, ne commence à agir que lorsque le gain visé descend sous 1, c'est-à-dire quand le signal dépasse le seuil.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Les publications universitaires (Giannoulis, Massberg et Reiss) jugent le suiveur placé après la courbe plus transparent. Beaucoup de compresseurs du commerce, et non des moindres, lissent pourtant le niveau avant la courbe. Comprendre propose les deux. François considère l'enveloppe placée avant la courbe comme une partie du détecteur, et préfère pour sa part la position après la courbe.

> **♪ En musique : lisser le niveau ou lisser le gain**
>
> Les deux positions ne sonnent pas pareil, et plusieurs presets ont choisi de lisser uniquement le niveau, avant la courbe. **korneff_comp2**, **melda_mturbo**, **tonelib_multicomp** et **massenbug_drc2_mix** règlent tous **Attack** et **Release** à 0 : aucun lissage après la courbe, tout passe par l'enveloppe de détection (**env db** à 0 dB dans l'onglet DET (in), temps dans l'onglet A/R (in)). **korneff_comp2** y règle une attaque de 35 ms et un relâchement de 180 ms, **tonelib_multicomp** un relâchement de 250 ms.
>
> À l'écoute, deux traits se remarquent souvent. Un transitoire plus bref que l'attaque de détection peut traverser le compresseur sans le déclencher pleinement, ce qui préserve le claquement d'une caisse claire. Et la durée du relâchement suit le jeu : une note qui dépasse largement le seuil retient la compression plus longtemps qu'une note qui l'effleure. Sur une voix ou un piano, comparez les deux positions à temps égaux (l'exemple B de la figure précédente montre comment) : l'une vous paraîtra peut-être plus vivante, l'autre plus régulière.

Le compresseur par défaut

Au chargement, Comprendre est un compresseur volontairement simple. Voici exactement ce qu'il calcule, à chaque échantillon.

La détection : la crête instantanée

En stéréo, les valeurs absolues des deux canaux de détection sont d'abord réunies par **Channels Mix** (onglet INPUT, chapitre 14), réglé par défaut sur *Avg* : le moteur reçoit leur moyenne, $v = (|x_0| + |x_1|) / 2$. En mono, il reçoit simplement $|x|$.

L'onglet DET (in) laisse ensuite passer ce niveau tel quel : **peak db** est à 0 dB, **rms db** et **env db** sont à −24 dB, ce qui exclut ces deux mesures, et **Det Mix** prend le maximum des mesures restantes. Le niveau détecté est donc la valeur absolue instantanée du signal, sans aucun lissage ni maintien. Sur un sinus, ce niveau retombe à zéro deux fois par période.

La courbe : linéaire, seuil à −20 dB, ratio 2

Cv Lin/Db vaut 0 : la courbe est calculée sur les amplitudes. Le seuil, −20 dB, correspond à l'amplitude $S = 0{,}1$; le ratio 2 correspond à une pente de 1/2 au-dessus du seuil.

- Si le niveau détecté v ne dépasse pas 0,1, le gain visé vaut 1 : aucune réduction.
- Au-delà, la sortie visée est $S + (v - S) / 2$: la moitié seulement de l'excédent d'amplitude au-dessus du seuil est conservée. Le gain visé est le rapport entre cette sortie visée et le niveau : $g = (0{,}1 + (v - 0{,}1) / 2) / v$.

Niveau détecté	Gain visé (courbe linéaire, défaut)	Même réglage en dB
−20 dBFS	0 dB	0 dB
−17 dBFS	−1,4 dB	−1,5 dB
−14 dBFS	−2,5 dB	−3 dB
−10 dBFS	−3,6 dB	−5 dB

Niveau détecté	Gain visé (courbe linéaire, défaut)	Même réglage en dB
−6 dBFS	−4,4 dB	−7 dB
−3 dBFS	−4,9 dB	−8,5 dB
0 dBFS	−5,2 dB	−10 dB

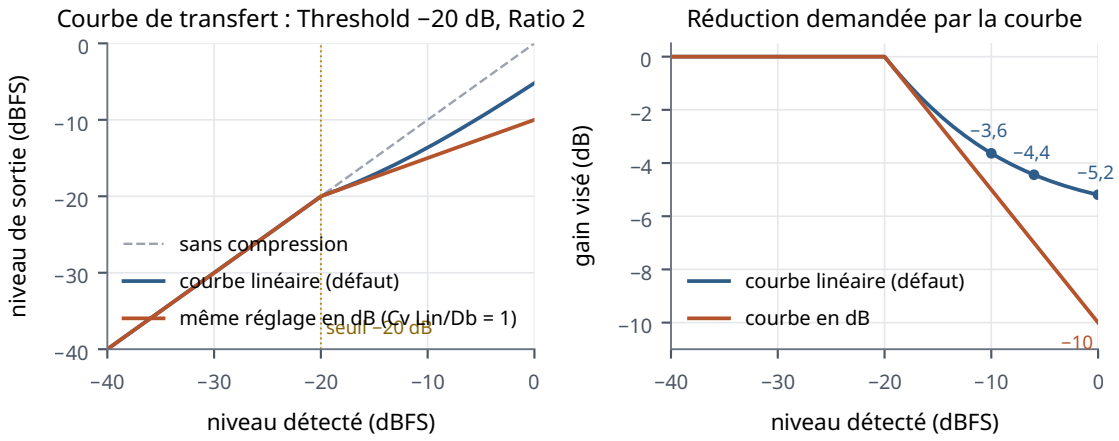


Figure 22 — À gauche, la courbe de transfert par défaut sur des axes en décibels, comparée au même réglage calculé en décibels. À droite, le gain visé correspondant.

Vue en décibels, la courbe linéaire n'est pas une droite : elle s'infléchit et comprime de moins en moins à mesure que le niveau monte. Avec un seuil à −20 dB et un ratio 2, le compresseur par défaut ne retire jamais plus de 5,2 dB à un signal qui reste sous 0 dBFS, là où une courbe en décibels de même réglage en retirerait 10. Le chapitre 10 détaille les deux façons de calculer la courbe.

Les autres réglages de la courbe sont neutres : genou nul (**Knee** à 0), aucune limite de réduction (**GR Max** à −60 dB, **GR Min** à 0 dB), aucune porte (**Ratio Gate** à 1).

Le suiveur : 10 ms, exponentiel, branché

Le gain lissé e poursuit le gain visé g selon la loi la plus simple qui soit : à chaque échantillon, il parcourt une petite fraction c de la distance qui le sépare de sa cible.

$e \leftarrow e + (g - e) \cdot c$

La fraction c est celle de l'attaque quand e est au-dessus de g (le gain doit baisser), celle du relâchement sinon. Elle se calcule à partir du temps T réglé et de la fréquence d'échantillonnage interne fs : $c = 1 - \exp(-1/(T \cdot fs))$. Avec T = 10 ms à 48 kHz, c vaut environ 0,0021 : à chaque échantillon, le gain lissé parcourt 0,2 % de l'écart restant. Au bout de T, il a parcouru 63 % du chemin ; au bout de 3T, 95 % ; au bout de 4,6T, 99 %.

C'est le fonctionnement par défaut de tous les réglages de l'onglet ENV (cv) et A/R (cv) : suiveur **linéaire** (EvMu Lin/Db à 0), **branché** (EvMu Br/Cp à 0), sans **Hold**, sans **Mu** ni **Gamma** ; temps **automatiques** désactivés ; **altitude** de 1/e, ce qui donne la règle des 63 % ; **forme** 1 ; **mode** 1, que François appelle logarithmique et qui est cette loi exponentielle.

Le reste est neutre

Les options de l'onglet GR (cv) sont au neutre (**Env Pow Unpow** à 1, **Gr|Env Pow** à 0, **Env Offset** à 0, **Opto** à 0), le lookahead est désactivé, **Gr Amp** vaut 1 et la cible est le signal entier. Il n'y a pas de makeup : la sortie est simplement l'entrée multipliée par le gain lissé.

Réponse à un échelon de niveau

La façon la plus simple d'observer le moteur est de lui présenter un niveau qui change brusquement. Avec un signal carré, la valeur absolue est constante : le niveau détecté passe d'un palier à l'autre sans oscillation.

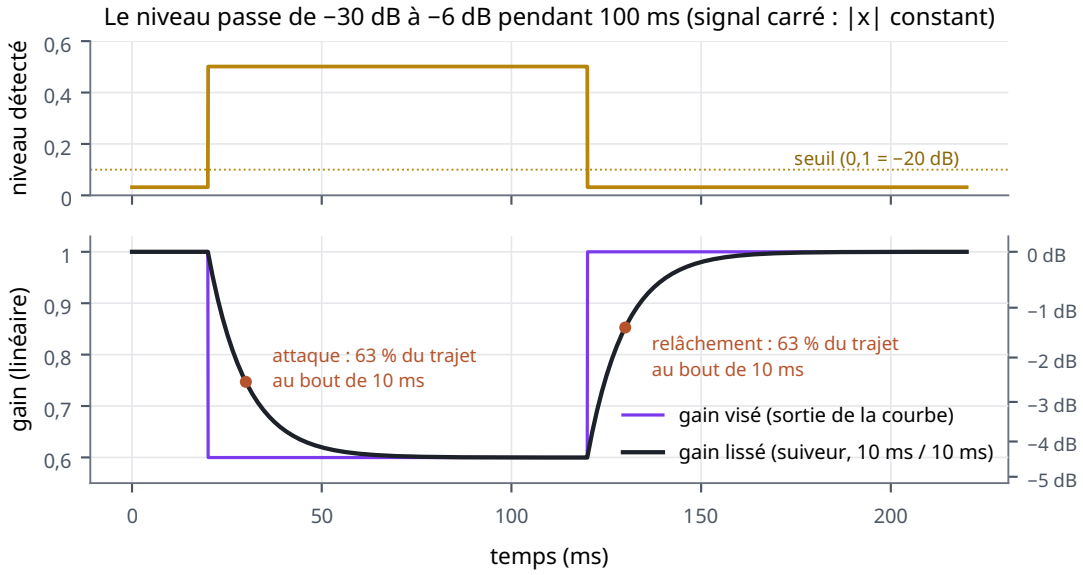


Figure 23 — Réponse du compresseur par défaut à un échelon de niveau de −30 dB à −6 dB, puis retour à −30 dB. Le gain visé saute instantanément ; le gain lissé le rejoint en suivant une exponentielle de constante de temps 10 ms.

Tant que le niveau reste à −30 dB, sous le seuil, le gain visé vaut 1 et rien ne se passe. Dès que le niveau passe à −6 dB, la courbe demande un gain de 0,60 (−4,4 dB) : le gain visé saute instantanément à cette valeur. Le gain lissé le rejoint en 30 à 50 ms, en ayant parcouru 63 % du chemin au bout de 10 ms. Au retour à −30 dB, le gain visé remonte instantanément à 1 et le gain lissé le suit avec la même loi, cette fois avec le temps de relâchement.

L'exponentielle est calculée sur le gain linéaire, pas sur les décibels. Vu en décibels (échelle de droite), l'attaque et le relâchement ne sont donc plus symétriques, même avec des temps égaux : au bout de 10 ms, l'attaque a parcouru 57 % du chemin en décibels, le relâchement 69 %.

Gain visé contre gain lissé

Avec un signal réel, la détection crête rend les choses moins simples. La figure suivante reprend le même échelon, mais avec un sinus de 100 Hz.

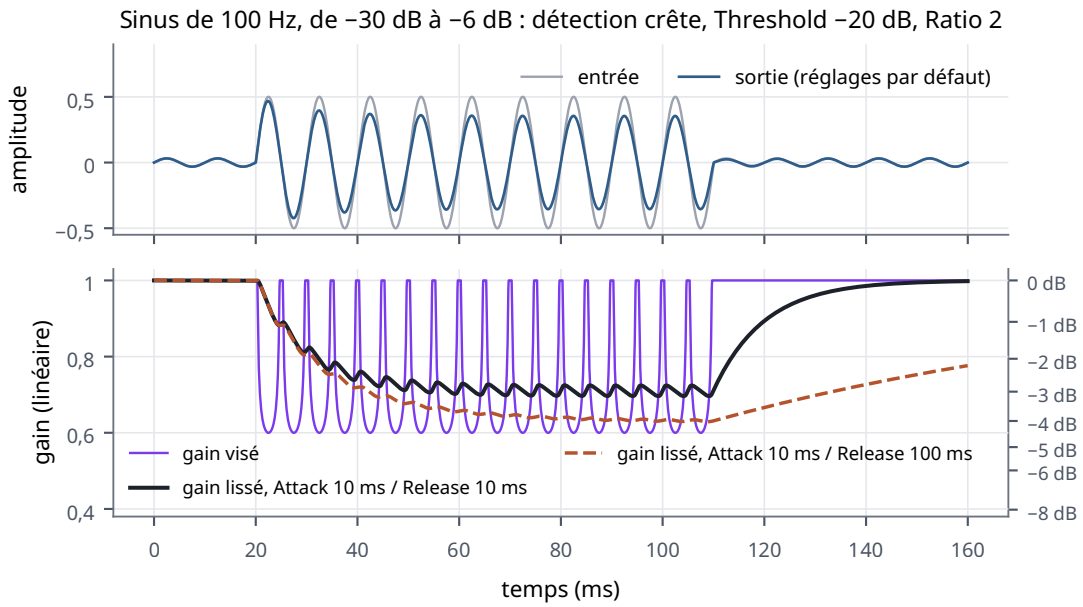


Figure 24 — Le même échelon de niveau sur un sinus de 100 Hz. Le gain visé oscille entre 1 et 0,60 deux cents fois par seconde ; le gain lissé ondule. Un relâchement plus long réduit l'ondulation et augmente la réduction moyenne.

Le niveau détecté est la valeur absolue du sinus : il retombe à zéro à chaque passage par zéro. Le gain visé fait donc des allers-retours entre 1 (aux passages par zéro, sous le seuil) et 0,60 (aux crêtes), deux fois par période. Le gain lissé tente de suivre : il descend à chaque crête, avec le temps d'attaque, et remonte entre deux crêtes, avec le temps de relâchement. Il en résulte deux conséquences importantes.

- **Le relâchement agit pendant un son tenu.** Avec une détection crête, le relâchement ne sert pas seulement après la fin d'un son : il travaille à chaque demi-période. La réduction moyenne obtenue dépend donc autant du rapport entre attaque et relâchement que de la courbe. Avec 10 ms / 10 ms, le gain se stabilise vers 0,71 (−3 dB), loin des −4,4 dB demandés à la crête ; avec un relâchement de 100 ms, il descend vers 0,63 (−4 dB).
- **L'ondulation du gain est une distorsion.** Le gain lissé ondule au double de la fréquence du signal, et cette ondulation module le son : elle ajoute des harmoniques. L'effet est d'autant plus marqué que la fréquence est basse et que les temps sont courts.

> **Basses fréquences et temps courts**
>
> Si des temps très courts font grésiller les basses, plusieurs remèdes sont possibles : allonger le relâchement, mesurer le niveau par un RMS ou une enveloppe de détection plutôt que par la crête (chapitre 13), ou utiliser un maintien (**Hold branch**, chapitre 11). À l'inverse, François rappelle qu'avec une attaque et un relâchement nuls, la compression devient très agressive et se transforme en distorsion : c'est un effet possible, pas une erreur.

> **♪ En musique : quand le compresseur devient un écrêteur**
>
> Poussez cette logique jusqu'au bout : **Attack** et **Release** à 0, **Ratio** à 42 (l'infini), **Threshold** à 0 dB et des canaux déliés (**Channels Unlink** à 1, voir plus loin). Le gain lissé est alors le gain visé, échantillon par échantillon, et chaque échantillon qui dépasse le seuil y est ramené exactement : le compresseur se comporte en écrêteur. C'est le cœur du preset **acqua_ash-ultra**, construit en imitant un écrêteur, l'Acustica Ash Ultra : **Attack** et **Release** à 1 µs, **Ratio** 42, **Threshold** 0 dB, canaux déliés, et un **Headroom** de 12 dB qui pousse le signal dans le moteur (ce qui revient à abaisser le seuil d'autant) ; le Vari-Mu designer (chapitres 19 à 21) y ajoute sa couleur. Sur une grosse caisse ou une basse synthétique, essayez la même idée en baissant le seuil : plus il descend, plus l'écrêtage mord. En remontant un peu les temps, à quelques dizaines de microsecondes, l'oreille le perçoit souvent comme plus doux.

Simulation sur un signal musical

La dernière figure montre le compresseur par défaut au travail sur une boucle de batterie synthétique (grosse caisse, caisse claire, charleston, sur une nappe et une basse).

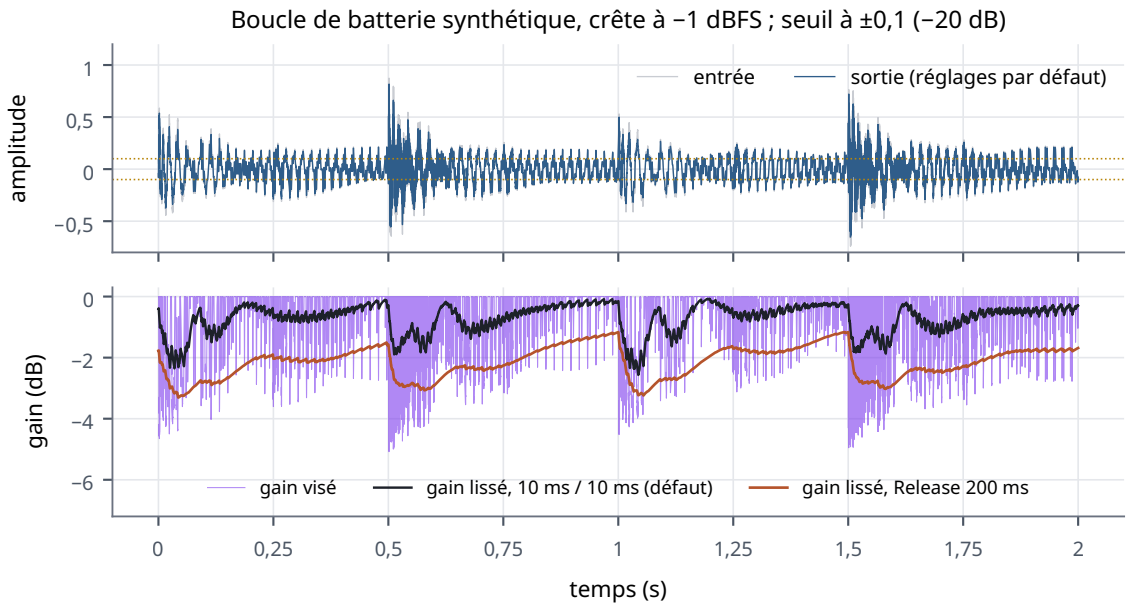


Figure 25 — Le compresseur par défaut sur une boucle de batterie. En haut, l'entrée et la sortie. En bas, le gain visé (violet) et le gain lissé, avec les temps par défaut et avec un relâchement de 200 ms.

Avec ses réglages par défaut, Comprendre fait une compression légère et rapide : le gain plonge d'environ 2 à 2,5 dB à chaque coup de grosse caisse ou de caisse claire, puis remonte en quelques dizaines de millisecondes. La nappe, qui dépasse elle aussi le seuil, reçoit en permanence une petite réduction, de l'ordre d'un demi-décibel, qui ondule avec ses propres crêtes. Avec un relâchement de 200 ms, le gain n'a plus le temps de remonter entre les coups : il oscille entre −1,2 et −3,3 dB, et la nappe suit ces variations lentes, à la manière d'un léger pompage.

> **♪ En musique : partir du réglage par défaut**
>
> Dès sa première vidéo, François présente le réglage par défaut comme le plus propre et le plus simple qui soit. C'est un excellent point de départ pour apprendre à écouter un compresseur. Placez Comprendre sur un bus de batterie ou sur une boucle, baissez **Threshold** vers −30 dB et montez **Ratio** à 4. Écoutez d'abord avec les temps par défaut (10 ms) : chaque coup est saisi puis relâché aussitôt, la nappe et la basse respirent à peine, et le grave peut prendre un léger grain. Montez ensuite **Release** à 200 ms : le gain n'a plus le temps de remonter entre les coups, tout le groupe se met à bouger ensemble, et l'on entend la compression tirer légèrement la nappe à chaque frappe. Le bon réglage pour votre morceau se trouve quelque part entre les deux.

Le calcul échantillon par échantillon

Comprendre ne travaille ni par blocs ni par fenêtres d'analyse. Le moteur est appelé **une fois par échantillon**, à la fréquence interne, c'est-à-dire multipliée par le facteur de suréchantillonnage s'il est actif (×2 à ×16, onglet MAIN). Il n'introduit donc lui-même aucune latence.

Ce qui donne au compresseur sa dimension temporelle, c'est la **mémoire** du moteur : d'un échantillon à l'autre, il conserve ses états (le gain lissé, la moyenne quadratique du RMS, l'enveloppe de détection, le facteur de crête, les suiveurs du genou automatique…). Chaque échantillon fait avancer ces états d'un pas.

À l'intérieur d'un échantillon, l'ordre est toujours le même :

1. si un temps automatique (Attack Auto, Release Auto) ou une source de modulation (onglet MOD & LA, chapitre 23) est actif, le facteur de crête est mis à jour et les vitesses d'attaque et de relâchement sont recalculées ; sinon, elles ont été calculées une fois pour toutes au dernier changement de réglage ;
2. la détection (crête, RMS, enveloppe de détection, volumes, puissances, formule, Det Mix) ;
3. la courbe de transfert ;
4. le suiveur d'enveloppe ;
5. les options de réduction de gain et l'opto.

Viennent ensuite, hors du moteur, le mélange éventuel avec l'enveloppe de lookahead et l'application à la cible.

Les temps se règlent en secondes et sont convertis en fractions par échantillon à l'aide de la fréquence interne. Ils restent donc justes quel que soit le suréchantillonnage : 10 ms valent 480 pas à 48 kHz, 1 920 pas à 48 kHz suréchantillonné ×4, avec à chaque fois une fraction c adaptée.

Les étapes inutiles ne sont pas calculées. L'enveloppe de détection n'existe que si **env db** est supérieur à −24 dB et si l'un des temps de A/R (in) n'est pas nul. Le suiveur après la courbe n'existe que si **Attack** ou **Release** n'est pas nul, ou si une option de l'onglet GR (cv) l'exige : avec Attack et Release à 0, le gain lissé est exactement le gain visé, échantillon par échantillon.

> **Pour aller plus loin : le compresseur par défaut en cinq lignes**
>
> Pour chaque échantillon, avec x_0 et x_1 les deux canaux du signal de détection, e le gain lissé conservé d'un échantillon à l'autre, et c = 1 − exp(−1/(0,01 · fs)) :
>
> 1. v = (|x_0| + |x_1|) / 2 (Channels Mix sur *Avg*, détection crête) ;
> 2. g = 1 si v ≤ 0,1, sinon g = (0,1 + (v − 0,1) / 2) / v (courbe linéaire, seuil −20 dB, ratio 2) ;
> 3. e ← e + (g − e) · c (même c pour l'attaque et le relâchement, puisque les deux temps valent 10 ms) ;
> 4. sortie du canal 0 = cible$_0$ · e, sortie du canal 1 = cible$_1$ · e ;
> 5. la cible étant, par défaut, le signal entier : sortie = entrée · e.

Un moteur, plusieurs emplois

Le même moteur est appelé à plusieurs endroits du plugin, avec d'autres entrées, d'autres réglages, et en s'arrêtant plus ou moins loin dans la chaîne. Chaque appel conserve sa propre mémoire.

Emploi	Ce que reçoit le moteur	Jusqu'où il va	Réglages utilisés	Quand	Chapitre
compresseur **lié**	la détection des canaux, réunie par Channels Mix	tout le moteur	DET (in) à GR (cv)	**Channels Unlink** < 1 (défaut)	7, 14
compresseur **par canal**	la détection de chaque canal, séparément	tout le moteur, une fois par canal	les mêmes	**Channels Unlink** > 0	7
chemin **inverse** du bias	la détection du signal inversé	tout le moteur (lié et par canal)	les mêmes	bias actif et **Bias +inverse** > 0	19
enveloppe de lookahead	l'enveloppe anticipée (un gain)	le suiveur seulement	ENV (la), A/R (la)	lookahead actif	22
détecteur du bias	le signal source du bias	la détection seulement	DET (bs), ENV (bs), A/R (bs)	bias actif	20

Lié ou par canal

En compresseur lié, un seul moteur calcule un seul gain, appliqué à tous les canaux. En compresseur par canal, chaque canal a son moteur, sa détection et son gain. Entre les deux, **les deux calculs sont faits** et leurs gains sont mélangés canal par canal, ce qui double à peu près la charge de calcul.

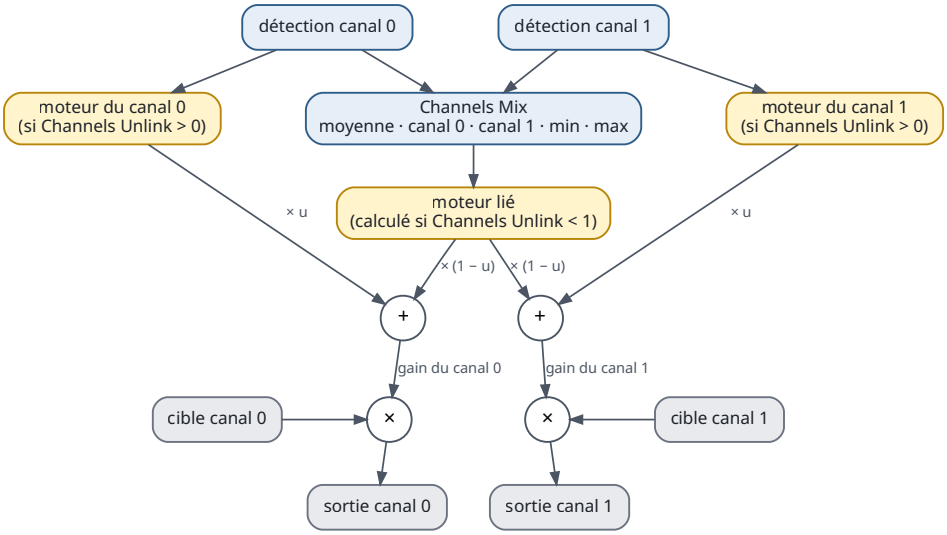


Figure 26 — Compresseur lié et compresseurs par canal. Le gain de chaque canal mélange le gain lié et le gain propre au canal, dans la proportion u = Channels Unlink.

Tous ces moteurs partagent **les mêmes réglages** : seuil, ratio, temps, détection… On ne peut pas régler le moteur d'un canal autrement que celui de l'autre ; en revanche, chacun garde sa propre mémoire et réagit à son propre signal. Combiné avec le passage en Mid/Side (**L/R to M/S**, chapitre 7), le mode par canal permet de compresser séparément le Mid et le Side.

> **Lier, délier, séparer le centre et les côtés**
>
> Le Fairchild 670 (chapitre 2) pouvait déjà fonctionner de deux façons : comme deux limiteurs indépendants, un par canal, ou comme un limiteur des composantes « latérale et verticale », c'est-à-dire de la somme et de la différence des canaux. Conçu pour la gravure du vinyle, ce mode sert aujourd'hui au traitement Mid/Side, et une astuce de mixage classique consiste à compresser les côtés d'un bus de batterie indépendamment du centre. Le Manley Variable Mu propose une modification M/S où le premier canal traite le Mid et le second le Side. L'API 2500 (2002), lui, a fait de la liaison stéréo un réglage par pas, de 50 à 100 %, avec un filtre qui choisit les fréquences qui déclenchent la liaison. Comprendre en fait un réglage continu : **Channels Unlink** passe progressivement du compresseur lié au compresseur par canal, et, associé à **L/R to M/S**, il compresse séparément le centre et les côtés.

> **♪ En musique : lier ou délier les canaux**
>
> Sur un bus stéréo ou un mix, gardez les canaux liés (le défaut) : un seul gain pour les deux côtés, et l'image stéréo reste immobile, même quand un instrument placé d'un côté déclenche la compression. Déliés, les canaux réagissent chacun à leur propre contenu : un charleston fort à gauche ne fait plus baisser la guitare de droite, mais l'image peut se déplacer au rythme de la compression. Une valeur intermédiaire garde une partie de la liaison. Les presets montrent les deux usages : **acqua_tulip**, **ddmf_mde2**, **kiive_kc1**, **massenbug_drc2_piano** et **softube_weiss** règlent **Channels Unlink** à 1, **klang_mjuc_mk1** et **waves_la2a** s'arrêtent à 0,5. En mastering, essayez le passage en Mid/Side avec des canaux déliés : le centre, où vivent souvent la voix, la basse et la grosse caisse, et les côtés sont alors compressés chacun selon leur propre niveau.

Le chemin inverse du bias

Quand le Vari-Mu designer est actif et que **Bias +inverse** est supérieur à 0, Comprendre fait tourner, en parallèle du chemin normal, une copie complète du traitement sur le signal inversé. Le compresseur lié et le compresseur par canal sont alors dupliqués, chacun avec sa propre mémoire, puis les deux chemins sont recombinés (chapitre 19).

L'enveloppe de lookahead

Avec un lookahead (réglage **la delay** négatif, onglet MOD & LA), la chaîne est calculée une première fois sur le signal non retardé : c'est la section « futur » décrite au chapitre 6. Les moteurs du compresseur (et le détecteur du bias) y tournent une première fois. L'enveloppe ainsi obtenue est ensuite lissée par un moteur réduit à son seul suiveur, réglé par les onglets **ENV (la)** et **A/R (la)**, puis mélangée au gain du présent (chapitre 22). Le réglage **auto secs** de l'onglet DET (in) règle aussi la vitesse du facteur de crête de ce suiveur.

Le détecteur du bias

Le bias utilise le moteur réduit à sa seule détection, avec un jeu de réglages qui lui est propre : onglets **DET (bs)**, **ENV (bs)** et **A/R (bs)**, copies conformes de DET (in), ENV (in) et A/R (in). Il travaille canal par canal. Sa sortie n'attaque pas la courbe de transfert du compresseur mais celle du bias (chapitre 20).

Ce que montrent les graphes d'une compression simple

Les graphes de Comprendre montrent presque toutes les étapes du moteur. La figure suivante simule une compression un peu plus marquée que celle par défaut, affichée en décibels et avec un historique ralenti pour bien voir les attaques et les relâchements.

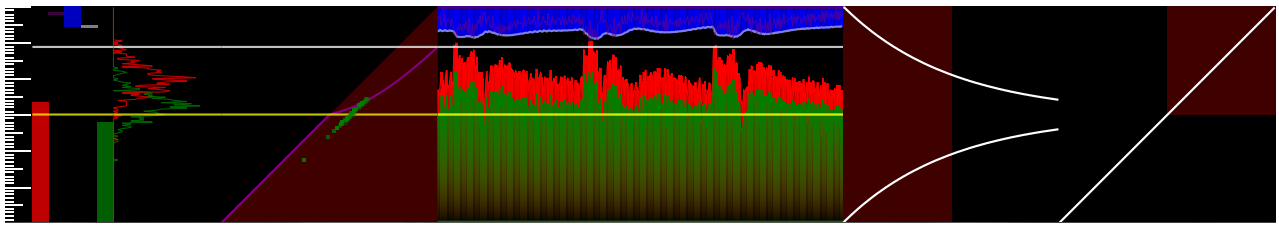


Figure 27 — Les graphes pendant une compression simple sur la boucle de batterie : Threshold −30 dB, Ratio 4 (courbe linéaire), Attack 10 ms, Release 100 ms ; échelle en décibels (Gfx Lin/Db = 1) et historique ralenti (Gfx Secs = 1/240 s, soit environ 1,6 s affichée).

On y retrouve chaque étape du moteur (les couleurs sont décrites au chapitre 4).

- **Le niveau détecté.** Les barres **rouges** de l'historique sont le niveau d'entrée ; les lignes rouges fines, les mesures de la détection. Avec la détection par défaut, la détection finale est la crête du signal de détection, qui est lui-même l'entrée : la ligne rouge épouse le haut des barres. Les mesures exclues (RMS et enveloppe, à −24 dB) restent collées en bas du graphe.
- **Le gain visé.** La ligne **violette** fine est le gain demandé par la courbe. Chaque colonne de l'historique est une moyenne : l'oscillation rapide du gain visé d'une détection crête n'est pas visible en tant que telle, mais elle tire la ligne violette vers le haut.

- **Le gain lissé.** La ligne **blanche** épaisse est la sortie du suiveur, qui essaie de suivre la violette. Avec des temps courts, les deux sont proches ; avec des temps longs, la blanche est en retard et plus régulière.
- **La réduction réelle.** Les barres **bleues**, qui descendent du haut, mesurent l'écart entre la sortie (en **vert**) et l'entrée.
- **La courbe de transfert.** La courbe **violette** du graphe de la courbe est la courbe statique. Chaque **point vert** a pour abscisse le niveau qui entre dans le moteur, avant les réglages de la détection, et pour ordonnée ce même niveau multiplié par le gain lissé. Un point **sous** la courbe signale plus de réduction que la courbe n'en demande (le relâchement est en retard) ; un point **au-dessus**, moins de réduction (l'attaque est en retard). Avec une attaque et un relâchement nuls et la détection par défaut, tous les points se posent sur la courbe violette.
- **Les formes d'attaque et de relâchement.** Les deux petits graphes de droite montrent la forme exponentielle du suiveur après la courbe ; ils changent avec l'altitude, la forme et le mode (chapitre 12).
- **Les repères.** La ligne **jaune** marque le seuil ; la ligne **blanche** horizontale, le niveau de sortie que la courbe donne à un signal de 0 dBFS.

> **Voir le moteur au travail**
>
> Réglez **Attack** et **Release** à 0 : la ligne blanche se confond avec la violette et les points verts se posent sur la courbe. Montez ensuite l'attaque, puis le relâchement : vous voyez la blanche se décoller de la violette et les points verts s'écarter de la courbe, au-dessus pendant les attaques, en dessous pendant les relâchements. Ralentissez l'historique avec **Gfx Secs** pour observer le détail d'un transitoire.

Feuille de route : de l'étape au chapitre

Les chapitres suivants reprennent les étapes du moteur une par une. Leur ordre est celui du walk-through de François : la courbe d'abord, puis les enveloppes et leurs temps, puis la détection, qui réutilise les notions d'enveloppe. Si vous découvrez les compresseurs, lisez les chapitres 10, 11 et 12 avant le chapitre 13.

Étape	Ce qu'elle produit	Réglages	Chapitre
préparation du signal de détection et choix de la cible	signal de détection, cible et reste	onglets INPUT et OUTPUT, Sidechain (MAIN)	14
courbe de transfert	gain visé	Threshold, Ratio, Knee, Cv Lin/Db, onglet CURVE, Gr Amp	10
suiveur d'enveloppe	gain lissé	onglet ENV (cv), et ses jumeaux ENV (in), ENV (la), ENV (bs)	11
attaque et relâchement	vitesses du suiveur	Attack, Release, onglet A/R (cv) et ses jumeaux	12
détection	niveau détecté	onglet DET (in), avec ENV (in) et A/R (in)	13
options de réduction de gain et opto	gain final	onglets GR (cv) et F (gr)	15

Les modules qui viennent ensuite modifient le son lui-même plutôt que le gain : le produit de saturation, le waveshaper et les égaliseurs dynamiques (partie IV), le bias (partie V). Le lookahead et les modulations (partie VI) agissent sur le moteur depuis l'extérieur.

CHAPITRE 10

La courbe de transfert

La courbe de transfert est la partie « statique » du compresseur : pour chaque niveau mesuré par la détection, elle décide quel gain il faudrait appliquer. C'est elle que règlent les potentiomètres **Threshold**, **Ratio** et **Knee** de la rangée principale.

C'est la courbe qui décide combien le compresseur retire, et à partir de quand. Un seuil et un ratio suffisent à ramener dans le mix une voix qui s'emballe ; un genou large fait arriver la compression sans qu'on l'entende s'installer ; un ratio infini transforme la courbe en mur pour les crêtes d'un master. Ces gestes sont universels, et les mixeurs, les ingénieurs de mastering comme les sound designers les pratiquent tous les jours. Ce qui l'est beaucoup moins, c'est de pouvoir choisir la logique même de la courbe, de laisser le genou suivre la musique comme sur certains compresseurs à lampes, ou de faire redescendre les crêtes sous le seuil pour inventer de nouveaux effets.

Comprendre y ajoute plusieurs possibilités peu courantes :

- un calcul sur les amplitudes (courbe **linéaire**) ou sur les décibels, et toutes les valeurs entre les deux ;
- un genou qui s'élargit tout seul quand la réduction augmente ;
- des bornes de réduction minimale et maximale ;
- des ratios inférieurs à 1, et même négatifs ;
- une porte (*gate*) intégrée, avec ses propres seuil, ratio et genou ;
- un amplificateur de la réduction de gain.

Dans le compresseur (chapitre 6), la courbe se place entre la détection et le suiveur d'enveloppe :

1. la détection (chapitre 13) fournit un niveau, à chaque échantillon ;
2. la courbe de transfert transforme ce niveau en **gain visé** ;
3. le suiveur d'enveloppe (chapitres 11 et 12) poursuit ce gain, avec les temps d'attaque et de relâchement ;
4. les options de réduction de gain (chapitre 15) le déforment encore, puis il multiplie la cible.

En dehors du genou automatique et des modulations, la courbe n'a pas de mémoire : un même niveau détecté donne toujours le même gain visé. Toute la dynamique (attaque, relâchement) vient de l'étape suivante.



Figure 28 — Les réglages de la courbe de transfert : Threshold, Ratio, Knee et Cv Lin/Db sur la rangée principale, et l'onglet CURVE. Les réglages mod ratio et mod gate, qui font varier les ratios selon le contenu fréquentiel, sont décrits au chapitre 23.

Le principe

Du niveau détecté au gain visé

Notons v le niveau détecté. La courbe calcule un gain g(v). Si ce gain était appliqué instantanément, le niveau de sortie serait v × g(v) : c'est ce niveau que trace la courbe **violette** du graphe de la courbe de transfert. Le gain g(v) lui-même est tracé en violet dans l'historique (chapitre 4).

Le gain visé est le **produit** de deux courbes :

- le **compresseur**, qui agit au-dessus de son seuil (**Threshold**, **Ratio**, **Knee**) ;
- la **porte**, qui agit au-dessous de son propre seuil (**Tresh Gate**, **Ratio Gate**, **Knee Gate**). Par défaut, elle est inactive.

Chacune des deux est bornée par **GR Max** et **GR Min**. Chacune existe en deux versions : l'une calculée sur les amplitudes, l'autre sur les décibels. Le réglage **Cv Lin/Db** choisit la version, ou mélange les deux.

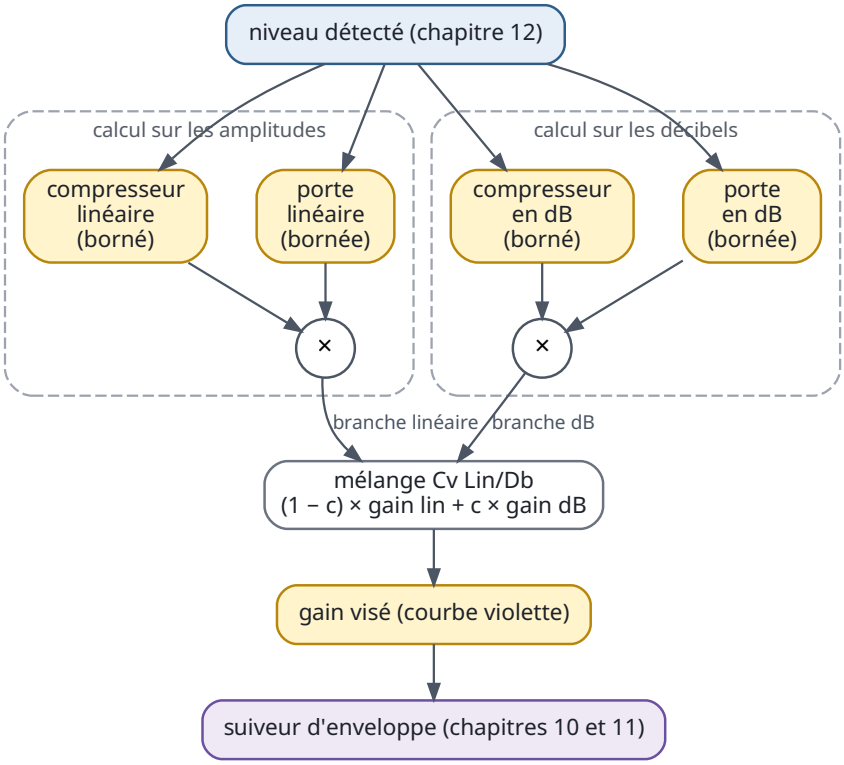


Figure 29 — Organisation du calcul de la courbe de transfert. Le compresseur dépend de Threshold, Ratio, Knee, Ratio Sens, Knee Auto et mod ratio ; la porte de Tresh Gate, Ratio Gate, Knee Gate, Knee Gate Auto et mod gate ; chaque gain est borné par GR Max et GR Min.

> **Ce qui n'est pas calculé**
>
> Lorsque **Ratio** vaut exactement 1, le compresseur n'est pas calculé : son gain vaut 1, quels que soient les autres réglages, y compris **GR Min** et **GR Max**. De même, la porte n'est pas calculée tant que **Ratio Gate** vaut 1, sa valeur par défaut. Enfin, seule la version (linéaire ou dB) qui a un poids non nul dans **Cv Lin/Db** est calculée.

Linéaire ou décibels

C'est la notion la plus importante de ce chapitre, et la plus originale de Comprendre.

En décibels, la courbe suit la règle habituelle : au-dessus du seuil, chaque décibel d'entrée donne 1/ratio décibel de sortie.

> sortie (dB) = seuil (dB) + (entrée (dB) − seuil (dB)) / ratio

Avec un seuil de −20 dB et un ratio de 2:1, un signal à 0 dBFS, soit 20 dB au-dessus du seuil, sort à −10 dBFS. Tracée avec des axes en décibels, la courbe est une droite brisée au seuil.

En linéaire (réglage par défaut), la même règle est appliquée aux **amplitudes** : le seuil est converti en amplitude (−20 dB devient 0,1), et c'est l'excès d'amplitude au-dessus du seuil qui est divisé par le ratio.

> sortie = seuil + (entrée − seuil) / ratio, en amplitudes

Tracée avec des axes linéaires, cette courbe est une droite brisée au seuil. Mais vue en décibels, elle s'arrondit : juste au-dessus du seuil, elle a bien la pente du ratio, puis elle se redresse progressivement vers une pente de 1:1 à mesure que le niveau monte. Avec un seuil de −20 dB et un ratio de 4:1, le ratio « local » à 0 dBFS n'est plus que de 1,3:1. Au total, pour les mêmes réglages, la courbe linéaire compresse **beaucoup moins** les niveaux élevés que la courbe en dB.

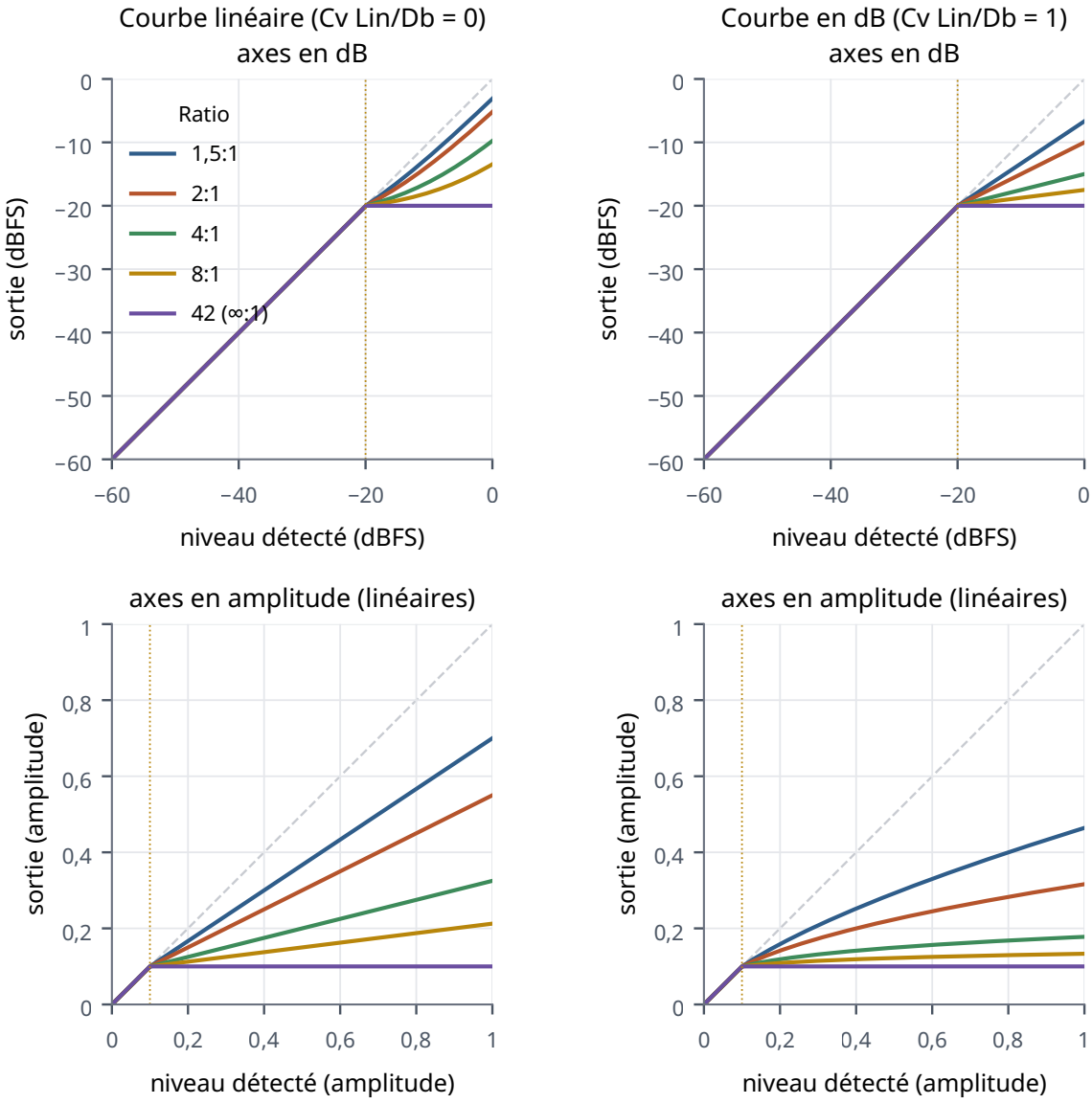


Figure 30 — Les mêmes ratios (seuil −20 dB) calculés en linéaire (à gauche) et en dB (à droite), vus avec des axes en dB (en haut) et en amplitude (en bas). Chaque courbe est droite dans le domaine où elle est calculée, et arrondie dans l'autre.

Le tableau suivant donne le niveau de sortie (dBFS) pour un seuil de −20 dB et un genou nul.

Ratio	Calcul	−15 dBFS	−10 dBFS	−6 dBFS	0 dBFS
2:1	linéaire	−17,2	−13,6	−10,4	−5,2
2:1	dB	−17,5	−15	−13	−10

Ratio	Calcul	−15 dBFS	−10 dBFS	−6 dBFS	0 dBFS
4:1	linéaire	−18,5	−16,3	−14	−9,8
4:1	dB	−18,8	−17,5	−16,5	−15
8:1	linéaire	−19,2	−17,9	−16,5	−13,5
8:1	dB	−19,4	−18,8	−18,3	−17,5

Les deux calculs ne coïncident qu'aux extrémités : sous le seuil, où ils ne font rien, et pour un ratio de 42 (infini), où la sortie est collée au seuil dans les deux cas.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François aime raisonner et regarder les courbes en linéaire, où l'on voit vraiment les amplitudes ; c'est pourquoi la courbe est linéaire par défaut. Il reconnaît que la plupart des compresseurs travaillent et s'affichent en décibels, et il conseille la courbe en dB dès que l'on utilise un genou : le résultat est alors celui que l'on attend d'un compresseur conventionnel.

> **Retrouver un compresseur « classique »**
>
> Pour obtenir le comportement décrit dans la plupart des manuels de compresseurs (ratio exprimé en dB, genou symétrique en dB), réglez **Cv Lin/Db** sur 1. Si vous gardez la courbe linéaire, attendez-vous à devoir monter nettement le ratio pour obtenir la même réduction à fort niveau.

Cv Lin/Db

onglet rangée principale

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `gain`

Choisit le domaine de calcul de la courbe de transfert : **0** (défaut) = linéaire, sur les amplitudes ; **1** = en décibels.

Entre les deux, les **deux** courbes sont calculées et leurs gains sont mélangés linéairement : gain = (1 − c) × gain linéaire + c × gain dB, où c est la valeur du réglage. Ce n'est donc pas une courbe « à mi-chemin » au sens des décibels, mais une moyenne pondérée des deux gains. En pratique, les valeurs intermédiaires donnent bien une famille de courbes qui passe progressivement de l'une à l'autre (figure ci-dessous).

Le réglage concerne tout le calcul : compresseur, porte, genoux, bornes GR Min et GR Max, genoux automatiques. Les lignes de repère du graphe (seuil, ratio, GR Min, GR Max) sont mélangées de la même façon.

Cv Lin/Db n'a aucun rapport avec **Gfx Lin/Db**, qui ne change que l'échelle d'affichage des graphes (chapitre 4), ni avec **EvMu Lin/Db**, qui choisit le domaine du suiveur d'enveloppe (chapitre 11).

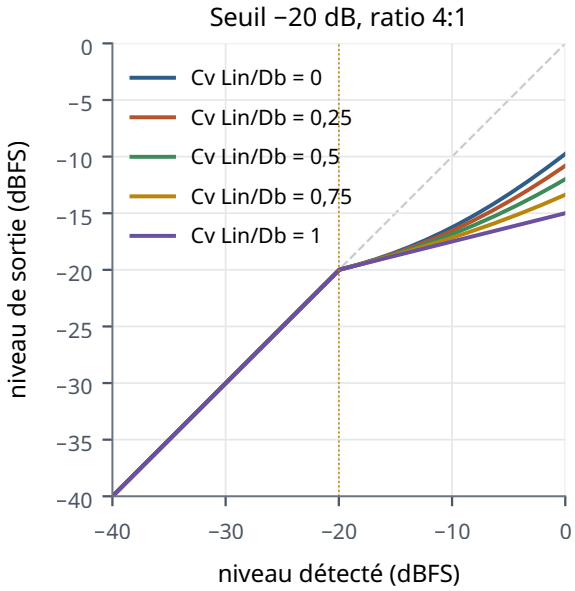


Figure 31 — Cv Lin/Db de 0 à 1 : le mélange des gains fait passer progressivement de la courbe linéaire à la courbe en dB.

> **♪ En musique : amplitudes ou décibels ?**
>
> Les deux courbes ne se distinguent vraiment qu'au-dessus du seuil, et d'autant plus que le signal y monte haut. Sur une batterie, à ratio égal, la courbe linéaire agit franchement sur les coups moyens mais laisse aux plus forts une bonne part de leur hauteur : les accents gardent leur relief. La courbe en décibels applique la même pente à tous les niveaux : le résultat est plus régulier, plus conventionnel.
>
> Les presets fournis montrent que les deux logiques sont bien vivantes : 41 d'entre eux passent **Cv Lin/Db** à 1, 37 gardent la courbe linéaire, et deux s'arrêtent entre les deux (**pa_bettermaker** à 0,3, **rockruepel_comptwo_drums** à 0,5). Le partage ne suit pas les familles de machines : les imitations du 1176 se répartissent des deux côtés, comme celles du LA-2A (**waves_la2a** en décibels, **slate_fg2a** et **native_vc2a** en linéaire). Seules les imitations du compresseur de bus SSL font presque bloc, neuf sur dix en décibels (**ssl_1**, **tr_bus**, **bx_townhouse**, **acustica_sand3**…), **cytomic_glue** restant linéaire. C'est l'analyse qui a tranché, preset par preset ; à vous d'écouter laquelle sert votre morceau.

Lire la courbe dans le graphe

Le graphe de la courbe de transfert (chapitre 4, affichage 4) montre le niveau détecté en abscisse et le niveau de sortie en ordonnée, avec la même échelle sur les deux axes. Cette échelle est réglée par **Gfx Lin/Db**, indépendamment du domaine de calcul choisi par **Cv Lin/Db**. On y voit :

- la **courbe violette**, calculée avec exactement les mêmes formules que le son : compresseur, porte, mélange lin/dB, bornes, genou automatique et ratios modulés. Lorsque le genou automatique ou une modulation est actif, elle est recalculée en permanence et on la voit bouger. Elle est plafonnée au bord supérieur : un gain qui ferait dépasser 0 dBFS n'est pas visible ;
- le **triangle rouge sombre** sous la diagonale, qui est la zone où la sortie est plus faible que l'entrée ;

- la ligne **jaune** du seuil et la ligne **blanche** du niveau de sortie atteint à 0 dBFS (si **Gfx Lines** le permet). La ligne blanche est calculée sans genou, sans porte et sans les bornes GR Min et GR Max ;
- les **points verts** : le niveau détecté et le niveau effectivement obtenu après le suiveur d'enveloppe, sur la dernière seconde environ. Ils ne tiennent compte ni de **Gr Amp** ni du designer optique (chapitre 15).

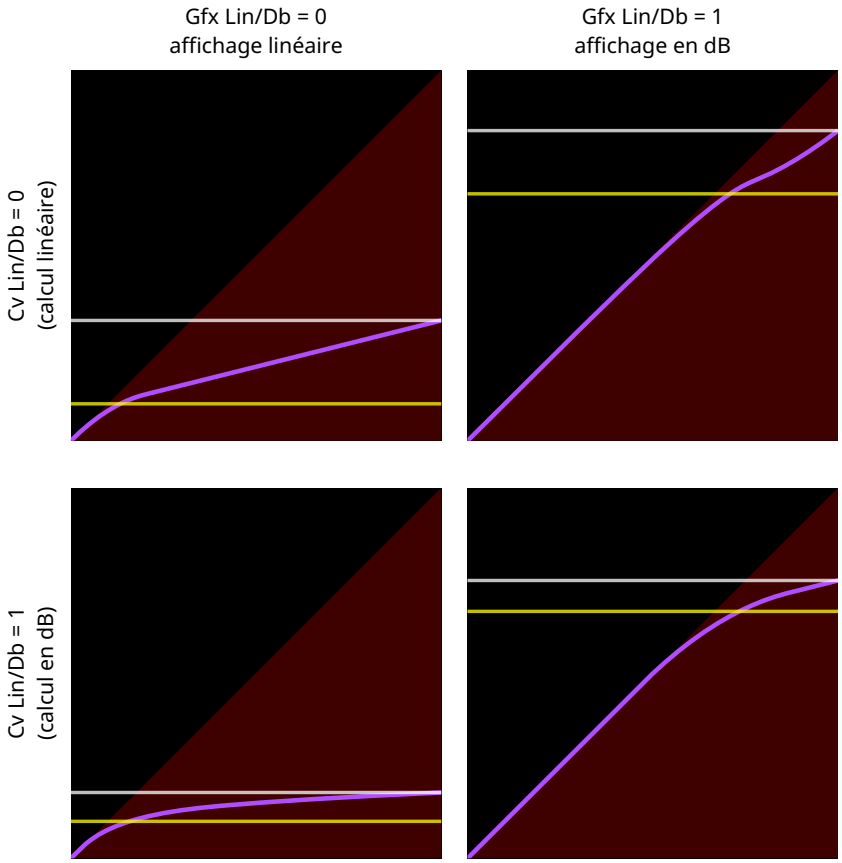


Figure 32 — Le graphe de la courbe pour un seuil de −20 dB, un ratio de 4:1 et un Knee de 24 : en haut la courbe calculée en linéaire, en bas en dB ; à gauche affichée en linéaire, à droite en dB. La courbe calculée en linéaire et affichée en dB n'est pas droite : elle « se creuse » au-dessus du seuil.

Dans l'historique, deux lignes horizontales supplémentaires sont toujours affichées : **GR Min** en rouge foncé et **GR Max** en vert foncé. Elles sont tracées à la hauteur du gain correspondant, à la même échelle que les lignes violette (gain visé) et blanche (gain lissé). Avec les réglages par défaut (0 dB et −60 dB), elles sont collées au bord supérieur et au bord inférieur.

Seuil, ratio et genou

Threshold

onglet rangée principale

Plage : −60 à 0 dB **Défaut :** −20 dB **Identifiant :** `seuil`

Niveau détecté à partir duquel le compresseur commence à réduire le gain. Il est comparé au niveau fourni par la détection (chapitre 13) : avec la détection par défaut, la valeur crête instantanée du signal ; avec une détection RMS ou lissée, un niveau plus bas, ce qui revient à compresser moins pour le même seuil.

En linéaire, le seuil est converti en amplitude (−20 dB = 0,1 ; −6 dB ≈ 0,5) ; en dB, il est utilisé tel quel.

Rappelons que le **Headroom** (chapitre 7) fait entrer le signal plus fort dans le compresseur : monter le Headroom de 6 dB revient, pour la compression, à abaisser le seuil de 6 dB.

Dans les graphes, le seuil est la ligne horizontale **jaune**.

Ratio

onglet rangée principale

Plage : 0,25 à 42 **Défaut :** 2 **Identifiant :** `ratio`

Rapport de compression au-dessus du seuil. Le code travaille en réalité avec la **pente** 1/ratio : un ratio de 4 donne une pente de 0,25 (en dB ou en amplitude, selon **Cv Lin/Db**).

Valeurs particulières :

- **42**, la valeur maximale, est traitée comme l'infini : la pente est nulle et la sortie reste collée au seuil. C'est le réglage d'un limiteur (avec une attaque nulle, chapitre 12) ;
- **1** désactive complètement le compresseur : son gain vaut 1 à tous les niveaux, même si **GR Min** est négatif ;
- **entre 0,25 et 1**, la pente est supérieure à 1 (jusqu'à 4 pour 0,25) : au-dessus du seuil, le signal est **expansé vers le haut**. Ce gain supérieur à 1 n'est possible que si **GR Min** est positif (voir plus loin) ; avec GR Min à 0 dB, sa valeur par défaut, un ratio inférieur à 1 n'a **aucun effet**.

Pour obtenir un ratio négatif (la sortie diminue quand l'entrée augmente), utilisez **Ratio Sens** (onglet CURVE).

Dans les graphes, la ligne horizontale **blanche** indique le niveau de sortie qu'atteindrait un signal à 0 dBFS avec ce ratio.

Le **genou** (*knee*) adoucit la cassure de la courbe au seuil. Dans Comprendre, c'est un raccord parabolique (le genou « quadratique » classique), centré sur le seuil : il commence à seuil − Knee/2 et se termine à seuil + Knee/2. Dans cette zone, la pente passe progressivement de 1 au ratio ; en dehors, la courbe est inchangée.

Knee

onglet rangée principale

Plage : 0 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `genou`

Largeur du genou, centrée sur le seuil. À 0 (défaut), le genou est dur : la courbe se casse net au seuil.

Son unité dépend du domaine de calcul :

- **en dB**, c'est une largeur en décibels. Knee = 12 avec un seuil de −20 dB étale le genou de −26 à −14 dB. La plage du réglage (jusqu'à 240) dépasse de loin la dynamique utile : avec ce même seuil, un Knee de 40 fait déjà monter le genou jusqu'à 0 dBFS, et un Knee de 80 le fait descendre jusqu'à −60 dBFS ;
- **en linéaire**, c'est une largeur en **amplitude**, égale à Knee/120 : Knee = 120 correspond à toute l'amplitude de 0 à 1. Avec un seuil de −20 dB (0,1), Knee = 6 étale le genou de l'amplitude 0,075 à 0,125, soit de −22,5 à −18,1 dB. Le genou linéaire est donc symétrique en amplitude, mais **pas** en décibels : sa partie basse est plus longue que sa partie haute (2,5 dB sous le seuil contre 1,9 dB au-dessus).

Les deux versions ont le même nom mais pas du tout le même effet pour une même valeur : changez **Cv Lin/Db** et il faudra en général réajuster le Knee.

> **Le genou doux, des lampes à l'« Over Easy »**
> Sur les premiers compresseurs, le genou doux n'était pas un réglage : il venait tout seul. Les compresseurs à lampes à pente variable et les compresseurs optiques entrent naturellement en compression de façon progressive, comme le Gates Sta-Level de 1956 ou le LA-2A, dont le ratio « fixé à 4:1 » varie en réalité avec la source. Le Neve 2254 (1969), à pont de diodes, étale sa transition sur une dizaine de décibels. Avec le VCA, très linéaire, le genou devient un choix de conception : le dbx 160 de 1976 a un genou dur, et c'est en 1978, sur le dbx 165, que la marque commercialise son genou doux sous le nom d'« Over Easy ». L'API 2500 (2002) en proposera trois, dur, moyen et doux, et le Distressor donne à ses ratios de 2:1 et 3:1 des genoux « paraboliques », de 15 dB pour le 2:1 ; c'est aussi la forme du genou de Comprendre. Quant au Manley Variable Mu, son manuel décrit un genou qui s'adoucit à mesure que la limitation augmente : c'est l'idée du genou automatique, présenté plus loin.

Le « rabotage » du genou en linéaire

En linéaire, la largeur du genou est une amplitude, alors que le seuil peut être très bas. Le genou commence à l'amplitude seuil − Knee/240 : dès que Knee atteint 240 fois le seuil (en amplitude), ce début tombe à zéro. Le genou commence alors au silence, et toute sa partie basse est « rabotée ».

Threshold	−6 dB	−10 dB	−20 dB	−30 dB	−40 dB	−60 dB
Knee à partir duquel le genou commence au silence	120	76	24	7,6	2,4	0,24

Au-delà de cette valeur, le comportement change radicalement. La formule du genou donne, pour les niveaux les plus faibles, une sortie négative : le gain s'effondre jusqu'au plancher **GR Max** (−60 dB par défaut). Les niveaux faibles sont alors **plus** réduits que ceux proches du seuil, et plus le ge-

nou est large, plus cette zone remonte. Avec un seuil de −20 dB, un ratio de 4:1 et Knee = 48, tout ce qui est détecté sous −38,6 dBFS est abaissé de 60 dB : le compresseur se comporte en partie comme une porte. Avec un seuil de −40 dB, il suffit de Knee = 6 pour que tout ce qui passe sous −53 dBFS subisse le même sort.

En dB, rien de tel : le genou est symétrique en décibels, et sa réduction croît régulièrement depuis son début.

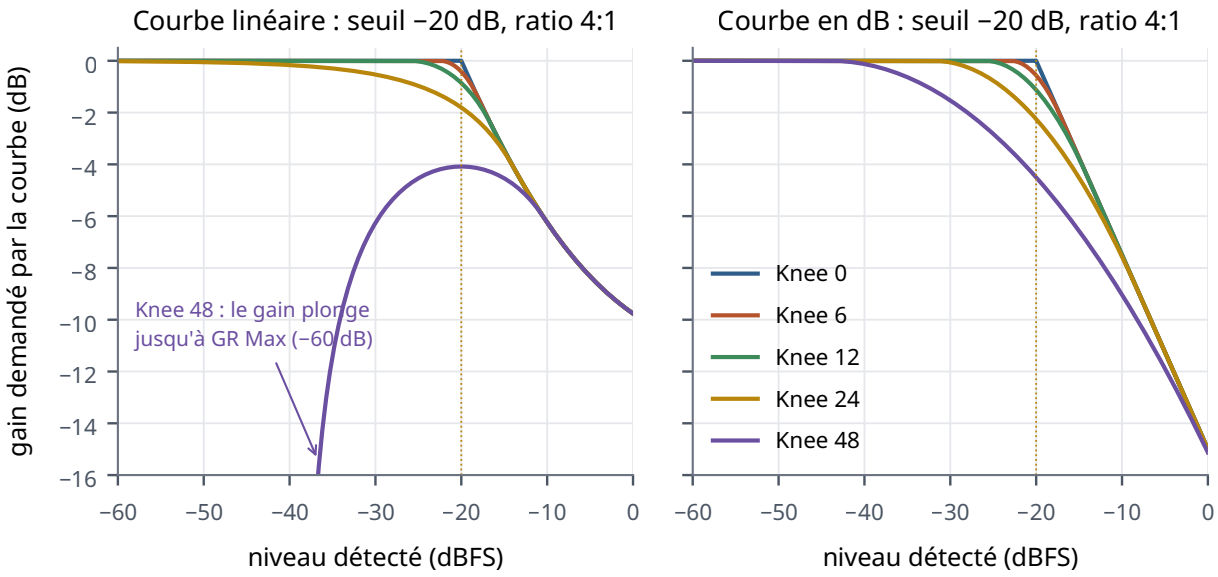


Figure 33 — Gain demandé par la courbe selon le Knee, en linéaire (à gauche) et en dB (à droite). En linéaire, la partie basse du genou est raccourcie, et au-delà de Knee = 24 (pour ce seuil de −20 dB) les niveaux faibles sont réduits à leur tour.

À confirmer par François

En courbe linéaire, lorsque Knee dépasse 240 fois le seuil en amplitude (24 pour un seuil de −20 dB, 2,4 pour −40 dB), la formule du genou donne une sortie négative aux niveaux les plus faibles, et le gain tombe sur le plancher GR Max : les signaux faibles sont alors fortement atténués, comme par une porte. Est-ce voulu, et est-ce le « rabotage » évoqué dans la vidéo ?

Choisir le Knee

En dB, un Knee de 6 à 12 dB donne un genou doux conventionnel. En linéaire, gardez le Knee nettement en dessous de la valeur du tableau ci-dessus pour votre seuil, sauf si vous recherchez précisément l'effet de « rabotage ».

Pour aller plus loin

Dans les deux domaines, notons x le niveau (amplitude ou dB), T le seuil, K la largeur du genou et r = 1/ratio la pente.

- Si $x > T + K/2$: sortie = $T + (x - T) \cdot r$.
- Si $x \leq T - K/2$: sortie = x.
- Sinon : sortie = $x + (r - 1) \cdot (x - T + K/2)^2 / (2K)$.

En linéaire, le gain est sortie / x, avec K = Knee/120 ; en dB, la réduction est x − sortie, avec K = Knee. La porte utilise le même genou retourné : au-dessus de T + K/2, sortie = x ; au-dessous de T − K/2, sortie = T + (x − T) · Ratio Gate ; entre les deux, sortie = x + (1 − Ratio Gate) · $(x - T - K/2)^2 / (2K)$.

En interne, les niveaux en dB sont décalés de 60 dB et limités à −60 dBFS : un niveau détecté plus faible que −60 dBFS est traité comme −60 dBFS par la courbe en dB.

♪ En musique : la largeur du genou

Un genou dur fait entrer la compression d'un coup, au seuil près : c'est ce qu'il faut pour un limiteur ou pour une compression qui doit s'entendre. Un genou large la fait arriver en douceur, quelques décibels avant le seuil, et la rend bien moins perceptible sur une voix, une guitare acoustique ou un bus. Sur une voix, en courbe dB, comparez **Knee** à 0 puis à 12 : les débuts de phrases se tassent moins brusquement.

Les presets vont beaucoup plus loin. **waves_la2a**, construit en imitant le CLA-2A de Waves (une émulation du LA-2A), règle **Knee** à 25 dB. **arturia_tube-sta**, imitation du Comp TUBE-STA d'Arturia (le Gates Sta-Level), associe un **Ratio** de 42 à un **Knee** de 38,29 dB : sa courbe passe progressivement de 1:1 à l'infini sur près de 40 dB. **klang_mjuc_mk1** (67,42 dB) et **waves_rvox** (88 dB) élargissent tant le genou que le ratio ne cesse de croître sur toute la plage utile. **ao_dbcomp**, d'après un plugin de style dbx 160 décrit comme à genou doux « Over Easy », règle **Knee** à 25 en courbe linéaire, juste sous la limite du rabotage pour son seuil de −19,28 dB. Chargez l'un de ces presets et baissez peu à peu le **Threshold** : la compression s'installe progressivement, sans seuil audible.

Le genou automatique

Le genou automatique fait varier la largeur du genou avec la **réduction de gain** : plus le compresseur travaille, plus le genou s'élargit (ou se rétrécit, avec une valeur négative). La réduction utilisée est celle qu'imposerait la courbe avec un genou dur, lissée par un suiveur dont la constante de temps est réglée par **Knee Auto Secs**.

Sous le seuil, cette réduction est nulle : le genou revient alors à sa largeur de base (**Knee**) au rythme de Knee Auto Secs. Pendant un passage fort, le genou s'élargit ; quand le niveau redescend, il reste large un moment. Les notes plus calmes qui suivent un passage fort, autour du seuil, sont alors compressées plus doucement mais plus tôt (dès le bas du genou).

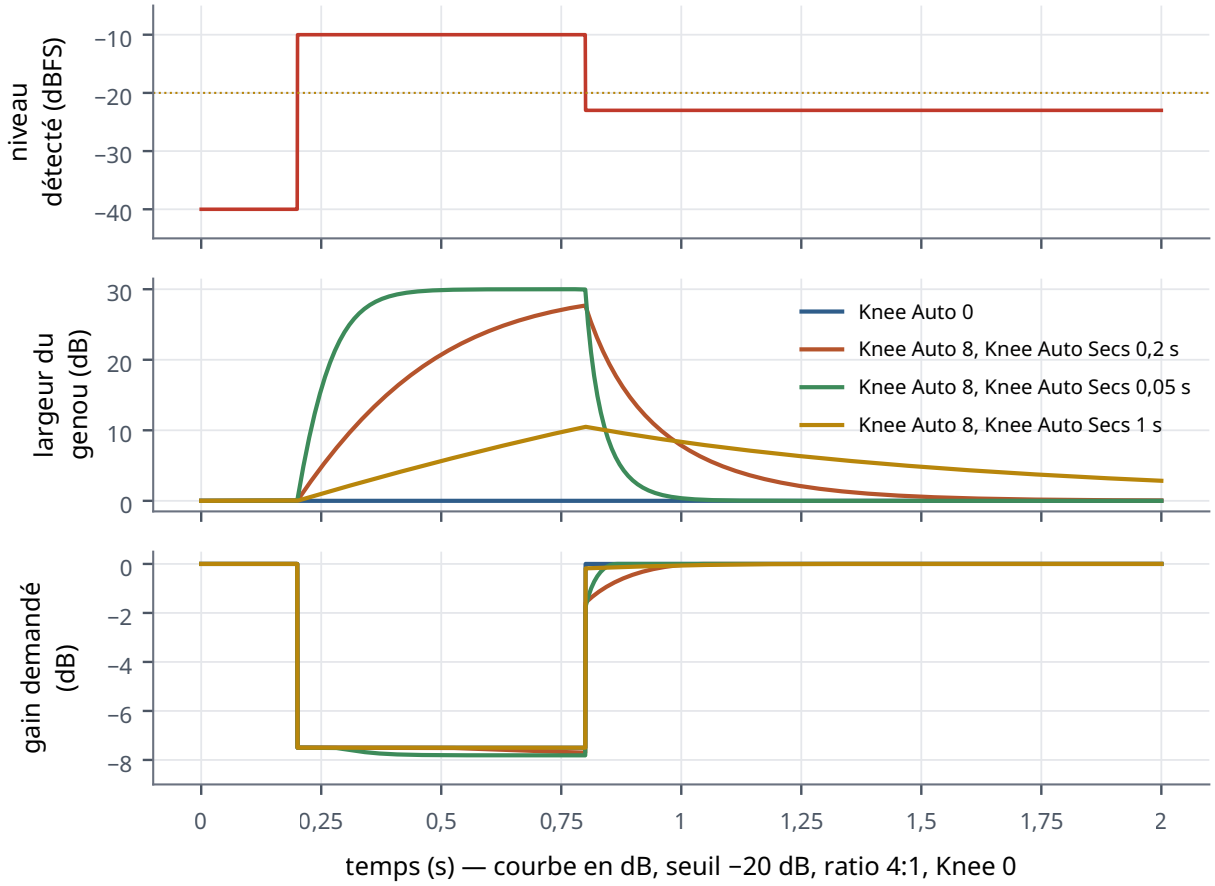


Figure 34 — Genou automatique en dB (seuil −20 dB, ratio 4:1, Knee 0, Knee Auto 8). Pendant le passage à −10 dBFS, le genou s'élargit jusqu'à 30 dB ; après le retour à −23 dBFS, juste sous le seuil, il se referme au rythme de Knee Auto Secs, et le niveau de −23 dBFS reçoit une légère réduction tant que le genou reste large.

Knee Auto

onglet CURVE

Plage : −240 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `auto_genou`

Quantité d'élargissement automatique du genou du compresseur. À 0 (défaut), le genou est fixe.

L'effet dépend du domaine de calcul :

- **en dB**, le genou s'élargit de Knee Auto/2 dB par décibel de réduction lissée. Knee Auto = 1 et 6 dB de réduction ajoutent 3 dB de genou ; Knee Auto = 8 et 7,5 dB de réduction ajoutent 30 dB ;
- **en linéaire**, le genou s'élargit en amplitude de Knee Auto/20 × (1 − g), où g est le gain lissé (0,5 pour 6 dB de réduction). Exprimé dans l'unité du réglage Knee, cela revient à ajouter 6 × Knee Auto × (1 − g) : Knee Auto = 2 et 6 dB de réduction équivalent à ajouter 6 au Knee.

Une valeur **négative** rétrécit le genou quand la réduction augmente. Si la largeur totale devient négative, la zone de genou disparaît et l'on retrouve un genou dur (tant que **GR Min** reste à 0 dB ; avec un GR Min positif, un léger gain peut apparaître juste sous le seuil).

En linéaire, attention au « rabotage » décrit plus haut : un genou automatique trop généreux peut dépasser, pendant les passages forts, la limite de 240 fois le seuil, et faire chuter le gain des niveaux faibles qui suivent.

Le genou automatique utilise le ratio éventuellement modulé par **mod ratio** (chapitre 23).

Knee Auto Secs

onglet CURVE

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,2 s **Identifiant :** `plie`

Constante de temps du suiveur qui lisse la réduction utilisée par **Knee Auto** : le genou parcourt environ 63 % du chemin vers sa nouvelle largeur en Knee Auto Secs secondes, aussi bien quand il s'élargit que quand il se referme. À 0, il n'y a aucun lissage : le genou suit instantanément la réduction.

Ce temps est indépendant des réglages d'attaque et de relâchement (y compris leurs « altitudes », chapitre 12). Il n'a d'effet que si **Knee Auto** est différent de 0.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Le genou automatique est l'un des réglages dont François se sert le plus pour imiter des compresseurs de voix : c'est souvent ce qui lui a permis d'approcher le résultat recherché. Il trouve qu'une constante de temps de 200 ms, la valeur par défaut, convient bien, et il rappelle de choisir consciemment le domaine (linéaire ou dB), car l'effet est très différent.

À confirmer par François

Dans la vidéo, l'affichage du genou automatique paraît incorrect lorsque les canaux sont déliés. Le code affiche la moyenne des genoux des deux canaux seulement si Channels Unlink vaut exactement 1 (pour une valeur intermédiaire, il affiche le genou lié) ; de plus, en courbe dB, les genoux automatiques par canal démarrent d'un état mal initialisé après chaque réinitialisation du plugin, ce qui donne un genou presque dur pendant quelques constantes de temps. Est-ce la cause du défaut observé ?

♪ En musique : un genou qui suit la voix

C'est le conseil de François pour la voix : laisser le genou bouger avec le volume du chant. Partez de **Cv Lin/Db** à 1, **Knee** à 6, **Knee Auto** à 2 et **Knee Auto Secs** à 0,2 s. Pendant un refrain chanté fort, le genou s'élargit ; quand la voix revient à mi-voix, il reste large un moment, et les syllabes qui suivent entrent en compression plus tôt mais plus doucement. L'oreille perçoit souvent une voix plus égale, qui reste devant sans être écrasée. Essayez d'allonger **Knee Auto Secs** sur un chant lent et lié, de le raccourcir sur un débit rapide ou très articulé. Parmi les presets, **bx_townhouse** utilise un genou automatique discret (**Knee Auto** 0,2, avec un temps de 0,127 s) et **pa_elysia** un genou automatique très marqué (24). **blackrooster_omnitec436**, imitation de l'OmniTec-436C de Black Rooster Audio (un Altec 436C, compresseur à lampes), fait l'inverse : avec **Knee Auto** à −14,53, son genou se resserre quand la compression s'intensifie, ce qui durcit la courbe sur les passages forts.

Bornes de réduction : GR Max et GR Min

Ces deux réglages bornent le gain de chaque courbe (compresseur et porte), avant le suiveur d'enveloppe. Ils s'expriment comme des gains en dB : 0 dB = gain unité, −6 dB = 6 dB de réduction, +6 dB = 6 dB d'amplification.

- **GR Max** est le **plancher** du gain : la réduction ne peut pas dépasser cette valeur.
- **GR Min** est le **plafond** du gain : le gain ne peut pas dépasser cette valeur. À 0 dB, il interdit tout gain supérieur à 1 ; positif, il l'autorise ; négatif, il impose une réduction minimale.

GR Min est appliqué **après** GR Max : si les deux se contredisent (GR Max plus élevé que GR Min), c'est GR Min qui l'emporte.

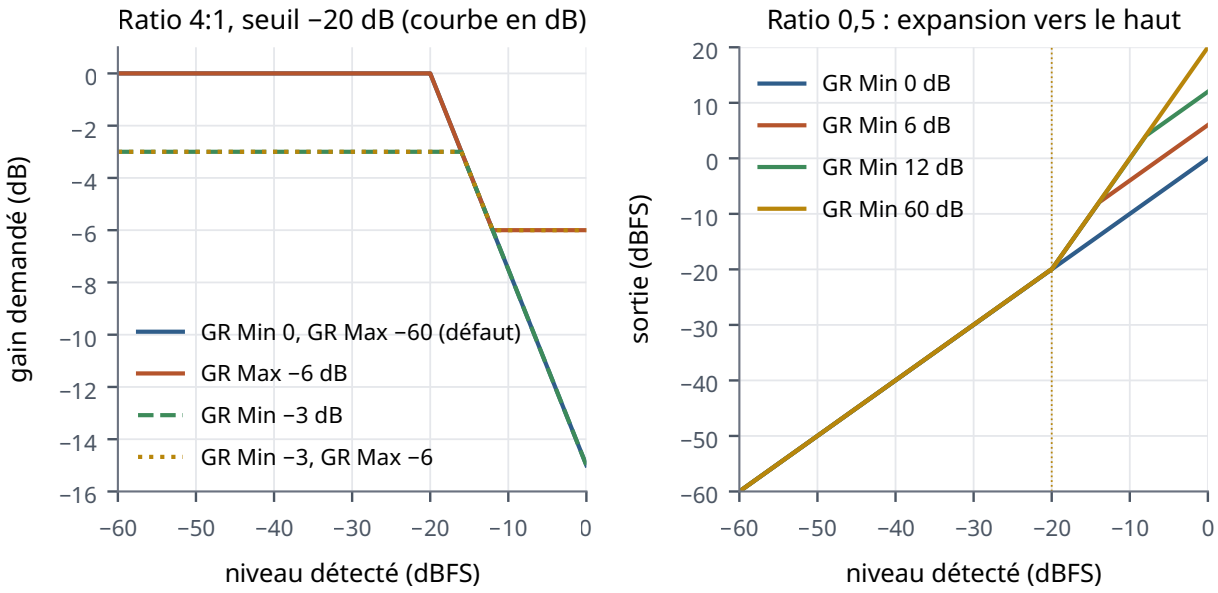


Figure 35 — À gauche, GR Max et GR Min sur un compresseur 4:1 en dB. À droite, un ratio de 0,5 (expansion vers le haut) n'a d'effet que si GR Min est positif, et ce gain est plafonné par GR Min.

GR Max

onglet CURVE

Plage : −60 à 60 dB **Défaut :** −60 dB **Identifiant :** `gr_max`

Réduction de gain maximale autorisée par la courbe : le gain de chaque courbe ne descend jamais en dessous de cette valeur. À −2 dB, la courbe ne demande jamais plus de 2 dB de réduction, quel que soit le niveau. À −60 dB (défaut), la borne ne gêne pratiquement jamais.

Une valeur positive impose un gain minimal supérieur à 0 dB, mais seulement si **GR Min** est au moins aussi élevé (sinon GR Min l'emporte).

En courbe dB, la borne de −60 dB a une particularité : une réduction qui l'atteint donne un gain nul, c'est-à-dire un silence complet, alors qu'en linéaire elle donne bien −60 dB.

Dans l'historique, GR Max est la ligne horizontale **vert foncé**.

GR Min

onglet CURVE

Plage : −60 à 60 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `gr_min`

Gain maximal autorisé par la courbe : le gain de chaque courbe ne monte jamais au-dessus de cette valeur.

- **0 dB** (défaut) : aucun gain supérieur à 1 n'est possible. Un ratio inférieur à 1 ou un Ratio Gate inférieur à 1 n'ont alors aucun effet.
- **Positif** : autorise une amplification jusqu'à cette valeur. C'est indispensable pour l'expansion vers le haut (ratio entre 0,25 et 1) et pour la compression vers le haut de la porte (Ratio Gate inférieur à 1).
- **Négatif** : impose une réduction **minimale**, à tous les niveaux, même sous le seuil. Avec GR Min = −3 dB, la courbe demande au moins 3 dB de réduction en permanence.

Deux précisions. D'abord, GR Min ne s'applique qu'à une courbe active : avec Ratio = 1 (et Ratio Gate = 1), il n'a aucun effet. Ensuite, il borne séparément le compresseur et la porte : si les deux sont actifs, un GR Min de −3 dB peut donner jusqu'à 6 dB de réduction minimale au total. Pour la même raison, le produit des deux courbes peut descendre sous GR Max.

Dans l'historique, GR Min est la ligne horizontale **rouge foncé**.

Le mot de l'auteur

GR Max est le réglage « classique » de réduction maximale : à 2 dB, la courbe ne réduira jamais de plus de 2 dB. GR Min est son pendant de l'autre côté : comme il vaut 0 dB par défaut, il faut le rendre positif pour que la courbe ait le droit de dépasser le gain unité.

À confirmer par François

Dans les vidéos, GR Min positif est présenté comme nécessaire pour les ratios négatifs. Dans le code, un ratio négatif (Ratio Sens à −1) ne produit jamais de gain supérieur à 1 et fonctionne avec GR Min à 0 ; ce sont les ratios inférieurs à 1 (et Ratio Gate inférieur à 1) qui ont besoin d'un GR Min positif. Est-ce bien de ces ratios qu'il s'agissait ?

♪ En musique : plafonner la compression d'un bus

Sur un bus de mix, la « colle » tient souvent à peu de chose : quelques décibels de réduction, pas davantage. **GR Max** vous l'assure. Réglez-le à −2 ou −3 dB, puis baissez le seuil sans crainte : le compresseur travaille sur tout le morceau, mais la courbe ne demandera jamais davantage, même sur le coup de cymbale le plus fort. En mastering, un **GR Max** de −1 à −2 dB donne la même assurance à une compression de densité. **GR Min** négatif sert surtout à l'imitation, en imposant une réduction permanente : **softube_cl1b** le règle à −0,6 dB, **ircam_purecomp** à −6 dB.

Ratios inférieurs à 1 et ratios négatifs

Le potentiomètre **Ratio** va de 0,25 à 42 :

- de 1 à 42, c'est une compression ordinaire ;
- de 0,25 à 1, c'est une **expansion vers le haut** au-dessus du seuil : un ratio de 0,5 fait sortir 2 dB pour chaque décibel au-dessus du seuil (en dB). Elle n'agit que si **GR Min** est positif, et elle est plafonnée par lui.

Le réglage **Ratio Sens** permet en plus d'inverser le sens de la pente : avec un ratio **négatif**, la sortie **diminue** quand l'entrée augmente au-dessus du seuil. C'est un effet de « surcompression », qui écrase les crêtes plus bas que le seuil.

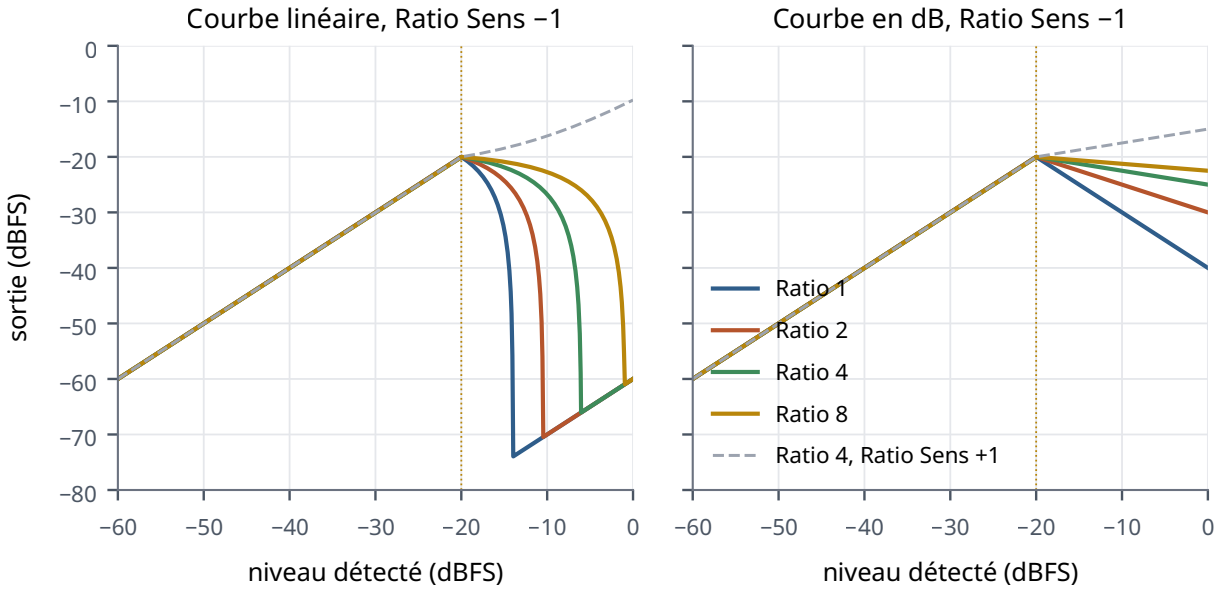


Figure 36 — Ratio Sens à −1 : au-dessus du seuil, la sortie redescend. En linéaire, l'amplitude de sortie atteint zéro, puis le gain reste sur le plancher GR Max ; en dB, la sortie redescend en ligne droite. En pointillé gris, le ratio 4 ordinaire.

Ratio Sens

onglet CURVE

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `ratio_sens`

Sens de la pente du compresseur. Ce réglage n'a que trois positions :

- **+1** (défaut) : pente positive, compression ordinaire. Si le ratio est modulé (**mod ratio**, chapitre 23), la modulation ne peut pas rendre la pente négative : au pire, elle la ramène à zéro (∞:1) ;
- **0** : pente positive, comme +1, mais la modulation a le droit de la rendre négative (jusqu'à −4). Sans modulation, 0 et +1 donnent exactement le même son ;
- **−1** : pente négative, égale à −1/ratio. Au-dessus du seuil, la sortie diminue quand l'entrée augmente.

Avec −1 en courbe dB, un seuil de −20 dB et un ratio de 4, un signal à −10 dBFS sort à −22,5 dBFS et un signal à 0 dBFS à −25 dBFS. En courbe linéaire, l'amplitude de sortie diminue jusqu'à s'annuler pour une entrée égale à (1 + ratio) fois le seuil (−6 dBFS pour un seuil de −20 dB et un ratio de 4) ; au-delà, le gain reste sur le plancher **GR Max**. Notez qu'ici le ratio 1 n'est pas neutre : la pente vaut −1, la sortie est le miroir de l'entrée par rapport au seuil.

Un ratio négatif ne demande jamais de gain supérieur à 1 : il n'a pas besoin de **GR Min** positif.

Le mot de l'auteur

Comme le ratio maximal (42) représente déjà l'infini, il fallait un autre réglage pour aller au-delà : c'est le rôle de Ratio Sens. François l'a conçu aussi pour les modulations : il veut pouvoir décider si un ratio modulé a le droit, ou non, de devenir négatif.

À confirmer par François

Avec Ratio Sens à −1 et mod ratio actif, le code calcule la modulation à partir de la pente positive 1/(Ratio + mod ratio) : quand la modulation est à son niveau de repos, la pente redevient positive (par exemple Ratio 2 et mod ratio +2 donnent une pente de +1/4 au lieu de −1/4). Est-ce voulu ? Cela pourrait expliquer le comportement « bizarre » remarqué dans la vidéo.

Du limiteur à la « surcompression »

La compression est née limiteur. En 1937 apparaissent les premiers limiteurs de crête commerciaux, le Western Electric 110A, suivi du RCA 96-A : de simples outils pour empêcher les émetteurs radio de surmoduler. On parle aujourd'hui de limitation à partir d'un ratio d'environ 10:1, et de limiteur « brickwall » de 20:1 à l'infini, avec une attaque très rapide. Encore faut-il pouvoir atteindre l'infini : en théorie, un compresseur en feedback, qui mesure sa propre sortie, ne le peut pas, alors qu'un compresseur en feedforward y parvient sans difficulté et peut même aller au-delà, jusqu'à la « surcompression » des ratios négatifs. Quelques appareils l'ont mise à la portée des ingénieurs : l'elysia alpha compressor (2006), dont le mode feedback plafonne à 2,5:1 mais dont le mode feedforward va jusqu'aux ratios négatifs, ou le SSL The Bus+ (2022). Dans Comprendre, le **Ratio** de 42 est cet infini, et **Ratio Sens** ouvre la porte de l'au-delà.

> **♪ En musique : des ratios négatifs pour le sound design**
>
> Avec **Ratio Sens** à −1, plus un coup est fort, plus il ressort bas. Sur une boucle de batterie, en courbe dB, placez le seuil juste sous les coups moyens, avec un **Ratio** de 2 à 4 et des temps courts : les frappes les plus appuyées s'enfoncent, tandis que les notes fantômes et la résonance des fûts, restées sous le seuil, passent devant. La boucle prend une allure aspirée, presque retournée. Sur une nappe ou une texture, un relâchement long transforme chaque accent en creux. Aucun des 80 presets n'utilise ce réglage : c'est un terrain encore vierge, à explorer. Surveillez le niveau, et vérifiez sur le graphe de la courbe que la sortie redescend bien au-dessus du seuil.

La porte

La porte (*gate*, ou plus exactement expandeur vers le bas) agit **sous** son seuil, là où le compresseur n'agit pas. Elle a ses propres seuil, ratio et genou, et son propre genou automatique. Son gain est multiplié à celui du compresseur **avant** le suiveur d'enveloppe : elle utilise donc les mêmes temps d'attaque et de relâchement. Quand la porte se ferme, le gain descend à la vitesse de l'attaque ; quand elle se rouvre, il remonte à la vitesse du relâchement.

Attention, la convention du ratio de la porte n'est pas celle du compresseur : **Ratio Gate** est directement la pente sous le seuil. Avec Ratio Gate = 4, chaque décibel sous le seuil de la porte devient 4 dB sous ce seuil (en dB). Ratio Gate = 1 est neutre (porte inactive, réglage par défaut). Et 42 n'est **pas** un infini : c'est une pente de 42, ce qui reste en pratique une fermeture quasi totale.

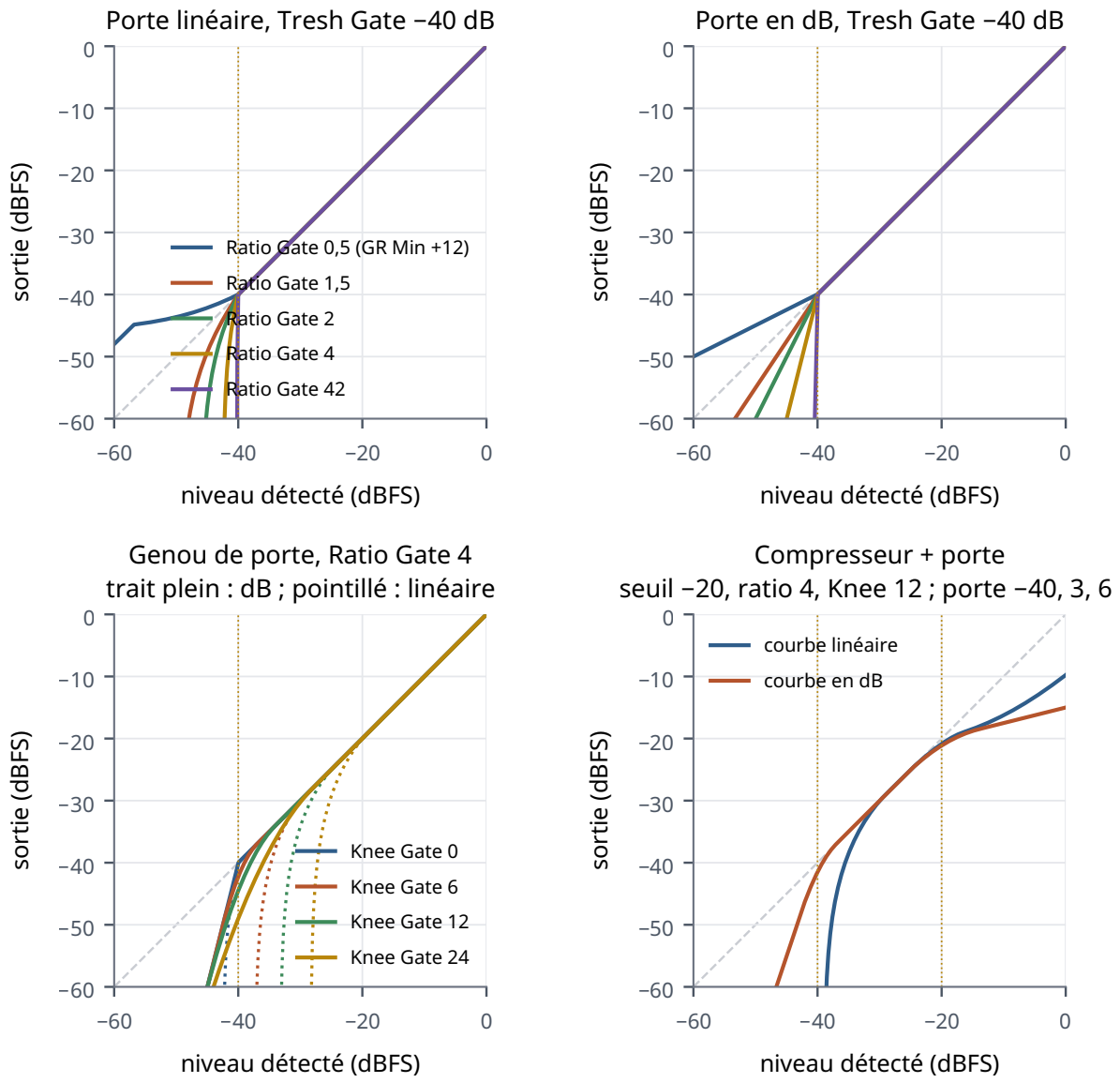


Figure 37 — La porte. En haut : différents Ratio Gate, en linéaire et en dB (Tresh Gate −40 dB) ; en linéaire, la sortie s'annule à une certaine distance sous le seuil, puis le gain reste sur le plancher GR Max. En bas à gauche : le genou de la porte, en dB (trait plein) et en linéaire (pointillé). En bas à droite : compresseur et porte combinés.

Tresh Gate

onglet CURVE

Plage : −60 à 0 dB **Défaut :** −20 dB **Identifiant :** `seuil_porte`

Seuil de la porte : la porte agit sur les niveaux détectés **inférieurs** à cette valeur. Comme pour le compresseur, il est converti en amplitude en linéaire et utilisé tel quel en dB.

Le seuil de la porte est indépendant du seuil du compresseur. On le place en général bien en dessous, pour traiter le bruit de fond ou les fins de notes, mais rien n'interdit de le placer au-dessus.

Ratio Gate

onglet CURVE

Plage : 0,25 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `ratio_porte`

Pente de la porte sous son seuil. Contrairement au **Ratio**, ce n'est pas un rapport « entrée : sortie » mais directement la pente :

- **1** (défaut) : porte inactive ;
- **supérieur à 1** : expansion vers le bas. En dB, 2 signifie que 10 dB sous le seuil deviennent 20 dB sous le seuil. En linéaire, l'amplitude de sortie s'annule pour une entrée égale à (1 − 1/Ratio Gate) fois le seuil : avec un seuil de −40 dB, à −46 dBFS pour 2, à −42,5 dBFS pour 4. En dessous, le gain reste sur le plancher **GR Max** : la porte linéaire est donc une porte « franche » ;
- **42** : pente de 42, quasiment une fermeture dès le seuil, sans être un infini ;
- **inférieur à 1** (jusqu'à 0,25) : **compression vers le haut** sous le seuil, qui remonte les niveaux faibles. Comme elle demande un gain supérieur à 1, elle n'agit que si **GR Min** est positif, et elle est plafonnée par lui.

Les bornes **GR Max** et **GR Min** s'appliquent au gain de la porte, séparément de celui du compresseur.

Knee Gate

onglet CURVE

Plage : 0 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `genou_porte`

Largeur du genou de la porte, centrée sur **Tresh Gate**, avec les mêmes unités que **Knee** : largeur en dB en courbe dB, largeur en amplitude égale à Knee Gate/120 en courbe linéaire. Le raccord est le même genou parabolique, retourné.

En linéaire, la remarque faite pour le compresseur vaut encore plus ici, car le seuil de la porte est en général bas : avec Tresh Gate = −40 dB (amplitude 0,01), Knee Gate = 12 étend le haut du genou jusqu'à −24 dBFS et supprime sa partie basse. Pour un genou de porte maîtrisé, préférez la courbe en dB.

Knee Gate Auto

onglet CURVE

Plage : −240 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `auto_genou_porte`

Genou automatique de la porte : sa largeur augmente avec la réduction **due à la porte**, lissée par **KG Auto Secs**. Le principe est celui de **Knee Auto**, mais avec une sensibilité quatre fois plus faible : en dB, le genou s'élargit de Knee Gate Auto/8 dB par décibel de réduction ; en linéaire, de Knee Gate Auto/80 × (1 − g) en amplitude.

Une valeur négative rétrécit le genou.

KG Auto Secs onglet CURVE

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,2 s **Identifiant :** `plie_porte`

Constante de temps du lissage utilisé par **Knee Gate Auto**, avec la même définition que **Knee Auto Secs** (63 % du chemin en ce temps ; 0 = pas de lissage). Sans effet si Knee Gate Auto vaut 0.

mod gate

Le réglage **mod gate** ajoute directement au Ratio Gate une quantité qui dépend du contenu fréquentiel du signal (chapitre 23). Il peut donc rendre la porte active même lorsque Ratio Gate vaut 1.

Une porte de bruit simple

Réglez **Cv Lin/Db** sur 1, **Ratio** sur 1 si vous ne voulez pas compresser, **Tresh Gate** juste au-dessus du bruit de fond (par exemple −50 dB) et **Ratio Gate** entre 2 et 4. La porte se ferme au rythme d'**Attack** et se rouvre au rythme de **Release**. Un **Knee Gate** de quelques décibels adoucit l'entrée en action.

Amplifier la réduction : Gr Amp

Gr Amp est rangé dans l'onglet CURVE, mais il n'agit pas sur la courbe : il agit au tout dernier moment, quand le gain lissé (l'enveloppe) multiplie la cible. Il multiplie la **réduction linéaire**, c'est-à-dire l'écart entre l'enveloppe et 1 :

$$\text{gain appliqué} = 1 + (\text{enveloppe} - 1) \times \text{Gr Amp}$$

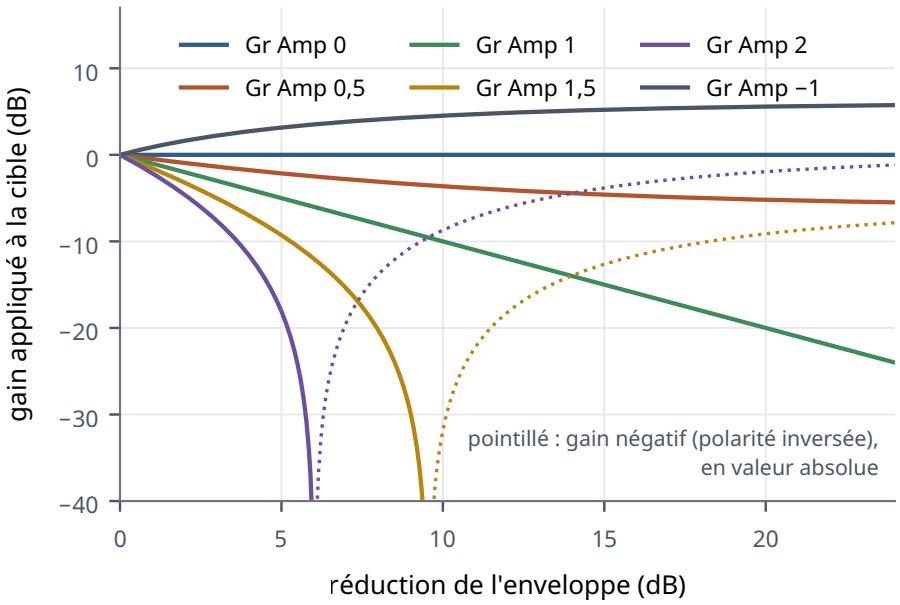


Figure 38 — Gain appliqué à la cible en fonction de la réduction de l'enveloppe, pour différentes valeurs de Gr Amp. Au-delà d'une certaine réduction, les valeurs supérieures à 1 donnent un gain négatif (en pointillé, sa valeur absolue).

Gr Amp

onglet CURVE

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `env_amp`

Facteur appliqué à la réduction de gain au moment où elle multiplie la cible.

- **1** (défaut) : fonctionnement normal.
- **0** : plus aucune compression : le gain appliqué vaut 1 en permanence.
- **Entre 0 et 1** : réduction atténuée. À 0,5, une enveloppe de −6 dB (0,5) donne un gain de 0,75, soit −2,5 dB.
- **Supérieur à 1** : réduction amplifiée, très vite. À 2, une enveloppe de −6 dB donne un gain de 0,002, soit −52 dB. Dès que la réduction dépasse une certaine valeur (6 dB pour Gr Amp = 2, 9,5 dB pour 1,5, 2,5 dB pour 4), le gain devient **négatif** : la cible est alors inversée en polarité.
- **Négatif** : la réduction est retournée en amplification. À −1, une réduction de 6 dB devient un gain de +3,5 dB.

Gr Amp s'applique séparément au gain lié et aux gains par canal (**Channels Unlink**). Il ne s'applique **pas** à l'enveloppe telle que la voient les graphes (enveloppe blanche, points verts), le second égaliseur dynamique (chapitre 18), le bias (chapitre 19) ni le designer optique (chapitre 15) : ceux-ci utilisent l'enveloppe avant Gr Amp.

À confirmer par François

Avec Gr Amp supérieur à 1, le gain appliqué devient négatif dès que l'enveloppe descend sous 1 − 1/Gr Amp (6 dB de réduction pour Gr Amp = 2), ce qui inverse la polarité de la cible ; le code porte d'ailleurs le commentaire « sécurisation courant < 0 à faire ». Est-ce voulu, ou faut-il borner le gain à zéro ?

Exemples de réglages

Compresseur conventionnel. Cv Lin/Db = 1, **Threshold** à −20 dB, **Ratio** 3 à 4, **Knee** 6 à 12. C'est le comportement décrit dans la plupart des manuels, avec un genou doux symétrique en dB.

Compression linéaire douce. Laissez **Cv Lin/Db** à 0 et comparez à l'oreille avec la même valeur de ratio en dB : la courbe linéaire laisse davantage passer les crêtes très au-dessus du seuil, tout en agissant franchement juste au-dessus. Pour une réduction comparable à fort niveau, il faut un ratio nettement plus élevé.

Limiteur. Ratio = 42, attaque nulle (chapitre 12). Le pré-clipper (chapitre 7) peut écrêter légèrement avant.

Réduction plafonnée. Un **GR Max** de −3 à −6 dB garantit que le compresseur ne réduira jamais plus que cette valeur, même sur les crêtes les plus fortes. C'est une façon simple de garder le caractère d'une compression légère sur un bus.

Expansion vers le haut. Ratio = 0,5 et **GR Min** = +6 dB : au-dessus du seuil, les crêtes sont remontées, de 6 dB au plus.

Compression vers le haut des niveaux faibles. Ratio = 1, **Ratio Gate** = 0,5, **Tresh Gate** à −40 dB, **GR Min** = +12 dB, en dB : sous −40 dBFS, les niveaux faibles sont remontés, d'autant plus qu'ils sont faibles (10 dB à −60 dBFS), sans jamais dépasser les 12 dB de GR Min.

Voix avec genou automatique. Cv Lin/Db = 1, **Knee** 6, **Knee Auto** 1 à 4, **Knee Auto Secs** 0,2 s : le genou s'élargit pendant les phrases fortes et adoucit l'entrée en compression des syllabes qui suivent.

Idées de départ

- **Entendre les deux logiques de courbe.** Chargez **sonible_smartcomp2**, l'un des presets les plus simples en décibels, sur un bus de batterie, puis passez **Cv Lin/Db** de 1 à 0 : à réglages égaux, la version linéaire laisse davantage ressortir les accents.
- **Une porte franche sur des toms ou une guitare bruyante.** Partez de **playfair_grading**, qui associe une compression très douce (**Ratio** 1,28, **Knee** 2,16 dB, seuil à −15 dB) à une porte presque fermée sous son seuil (**Ratio Gate** 42, **Knee Gate** 8,05 dB) ; ajustez **Tresh Gate**, laissé à −20 dB, sur votre source.
- **Un limiteur souple.** Prenez **arturia_tube-sta** et baissez le **Threshold** : son genou de 38,29 dB fait monter le ratio peu à peu jusqu'à l'infini.
- **Un effet.** Partez du réglage par défaut, passez **Cv Lin/Db** à 1 et **Ratio Sens** à −1, et cherchez le seuil où la dynamique se retourne.

CHAPITRE 11

Le suiveur d'enveloppe

La courbe de transfert (chapitre 10) dit, à chaque échantillon, quel gain il faudrait appliquer : c'est le **gain demandé**, la ligne violette des graphes. Appliqué tel quel, ce gain suivrait chaque alternance de la forme d'onde et produirait une forte distorsion. Le **suiveur d'enveloppe** le lisse : il poursuit le gain demandé à une certaine vitesse, plus ou moins vite selon qu'il doit baisser (l'**attaque**) ou remonter (le **relâchement**). Le résultat est le gain réellement appliqué, la ligne blanche des graphes.

Le suiveur d'enveloppe, c'est le mouvement de la compression : la façon dont le gain plonge sur une attaque, reste en bas, puis remonte. C'est lui qui fait qu'une compression respire avec la musique ou qu'elle pompe contre elle, qu'un bus semble tenu par une main souple ou serré dans un étau. Deux compresseurs réglés sur les mêmes temps peuvent sonner très différemment selon la façon dont ce mouvement est calculé, et c'est souvent là que se cache leur personnalité. Comprendre rassemble ici les grandes « écoles » que François a rencontrées en étudiant les compresseurs du marché et la littérature, y compris une enveloppe dont la vitesse varie avec le niveau, comme sur les compresseurs à lampes, et les rend toutes mélangeables. Pour qui cherche à imiter un appareil, c'est l'un des premiers endroits où regarder ; pour qui mixe, c'est une palette de respirations.

Dans un compresseur ordinaire, le suiveur d'enveloppe se résume à deux temps, l'attaque et le relâchement. Comprendre en fait un module complet, réglé par deux onglets :

- l'onglet **ENV (cv)**, décrit dans ce chapitre, choisit **quel type** d'enveloppe on utilise : calcul linéaire ou en décibels, loi « branchée » ou « découplée », maintien (*hold*), enveloppe Mu à vitesse variable, enveloppe Gamma, et leurs mélanges ;
- l'onglet **A/R (cv)** et les potentiomètres **Attack** et **Release** de la rangée principale règlent **les temps** et la forme des courbes (chapitre 12).

Le suffixe « (cv) » signifie que ce suiveur est placé **après la courbe** de transfert (*curve*) : c'est le suiveur « classique » du compresseur (voir la figure des étapes du calcul au chapitre 6). Comprendre contient trois autres suiveurs construits exactement sur le même modèle, avec les mêmes 14 réglages, dans les onglets **ENV (in)**, **ENV (la)** et **ENV (bs)**. Ce chapitre décrit les réglages pour l'onglet ENV (cv) ; la section « Les quatre suiveurs d'enveloppe » indique ce qui change pour les trois autres.



Figure 39 — L'onglet ENV (cv) : les 14 réglages du suiveur d'enveloppe placé après la courbe de transfert. Les temps sont ceux des potentiomètres Attack et Release de la rangée principale.

Avec les réglages par défaut (tous les potentiomètres de l'onglet à 0, sauf les réglages Mu à 1), le suiveur est le plus simple possible : une enveloppe **classique**, calculée **en linéaire**, **branchée**, sans maintien. Comprendre se comporte alors comme la plupart des compresseurs numériques.

Le principe : parcourir une fraction du chemin

À chaque échantillon, l'enveloppe compare sa valeur actuelle au gain demandé :

- si elle est **au-dessus** du gain demandé, le compresseur doit réduire davantage : c'est une **attaque** ;
- sinon, elle remonte vers le gain demandé : c'est un **relâchement**.

Dans les deux cas, l'enveloppe parcourt une **fraction fixe de la distance** qui la sépare de sa cible. Une fraction proche de 1 donne un suivi presque instantané ; une fraction minuscule, un suivi très lent. Cette fraction, appelée **coefficient**, est calculée à partir du temps d'attaque ou de relâchement et de l'**altitude** (chapitre 12). Parcourir chaque fois la même fraction de la distance restante produit une courbe exponentielle : rapide au début, de plus en plus lente à l'approche de la cible.

> **Pour aller plus loin**
>
> En mode logarithmique (le mode par défaut), l'enveloppe classique suit la loi e ← e + (g − e) · c, où g est le gain demandé et c le coefficient, c = 1 − a^(1/(T · fs)) ; T est le temps réglé (attaque ou relâchement), a l'altitude (1/e par défaut) et fs la fréquence d'échantillonnage interne, suréchantillonnage compris. Au bout du temps T, il reste exactement la fraction a de la distance à parcourir : 36,8 % par défaut, autrement dit 63,2 % du chemin est fait. Les temps restent donc justes quel que soit le suréchantillonnage. Le chapitre 12 détaille ce calcul.

Le suiveur ENV (cv) n'est actif que si **Attack** ou **Release** est supérieur à 0 (ou si l'un des réglages Env Offset, Env Pow Unpow ou Gr | Env Pow de l'onglet GR (cv) n'est pas à sa valeur neutre, chapitre 15). Avec Attack = Release = 0, le gain demandé est appliqué directement, sans aucun lissage.

Six enveloppes en une

Le suiveur de Comprendre n'est pas une enveloppe, mais **jusqu'à six enveloppes calculées en parallèle** sur la même cible, puis mélangées :

- trois familles : l'enveloppe **classique**, l'enveloppe **Mu** (dont la vitesse dépend du niveau) et l'enveloppe **Gamma** (un algorithme à transition en S) ;
- chacune calculée dans deux domaines : en **linéaire** (le gain, de 0 à 1) et en **décibels**.

Trois potentiomètres font des **fondus enchaînés** entre les sorties de ces enveloppes : **Env->Mu** entre classique et Mu, **Env/Mu->Gamma** entre le résultat précédent et Gamma, **EvMu Lin/Db** entre le domaine linéaire et le domaine décibels. Deux autres réglages modifient la **façon dont l'enveloppe classique et l'enveloppe Mu évoluent** : **EvMu Br/Cp** (loi branchée ou découplée) et **Hold branch** (maintien).

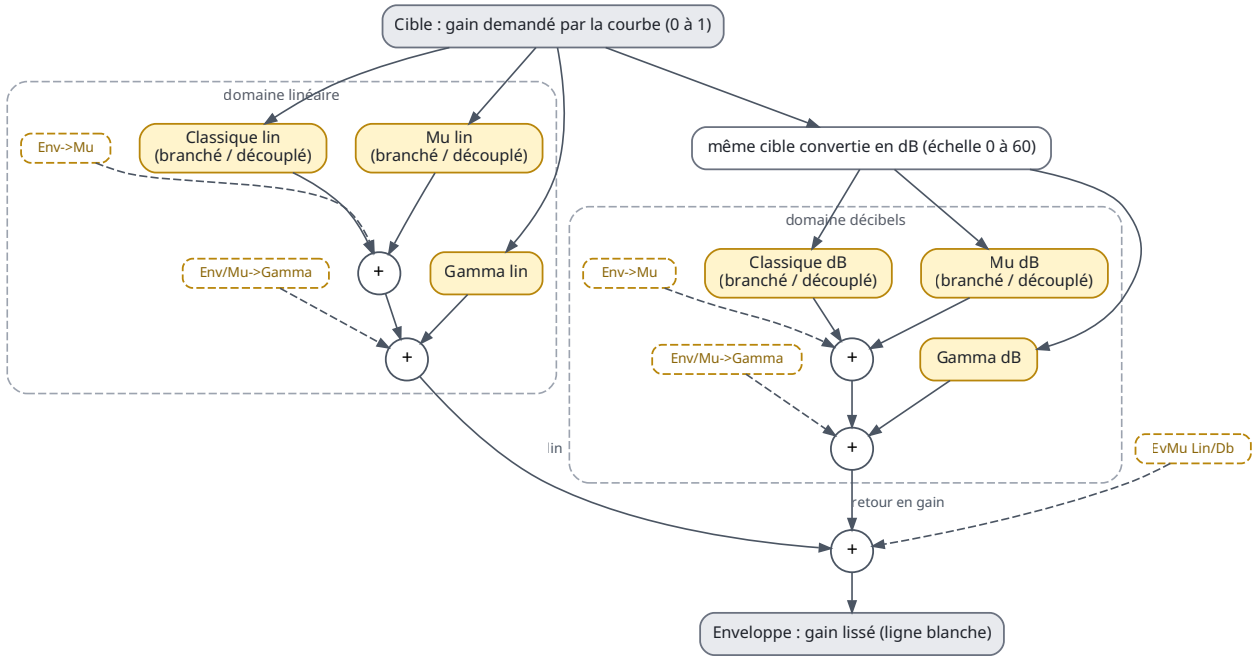


Figure 40 — Les six enveloppes du suiveur et les trois mélanges. Les réglages en pointillés pondèrent les sorties ; EvMu Br/Cp et Hold branch agissent à l'intérieur des enveloppes classique et Mu.

> **Pour aller plus loin**
>
> En notant E, M et Γ les sorties classique, Mu et Gamma en linéaire, E', M' et Γ' celles du domaine décibels (reconverties en gain), et d, m, γ les valeurs de EvMu Lin/Db, Env->Mu et Env/Mu->Gamma, l'enveloppe finale vaut : $(1 - d) \cdot [\,(1 - \gamma) \cdot ((1 - m) \cdot E + m \cdot M) + \gamma \cdot \Gamma\,] + d \cdot [\,(1 - \gamma) \cdot ((1 - m) \cdot E' + m \cdot M') + \gamma \cdot \Gamma'\,]$. La somme des poids vaut toujours 1. Une valeur négative du résultat est ramenée à 0.

> **Une enveloppe de poids nul n'est pas calculée**
>
> Pour économiser le processeur, une enveloppe dont le poids est nul n'est pas calculée du tout : avec les réglages par défaut, seule l'enveloppe classique linéaire tourne. Une enveloppe non calculée garde la dernière valeur qu'elle avait. Si vous la réactivez en cours de lecture, elle repart de cette valeur ancienne, ce qui peut produire un bref saut de gain le temps qu'elle rejoigne la cible.

Linéaire ou décibels

L'enveloppe peut poursuivre le gain demandé en valeur linéaire (un gain de 0 à 1) ou en décibels. Dans le second cas, Comprendre convertit le gain demandé sur une échelle de 0 à 60, où 60 correspond à 0 dB (aucune réduction) et 0 à −60 dB, lisse cette valeur, puis la reconvertit en gain.

La différence tient à ce que « parcourir une fraction de la distance » ne veut pas dire la même chose dans les deux domaines. Prenons une réduction de 20 dB (gain 0,1) avec les réglages par défaut. Au bout du temps d'attaque :

- en **linéaire**, l'enveloppe a parcouru 63 % du chemin entre 1 et 0,1 : elle vaut 0,43, soit −7,3 dB ;
- en **décibels**, elle a parcouru 63 % des 20 dB : elle vaut −12,6 dB.

Au relâchement, c'est l'inverse : en partant de −20 dB, l'enveloppe linéaire est remontée à −3,5 dB au bout du temps de relâchement, l'enveloppe en décibels seulement à −7,4 dB. Autrement dit, à réglages égaux, le calcul en décibels **attaque plus franchement** les fortes réductions et **relâche plus lentement** au début ; le calcul linéaire remonte vite les premiers décibels puis traîne pour finir.

Pour de faibles réductions (quelques décibels), les deux calculs sont presque identiques. La différence grandit avec la profondeur de la réduction : elle devient nette avec des ratios élevés, des seuils bas ou des ratios négatifs.

EvMu Lin/Db

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `db`

Choisit le domaine de calcul de l'enveloppe : **0** (défaut) = linéaire, **1** = décibels. Les valeurs intermédiaires ne calculent pas l'enveloppe dans un domaine « intermédiaire » : elles calculent **les deux** enveloppes, chacune avec son propre état, et mélangent leurs sorties (à 0,5 : moitié de l'une, moitié de l'autre).

Le réglage s'applique aux trois familles d'enveloppes, Gamma comprise, malgré le « EvMu » de son libellé.

Le domaine décibels a aussi une conséquence sur le mode linéaire de l'attaque et du relâchement (chapitre 12) : une progression à pas constant **en décibels** donne une courbe arrondie en gain. C'est l'une des façons de « courber » un relâchement.

À retenir : une enveloppe en décibels est plus « fidèle à l'oreille » sur les fortes réductions, une enveloppe linéaire relâche plus vite les premiers décibels. Si vous imitez un compresseur, essayez les deux : certains compresseurs du commerce lissent en linéaire, d'autres en décibels.

Le mot de l'auteur

Avec des réglages modestes, passer de linéaire à décibels ne change pas grand-chose. Mais dès que le reste de la configuration devient plus extrême, la différence peut être énorme. Sur certains compresseurs que l'on cherche à imiter, elle est flagrante.

♪ En musique : linéaire ou décibels, sur les fortes réductions

La différence s'entend dès que le compresseur travaille fort : un limiteur sur une prise d'ambiance de batterie, une voix très compressée, un bus poussé dans ses retranchements. En décibels, l'enveloppe saisit les fortes réductions plus franchement et les relâche plus posément au début ; en linéaire, elle rend vite les premiers décibels, puis s'attarde. Quinze presets passent **EvMu Lin/Db** à 1, dont cinq imitations du compresseur de bus SSL (**ssl_1**, **ssl_1_f**, **ssl_2_b_**, **tr_bus**, **acustica_sand3**), **waves_la2a**, **dmg_trackcomp_76a** et **softube_weiss**. Le réglage est indépendant de **Cv Lin/Db** : **ao_dbcomp** garde une courbe linéaire mais lisse son enveloppe en décibels. Pour l'entendre, chargez l'un de ces presets, poussez la réduction au-delà de 10 dB et basculez **EvMu Lin/Db** entre 0 et 1 en écoutant la fin des notes.

Branché ou découplé

Il existe deux grandes façons de construire un suiveur d'enveloppe, décrites notamment par Giannoulis, Massberg et Reiss dans leur article de référence sur la conception des compresseurs numériques (*Journal of the Audio Engineering Society*, 2012).

L'enveloppe branchée (*branching*) est la plus simple : à chaque échantillon, on choisit une branche. Si l'enveloppe est au-dessus du gain demandé, elle attaque ; sinon, elle relâche. L'attaque et le relâchement ne s'appliquent jamais en même temps.

L'enveloppe découplée (*decoupled*) enchaîne deux étages :

1. un premier étage **relâche en permanence** vers le gain demandé, avec le temps de relâchement ; quand le gain demandé descend en dessous de lui, il le rejoint instantanément ;
2. un second étage suit le premier avec le temps d'**attaque**, dans un sens comme dans l'autre.

La différence s'entend surtout à la fin des attaques. Quand le gain demandé remonte brusquement, l'enveloppe branchée commence aussitôt à relâcher. L'enveloppe découplée, elle, continue un instant à descendre (son second étage rattrape le premier, qui vient seulement de commencer à remonter), puis repart plus doucement : le creux de gain est plus arrondi, un peu plus profond et un peu plus tardif. C'est une sorte de maintien naturel, plus subtil que le Hold. Le temps de relâchement apparent s'allonge d'autant que l'attaque est longue.

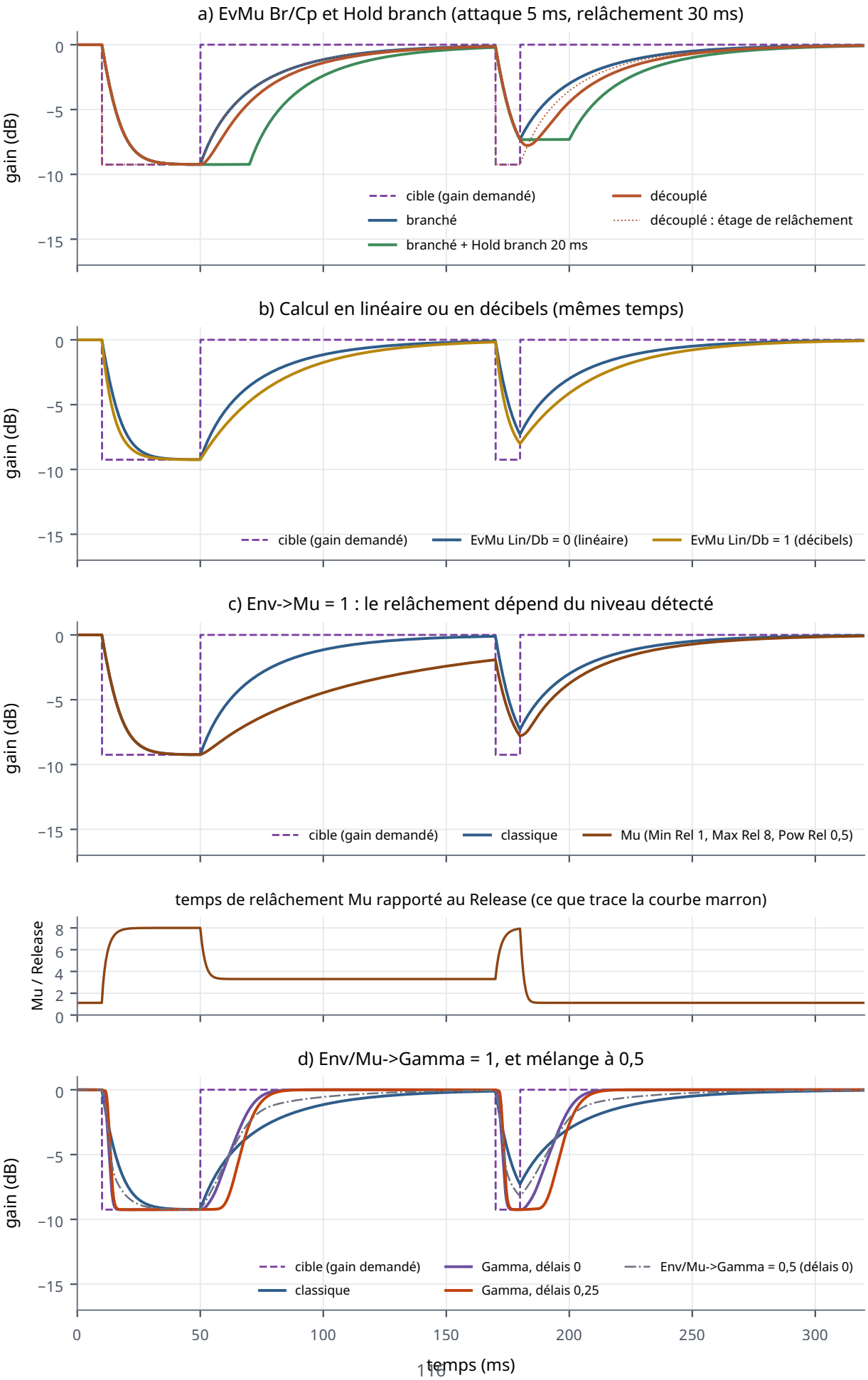

a) EvMu Br/Cp et Hold branch (attaque 5 ms, relâchement 30 ms)
gain (dB)
0
−5
−10
−15
cible (gain demandé)
branché
branché + Hold branch 20 ms
découplé
découplé : étage de relâchement
b) Calcul en linéaire ou en décibels (mêmes temps)
gain (dB)
0
−5
−10
−15
cible (gain demandé)
EvMu Lin/Db = 0 (linéaire)
EvMu Lin/Db = 1 (décibels)
c) Env->Mu = 1 : le relâchement dépend du niveau détecté
gain (dB)
0
−5
−10
−15
cible (gain demandé)
classique
Mu (Min Rel 1, Max Rel 8, Pow Rel 0,5)
temps de relâchement Mu rapporté au Release (ce que trace la courbe marron)
Mu / Release
8
6
4
2
0
d) Env/Mu->Gamma = 1, et mélange à 0,5
gain (dB)
0
−5
−10
−15
cible (gain demandé)
classique
Gamma, délais 0
Gamma, délais 0,25
Env/Mu->Gamma = 0,5 (délais 0)
0
50
100
150
200
250
300
temps (ms)

Figure 41 — Le même signal traité par différentes enveloppes. La cible violette est le gain demandé par une courbe linéaire (seuil −12 dB, ratio 8:1) pour un niveau détecté qui passe par paliers de −60 dB à 0 dB, −14 dB, 0 dB (10 ms) puis −60 dB. a) branché, branché avec maintien, découplé ; b) linéaire ou décibels ; c) enveloppe Mu et son rapport de temps (courbe marron) ; d) Gamma, avec et sans délais, et un mélange à 50 %.

Sur la figure, la partie a) montre les trois comportements. Sur la longue réduction (de 10 à 50 ms), branché et découplé attaquent de la même façon ; au relâchement, l'enveloppe découplée part plus doucement. Sur le pic de 10 ms (à 170 ms), elle descend plus bas que la branchée et atteint son creux après la fin du pic. Le pointillé fin est son premier étage : il remonte dès la fin du pic, l'enveloppe le rejoint ensuite.

> **Branché et découplé : un vocabulaire venu de la recherche**
>
> Les mots « branché » et « découplé » viennent de l'article de Giannoulis, Massberg et Reiss sur la conception des compresseurs numériques, paru en juin 2012 dans le *Journal of the Audio Engineering Society*. Les auteurs y décrivent deux détecteurs. Le détecteur **découplé** saisit les crêtes instantanément, puis les lisse : attaque et relâchement sont séparés, mais l'attaque « s'imprime » sur le relâchement, dont la durée mesurée vaut à peu près la somme des deux temps. Le détecteur **branché** n'applique le relâchement que lorsque le niveau redescend : le temps de relâchement obtenu est exactement celui qui est réglé. Le même article compare aussi la détection en domaine linéaire et en domaine logarithmique, ce qui fait écho au choix de **EvMu Lin/Db**.

EvMu Br/Cp

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `indirect`

Choisit la loi de l'enveloppe : **0** (défaut) = **branchée** (*Br*), **1** = **découplée** (*Cp*, pour *coupled*).

Entre les deux, Comprendre n'additionne pas deux enveloppes : il applique **successivement** les deux lois au **même** état, chacune pondérée. À 0,5, chaque échantillon subit une demi-étape découplée puis une demi-étape branchée. Le comportement est donc un véritable intermédiaire entre les deux dynamiques.

Ce réglage concerne l'enveloppe classique et l'enveloppe Mu. Il est sans effet sur l'enveloppe Gamma.

En découplé, certains réglages de l'onglet A/R se comportent différemment : le **Release Mode** agit (sur le premier étage), mais l'**Attack Mode** est sans effet ; le **Hold branch** ne s'applique pas ; le **Release Auto** retranche le temps d'attaque automatique du temps de relâchement, pour compenser l'allongement propre au découplé (chapitre 12).

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans le monde des compresseurs, ce sont vraiment deux écoles : à peu près la moitié des compresseurs du marché sont branchés, l'autre moitié découplés. Quand on cherche à imiter un compresseur, c'est l'un des premiers réglages à tester. L'effet de bord du découplé, c'est qu'après une attaque d'une certaine longueur, le relâchement attend un peu avant de revenir.

♪ En musique : deux écoles, deux respirations

Sur une basse ou une voix, réglez une attaque assez longue (20 à 50 ms) et un relâchement moyen, puis basculez **EvMu Br/Cp** entre 0 et 1. En branché, la compression lâche dès que la note faiblit. En découplé, elle reste appuyée un court instant après chaque attaque, puis revient plus rondement : une sorte de maintien naturel. Dans sa présentation en français, François le compare au **Hold**, qui donne un palier franc et un peu brutal ; le découplé est plus subtil, mais la différence reste énorme. Cinq presets ont choisi le découplé : **acqua_magenta** (imitation de l'Acustica Magenta, d'inspiration vari-mu, avec **Attack** 50 ms et **Release** 1 s), **acqua_titanium**, **dmg_trackcomp_76a** (un 1176 révision A), **ssl_1** et **voxengo_polysquasher3**. Chargez-en un et passez **EvMu Br/Cp** à 0 : vous entendrez ce que cette école apporte au caractère du modèle.

Le maintien (Hold)

Le maintien est un procédé plus direct : après une attaque, l'enveloppe reste **figée** pendant une durée fixe avant de relâcher.

Hold branch

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `pause`

Durée du maintien de l'enveloppe après une attaque, de 0 à 2 s. À **0** (défaut), il n'y a pas de maintien.

Un compteur repart de zéro à chaque échantillon d'attaque. Tant qu'il n'a pas atteint la durée réglée, l'enveloppe ne bouge plus, même si le gain demandé remonte. Si, pendant ce temps, le gain demandé redescend sous l'enveloppe, l'attaque reprend aussitôt (et le compteur repart de zéro). Le maintien ne retarde donc que le **relâchement**.

Comme son nom l'indique (*branch*), le maintien n'agit que sur la loi **branchée**, pour l'enveloppe classique et l'enveloppe Mu, en linéaire comme en décibels. Il est sans effet en découplé et sur l'enveloppe Gamma. Avec **EvMu Br/Cp** entre 0 et 1, seule la part branchée est gelée : la part découplée continue d'agir sur la même enveloppe, et le maintien « fuit ».

La durée est exprimée en secondes réelles : elle ne dépend pas du suréchantillonnage.

Sur la figure précédente (partie a), le maintien de 20 ms décale tout le relâchement : la courbe verte reste plate puis repart avec le même temps de relâchement que la branchée. C'est un maintien « franc », alors que le découplé arrondit.

Le maintien contre la distorsion des graves

Avec la détection par défaut (valeur crête instantanée), le gain demandé suit chaque alternance du signal : sur une basse à 50 Hz, il remonte entre deux crêtes, toutes les 10 ms. Avec des temps courts, l'enveloppe suit ces ondulations et le compresseur distord. Un maintien un peu plus long qu'une demi-période (ici une dizaine de millisecondes) fige le gain entre deux crêtes et supprime l'essentiel de ces ondulations, sans ralentir l'attaque.

> **Le maintien, d'Abbey Road au mastering numérique**
>
> Geler le gain n'est pas une idée neuve. Quand les techniciens d'EMI transforment, à Abbey Road, des Altec 436B en compresseurs RS124, ils les dotent d'un sélecteur de relâchement à six positions, dont une position **Hold** qui empêche le gain de remonter : elle évitait que l'ambiance de la pièce ne remonte à la fin d'un morceau. À la radio, l'Audimax II de CBS ajoutait une porte qui gelait le gain sous un seuil. Et le Weiss DS1, devenu la référence du compresseur numérique de mastering, propose un délai de relâchement contre le « souffle » des sources bruitées. Le **Hold branch** de Comprendre est un maintien de ce genre, mais mesuré : il fige l'enveloppe après chaque attaque, pendant une durée que vous choisissez, jusqu'à 2 s.

L'enveloppe Mu : une vitesse qui dépend du niveau

Dans les compresseurs à lampes de type *vari-mu*, les temps d'attaque et de relâchement ne sont pas fixes : ils varient avec le niveau du signal. L'enveloppe **Mu** de Comprendre reprend cette idée : ses vitesses d'attaque et de relâchement **glissent en permanence** entre deux bornes, selon le niveau détecté.

Elle fonctionne en deux temps :

1. un **variateur de vitesse** calcule, à chaque échantillon, une vitesse d'attaque et une vitesse de relâchement. Chacune vise une valeur comprise entre une vitesse « Min » et une vitesse « Max », selon le niveau détecté, élevé à une puissance (**Mu Pow Att**, **Mu Pow Rel**). Le variateur ne saute pas d'une vitesse à l'autre : il glisse vers la vitesse visée, plus ou moins vite selon **Mu Speed** ;
2. l'**enveloppe** elle-même poursuit le gain demandé, comme l'enveloppe classique, mais avec ces vitesses variables.

Les bornes Min et Max sont des **multiplicateurs du temps** réglé par Attack ou Release. Avec **Mu Min Rel** à 1 et **Mu Max Rel** à 4, le relâchement dure 1 fois le temps de Release dans un cas extrême, 4 fois dans l'autre, et toutes les valeurs intermédiaires entre les deux.

Pour l'onglet ENV (cv), la grandeur qui pilote le variateur est le **niveau détecté**, c'est-à-dire la sortie de la détection (onglet DET (in), chapitre 13), avant la courbe de transfert, **en valeur linéaire** :

- niveau nul (silence) → vitesses **Min** ;
- niveau de 1 (0 dBFS) ou plus → vitesses **Max**.

Comme ce niveau est linéaire, il varie surtout près du haut de l'échelle : −6 dB correspond à 0,5, −20 dB à 0,1, −40 dB à 0,01. Avec **Mu Pow** à 1, un signal détecté autour de −20 dB reste donc très près des vitesses Min ; il faut s'approcher de 0 dBFS pour atteindre les vitesses Max. Les puissances inférieures à 1 étalent l'effet vers les niveaux plus faibles, les puissances supérieures à 1 le concentrent près de 0 dBFS.

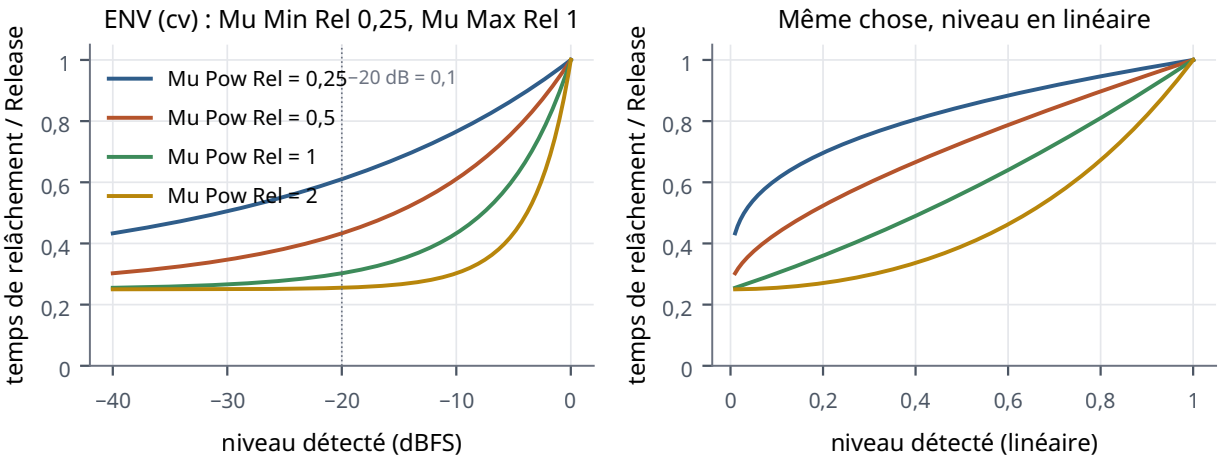


Figure 42 — Temps de relâchement de l'enveloppe Mu (rapporté au Release) selon le niveau détecté, pour Mu Min Rel = 0,25 et Mu Max Rel = 1, une fois le variateur stabilisé. À gauche en dBFS, à droite en valeur linéaire.

Sur la figure de comparaison (partie c), l'enveloppe Mu est réglée avec Mu Min Rel = 1, Mu Max Rel = 8 et Mu Pow Rel = 0,5. Pendant le palier à −14 dB (de 50 à 170 ms), le niveau détecté vaut 0,2 : le relâchement dure environ 3,3 fois le temps réglé, et la remontée est beaucoup plus lente que celle de l'enveloppe classique. Après le second pic, le niveau retombe à −60 dB : le relâchement revient presque au temps réglé. Le relâchement dépend donc du niveau **pendant** le relâchement : un passage qui reste fort retient la compression, un silence la libère.

La courbe marron

Lorsque **Env->Mu** est supérieur à 0, le graphe d'historique trace une **ligne marron** : c'est le temps de relâchement actuel de l'enveloppe Mu, divisé par le temps de **Release**. Elle est tracée sur la même échelle que les gains : en haut du graphe, le relâchement Mu est égal au Release (rapport 1) ; en échelle linéaire, à mi-hauteur, il est deux fois plus court (rapport 0,5). Un rapport supérieur à 1 reste collé au bord supérieur.

Cette ligne ne concerne que le **relâchement** de l'onglet ENV (cv) : la vitesse d'attaque varie aussi, mais n'est pas affichée, et les enveloppes Mu des trois autres onglets ENV n'ont pas d'affichage. Son affichage dépend aussi du réglage **Gfx Gains** de l'onglet GRAPHS (lettre « u », chapitre 4).

> **Lire la courbe marron**
>
> Pour que la courbe marron reste lisible, gardez les deux bornes du relâchement entre 0 et 1 (par exemple Mu Min Rel = 0,25 et Mu Max Rel = 1) : la ligne se promène alors dans la hauteur du graphe. Avec des bornes supérieures à 1, elle reste plaquée en haut.

Les réglages Mu

Env->Mu

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `mu`

Fondu entre l'enveloppe **classique** (0, défaut) et l'enveloppe **Mu** (1). Les valeurs intermédiaires mélangent les sorties des deux enveloppes, calculées chacune de son côté. Le variateur de vitesse ne tourne que si ce réglage est supérieur à 0 ; à 1, l'enveloppe classique n'est plus calculée.

Avec les bornes par défaut (**Mu Min** et **Mu Max** à 1), l'enveloppe Mu a pratiquement les mêmes temps que l'enveloppe classique : passer Env->Mu à 1 ne change presque rien. Il faut écarter les bornes Min et Max pour entendre une différence. Il reste trois écarts avec l'enveloppe classique :

- l'enveloppe Mu ignore la part **linéaire** de l'Attack Mode et du Release Mode (chapitre 12) ; elle respecte le mode logarithmique, le mode zéro et leurs mélanges ;
- elle est bornée entre 0 et 1 ;
- avec un temps d'attaque nul, elle n'est pas tout à fait instantanée : elle parcourt la moitié du chemin à chaque échantillon.

L'enveloppe Mu accepte la loi branchée et la loi découplée (**EvMu Br/Cp**), le maintien (en branché), le calcul en linéaire ou en décibels, la forme (**Shape**) et les temps automatiques.

Mu Min Att

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_min_a`

Multiplicateur du temps d'**attaque** quand le niveau détecté est nul. À 1 (défaut), le temps d'attaque est celui du potentiomètre **Attack** ; à 2, il est deux fois plus long ; à 0,5, deux fois plus court.

À 0, le temps devient nul : l'enveloppe Mu parcourt alors la moitié du chemin à chaque échantillon, ce qui est très rapide sans être instantané.

On peut régler **Mu Min Att** au-dessus de **Mu Max Att** : le sens de la variation s'inverse simplement (l'attaque devient plus rapide sur les signaux forts).

Le potentiomètre est très progressif : la valeur 1 se trouve vers les deux tiers de sa course, et le reste de la course monte jusqu'à 421. Pour un réglage précis, saisissez la valeur au clavier (chapitre 3).

Mu Max Att

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_max_a`

Multiplicateur du temps d'**attaque** quand le niveau détecté atteint 0 dBFS (valeur linéaire 1). Avec **Mu Min Att** = 1 et **Mu Max Att** = 3, l'attaque dure le temps réglé sur un signal faible et jusqu'à trois fois ce temps sur un signal proche de 0 dBFS. Mêmes plage et remarques que **Mu Min Att**.

Mu Pow Att

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_a`

Puissance appliquée au niveau détecté avant de choisir la vitesse d'**attaque** entre Min et Max.

- À **1** (défaut), la vitesse varie proportionnellement au niveau linéaire.
- **Inférieure à 1** : les niveaux moyens et faibles s'éloignent déjà nettement de la vitesse Min ; l'effet se répartit sur une plus grande partie de la dynamique.
- **Supérieure à 1** : la vitesse reste proche de Min tant que le niveau n'est pas proche de 0 dBFS ; l'effet est réservé aux crêtes.
- À **0**, le niveau n'a plus d'influence : la vitesse est toujours la vitesse **Max**.

Mu Min Rel

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_min`

Multiplicateur du temps de **relâchement** quand le niveau détecté est nul. Même principe que **Mu Min Att**, appliqué au temps du potentiomètre **Release**.

À 0, le relâchement devient instantané.

Mu Max Rel

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_max`

Multiplicateur du temps de **relâchement** quand le niveau détecté atteint 0 dBFS. C'est le réglage le plus « vari-mu » de l'onglet : avec **Mu Min Rel** = 1 et **Mu Max Rel** = 4, le compresseur relâche au rythme réglé quand la musique se calme, et jusqu'à quatre fois plus lentement quand elle reste forte. La courbe marron montre le rapport en cours.

Mu Pow Rel

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_r`

Puissance appliquée au niveau détecté avant de choisir la vitesse de **relâchement** entre Min et Max. Même principe que **Mu Pow Att**. C'est elle qui décide à partir de quel niveau le relâchement commence à changer : la figure précédente montre son effet.

Mu Speed

onglet ENV (cv)

Plage : 0,000001 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `mu_sqrt`

Vitesse du **variateur**, c'est-à-dire la rapidité avec laquelle les vitesses d'attaque et de relâchement glissent vers leur nouvelle valeur quand le niveau change. Plage : de 0,000001 à 1.

- À **1** (défaut), le variateur est très rapide : de l'ordre de la milliseconde pour un relâchement de 100 ms. Les vitesses suivent presque instantanément le niveau détecté, crête par crête.
- En descendant, le variateur ralentit : environ dix fois plus lent à 0,1, cent fois à 0,01, mille fois à 0,001. Les vitesses suivent alors la tendance du niveau plutôt que chaque crête, et l'enveloppe « bouge » moins.

Le variateur est aussi d'autant plus lent que le temps de l'enveloppe est long : il ralentit avec la racine carrée du temps d'attaque ou de relâchement.

> **Pour aller plus loin**
>
> L'enveloppe Mu avance de $(g - e) / v^2$ à chaque échantillon, où v est la vitesse courante ($v \geq 1$). Pour un temps T, v vaut environ $\sqrt{(T \cdot fs / (-\ln a))}$: la grandeur que le variateur fait glisser est donc proportionnelle à la **racine carrée** du temps. La vitesse visée est v* = x^p · (v_max − v_min) + v_min, où x est le niveau détecté, p la puissance (Mu Pow), v_min et v_max les vitesses qui correspondent aux temps T × Mu Min et T × Mu Max ; elle est bornée entre ces deux vitesses. Le variateur suit la loi $v \leftarrow v + (v^* - v) \cdot s / v$, où s vaut Mu Speed × 44 100 / (fréquence de l'hôte). Le temps du relâchement varie donc comme le carré de v : avec Mu Pow Rel = 1, Mu Min Rel = 1 et Mu Max Rel = 4, un niveau de 0,5 donne un relâchement de 2,25 fois le temps réglé, et non 2,5 fois.

> **À confirmer par François**
>
> Dans les vidéos, une puissance de 2 est présentée comme rendant la variation « linéaire ». Dans le code, la vitesse interpolée est proportionnelle à la racine carrée du temps, si bien qu'aucune valeur de Mu Pow ne rend le temps proportionnel au niveau quand Mu Min n'est pas nul ; c'est plutôt une puissance de 0,5 qui s'en approche quand Mu Min est petit. Le manuel décrit le code : est-ce bien l'intention ?

À confirmer par François

La compensation de Mu Speed (× 44 100 / fréquence de l'hôte) ne rend pas le réglage indépendant de la fréquence : la constante de temps réelle du variateur varie comme la racine carrée de la fréquence de l'hôte divisée par la racine carrée du facteur de suréchantillonnage (environ 1,5 fois plus lente à 96 kHz, deux fois plus rapide en ×4). Est-ce voulu ?

Le mot de l'auteur

L'enveloppe Mu crée du mouvement : la vitesse de relâchement devient variable en fonction du volume. Les différences restent souvent subtiles ; pour obtenir de grosses différences, il faut aller vers des réglages assez extrêmes. **Mu Speed** permet de faire bouger les vitesses moins vite, la puissance d'amplifier leur variation.

♪ En musique : un relâchement qui bouge avec la musique

Dans sa vidéo sur les enveloppes, François présente l'enveloppe Mu comme un moyen de rendre la courbe plus humaine ; dans sa présentation en français, comme un moyen de créer du mouvement. Sur un bus de batterie ou un groupe de cordes, essayez la démarche « Un relâchement qui retient les passages forts », en fin de chapitre : les refrains chargés gardent la compression en place, les passages plus calmes la libèrent plus vite. Six presets activent **Env->Mu**, chacun à sa façon.

- **rockruepel_comptwo_drums** pousse l'idée à l'extrême, avec **Mu Min Rel** à 0,072 et **Mu Max Rel** à 421 : un relâchement de quelques millisecondes dans le calme, qui s'étire jusqu'à plusieurs secondes quand le niveau détecté approche 0 dBFS.
- **acustica_amber3** fait presque l'inverse : son relâchement raccourcit sur les signaux forts (**Mu Min Rel** 1,734, **Mu Max Rel** 0,754) et son attaque ralentit fortement près de 0 dBFS (**Mu Max Att** 9,584).
- **uhe_presswerk** divise ses temps par deux dans le calme et les rend presque instantanés sur les crêtes (**Mu Min** à 0,5 et **Mu Max** à 0, en attaque comme en relâchement).
- **acqua_opal** (0,565), **acqua_titanium** (2) et **bx_townhouse** (0,685) ne modifient que **Mu Min Rel**, c'est-à-dire le relâchement dans les passages calmes.

L'enveloppe Gamma

L'enveloppe **Gamma** est un algorithme libre, *gammaenv*, publié par Aleksey Vaneev (Voxengo) sous licence MIT. Là où l'enveloppe classique est un simple filtre à un pôle (une exponentielle), Gamma combine cinq jeux de filtres passe-bas du premier ordre, dont quatre en cascade de quatre filtres. Le résultat est une **transition en S** : un départ progressif, une montée raide, une arrivée franche, proche d'une demi-sinusoïde légèrement durcie.

À temps réglé égal, Gamma démarre plus lentement que l'exponentielle mais **termine sa transition bien plus tôt** : elle atteint la moitié du chemin vers 0,5 fois le temps réglé et la quasi-totalité (99 %) vers 1,1 fois ce temps, alors que l'exponentielle classique n'atteint 99 % qu'au bout de 4,6 fois sa constante de temps. Elle paraît donc à la fois un peu en retard au départ et beaucoup plus « violente ». Elle peut aussi légèrement dépasser sa cible.

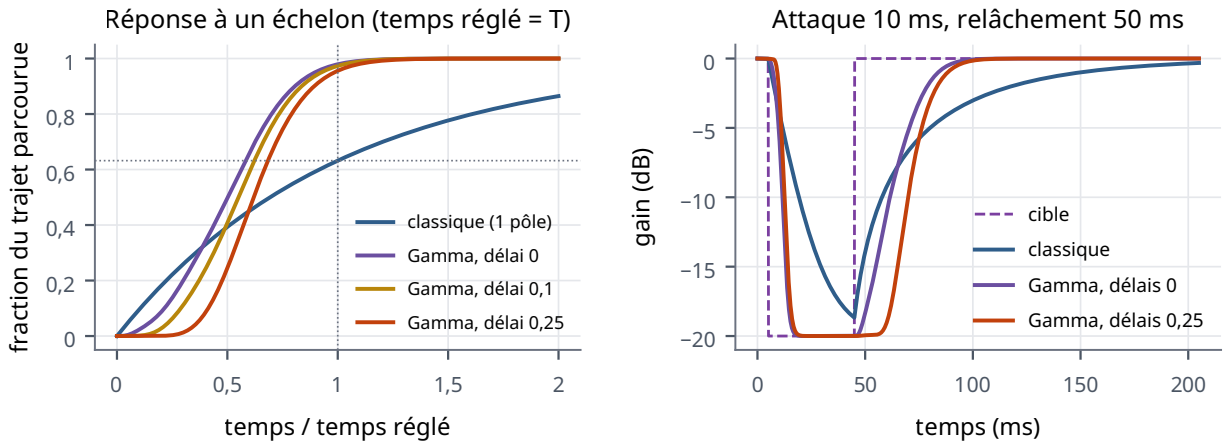


Figure 43 — À gauche, réponse à un échelon de l'enveloppe classique et de l'enveloppe Gamma pour différents délais, le temps étant exprimé en multiples du temps réglé. À droite, une réduction de 20 dB de 40 ms avec Attack = 10 ms et Release = 50 ms.

Le temps que Comprendre donne à Gamma est le temps réglé (Attack ou Release) multiplié par −1/ln(altitude) ; avec l'altitude par défaut (1/e), c'est exactement le temps réglé. L'enveloppe Gamma suit la même cible que les autres enveloppes, **en parallèle** : elle ne lisse pas leur sortie.

Les délais

Gamma peut consacrer jusqu'à 25 % de son temps à un **étage de retard**, réalisé avec les mêmes filtres (sans mémoire tampon). Ce n'est pas un retard pur : le départ de la courbe en S est repoussé, et la transition devient plus raide.

Délai	1 % du trajet	10 %	50 %	90 %	99 %
0	0,07 T	0,22 T	0,50 T	0,81 T	1,08 T
0,10	0,16 T	0,29 T	0,55 T	0,84 T	1,11 T
0,25	0,29 T	0,41 T	0,62 T	0,89 T	1,17 T
exponentielle classique	0,01 τ	0,11 τ	0,69 τ	2,3 τ	4,6 τ

Ce que Gamma ignore

Gamma a son propre fonctionnement d'attaque et de relâchement : une enveloppe rapide tourne en permanence ; tant qu'elle va dans le sens de l'attaque, elle donne la sortie, sinon c'est une enveloppe lente qui prend le relais. En conséquence :

- Gamma n'a **ni loi branchée ni loi découplée** (EvMu Br/Cp est sans effet sur elle) et **pas de maintien** ;
- elle ignore entièrement l'**Attack Mode** et le **Release Mode** (ni mode zéro, ni mode linéaire) ;
- elle accepte en revanche le calcul en décibels (**EvMu Lin/Db**), l'altitude, la forme (**Shape**) et les temps automatiques.

Attaque plus longue que le relâchement

L'algorithme Gamma donne toujours le temps le plus court au sens de l'attaque. Si **Attack** est plus long que **Release**, Gamma se comporte exactement comme si les deux temps étaient échangés, **délais compris** : avec Attack = 1 s et Release = 10 ms, la part Gamma attaque en 10 ms et relâche en 1 s, et c'est **Gamma R delai** qui s'applique à l'attaque.

Env/Mu->Gamma

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `gamma`

Fondu entre l'enveloppe classique/Mu (0, défaut) et l'enveloppe **Gamma** (1), réalisé séparément dans le domaine linéaire et dans le domaine décibels. L'enveloppe Gamma n'est calculée que si ce réglage est supérieur à 0 ; à 1, les enveloppes classique et Mu ne sont plus calculées.

Les valeurs intermédiaires sont très utiles : un peu de Gamma mélangé à l'enveloppe classique raccourcit la traîne de l'exponentielle sans donner la transition abrupte de Gamma seule (partie d de la figure de comparaison, à 0,5).

Gamma A delai

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 0,25 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `gamma_attaque_delai`

Part du temps d'attaque de Gamma consacrée à l'étage de retard, de 0 à 0,25 (soit 0 à 25 %). À 0 (défaut), pas de retard. Plus la valeur est grande, plus le début de l'attaque est repoussé et plus la transition qui suit est raide. Sans effet si **Env/Mu->Gamma** est à 0.

Gamma R delai

onglet ENV (cv)

Plage : 0 à 0,25 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `gamma_relachement_delai`

Même chose pour le relâchement de Gamma. Un délai de relâchement retient la compression un court instant avant de la libérer franchement : c'est une alternative arrondie au **Hold branch**, que Gamma ne connaît pas.

Le mot de l'auteur

Gamma, c'est assez violent : c'est comme un filtre à quatre pôles, avec une récursion entre les étages. Comme tout filtre à plusieurs pôles, il introduit un peu de retard, mais la transition est beaucoup plus brutale. C'est aussi une bonne technique pour donner une courbure au relâchement.

À confirmer par François

Les enveloppes Gamma sont initialisées à 0 (réduction totale) à la préparation du plugin par l'hôte, alors que les autres enveloppes partent de 1 ; le code porte la mention « BUG ». Avec Env/Mu->Gamma supérieur à 0, le tout début de la lecture subit donc un fondu d'entrée de la durée du relâchement de Gamma. Faut-il les initialiser à 1 ?

À confirmer par François

Avec un lookahead actif (la delay différent de 0), les enveloppes Gamma de la chaîne « future » ne reçoivent leurs temps, leurs délais et leur sens qu'à la préparation du plugin : un changement d'Attack, de Release, d'altitude ou de délai Gamma en cours de lecture ne les atteint pas (sauf si Auto ou Shape sont actifs). Est-ce voulu ?

♪ En musique : Gamma, un relâchement qui finit net

Là où l'exponentielle classique traîne longtemps avant de rejoindre sa cible, Gamma termine sa course franchement. François la trouve plutôt violente, et c'est justement ce qui la rend intéressante. Sur un bus de batterie ou une boucle, un peu de Gamma (**Env/Mu->Gamma** entre 0,2 et 0,4) raccourcit la queue du relâchement : la compression lâche prise plus nettement entre deux frappes au lieu de s'effacer lentement, et l'ensemble paraît souvent plus serré, plus rythmique. Avec **Gamma R delai**, la compression reste un instant en place avant de se libérer, une alternative plus ronde au **Hold branch**. Aucun des presets fournis n'active l'enveloppe Gamma : c'est l'une des couleurs du suiveur qui restent entièrement à explorer.

Comparer les enveloppes sur un même signal

La grande figure de comparaison, plus haut, résume les différences entre les familles d'enveloppes, toutes avec Attack = 5 ms et Release = 30 ms :

- **a)** la loi branchée relâche dès que la cible remonte ; le maintien décale le relâchement d'un bloc ; la loi découplée arrondit le creux et retarde la remontée ;
- **b)** en décibels, l'attaque du pic court va plus profond et le relâchement démarre plus lentement qu'en linéaire ;
- **c)** l'enveloppe Mu attaque comme la classique (ses bornes d'attaque sont à 1), mais relâche lentement tant que le niveau détecté reste élevé et retrouve le temps nominal dans le silence ;
- **d)** Gamma attaque en S, plus vite que l'exponentielle sur l'ensemble de la transition, et termine son relâchement bien avant elle ; les délais de 0,25 repoussent visiblement le début de chaque transition. Le mélange à 0,5 se place entre les deux.

Mélanger les enveloppes

Tous les réglages de mélange sont continus : on peut doser chaque famille. Quelques combinaisons utiles :

- **classique** + **un peu de Gamma** (Env/Mu->Gamma entre 0,2 et 0,5) : l'attaque garde son départ immédiat, mais la longue traîne de fin d'exponentielle disparaît en partie ;
- **Mu** + **Gamma** : Env->Mu agit à l'intérieur de la part non-Gamma ; on obtient une enveloppe dont une partie varie avec le niveau et dont l'autre a une transition en S ;
- **linéaire** + **décibels** (EvMu Lin/Db à 0,5) : un relâchement intermédiaire, ni la remontée rapide du linéaire, ni la traîne du calcul en décibels ;
- **branché** + **découplé** (EvMu Br/Cp à 0,5) : un arrondi plus léger que le découplé pur.

Chaque combinaison multiplie le nombre d'enveloppes calculées (jusqu'à six), par canal si les canaux sont déliés (Channels Unlink) et deux fois si le lookahead est actif. Sur une session chargée, n'activez que ce que vous entendez.

Ce que chaque enveloppe accepte des réglages A/R

Les réglages de l'onglet A/R (cv) (chapitre 12) ne s'appliquent pas de la même façon aux différentes enveloppes. Ce tableau résume ce que fait le code :

Réglage A/R	Classique branchée	Classique découplée	Mu branchée	Mu découplée	Gamma
Temps, altitude, Auto, mod	oui	oui	oui	oui	oui
Shape, Ret From, Ret Spd	oui	oui (retour différent)	oui	oui (retour différent)	oui (retour différent)
Attack Mode : logarithmique, zéro et leur mélange	oui	**non**	oui	**non**	**non**
Attack Mode : part linéaire	oui	**non**	**non**	**non**	**non**
Release Mode : logarithmique, zéro et leur mélange	oui	oui	oui	oui	**non**
Release Mode : part linéaire	oui	oui	**non**	**non**	**non**
Hold branch (onglet ENV)	oui	non	oui	non	non
EvMu Lin/Db (onglet ENV)	oui	oui	oui	oui	oui

Dans le mode linéaire en décibels, le pas constant est exprimé en décibels : la droite devient une courbe en gain (chapitre 12). Pour l'enveloppe Mu, seule la part « vers la cible ou vers l'extrême » du mode compte : toute valeur négative agit comme le mode zéro, toute valeur supérieure à 1 comme le mode logarithmique. « Retour différent » renvoie au fonctionnement particulier de Ret Spd en découplé et en Gamma (chapitre 12).

> **À confirmer par François**
>
> Dans le walkthrough, le mode zéro est présenté comme fonctionnant aussi avec Gamma, et le mode linéaire du découplé comme n'agissant que sur l'attaque. Dans le code, Gamma ignore entièrement l'Attack Mode et le Release Mode, et en découplé c'est le Release Mode qui agit (linéaire et zéro compris) tandis que l'Attack Mode est sans effet (sa version est en commentaire). Le manuel décrit le code : est-ce le comportement voulu ?

Les quatre suiveurs d'enveloppe

Les onglets **ENV (in)**, **ENV (cv)**, **ENV (la)** et **ENV (bs)** contiennent les mêmes 14 réglages, avec les mêmes plages et les mêmes valeurs par défaut. Leurs identifiants ne diffèrent que par un préfixe : aucun pour ENV (cv), **var**_ pour ENV (in), **la**_ pour ENV (la), **bias**_ pour ENV (bs) (par exemple **mu_max**, **var_mu_max**, **la_mu_max**, **bias_mu_max**). Chacun est accompagné d'un onglet A/R jumeau qui règle ses temps (chapitre 12).

Le moteur est le même ; ce qui change, c'est ce que chaque suiveur lisse et quand il est actif.

	ENV (in)	**ENV (cv)**	**ENV (la)**	**ENV (bs)**
Préfixe des identifiants	var_	aucun	la_	bias_
Où il agit	dans la détection, **avant** la courbe : c'est le détecteur « env » de DET (in)	**après** la courbe : le suiveur classique du compresseur	dans le lookahead : il lisse l'enveloppe « future » avant de l'appliquer au présent	dans la détection du bias : le détecteur « env » de DET (bs)
Ce qu'il suit	le niveau du signal de détection	le gain demandé par la courbe	le minimum (ou maximum) glissant de l'enveloppe future, un gain	le signal source du bias
Une attaque, c'est…	le niveau qui monte	le gain qui baisse	le gain qui baisse	le bias qui monte
Actif quand	**env db** (DET (in)) > −24 dB et un temps de A/R (in) > 0	**Attack** ou **Release** > 0 (ou réglage non neutre dans GR (cv))	lookahead d'enveloppe en service (MOD & LA, chapitre 22) et un temps de A/R (la) > 0	**env db** (DET (bs)) > −24 dB et un temps de A/R (bs) > 0
Actif par défaut	non	**oui**	non	non
Mu : vitesses « Max » quand…	le niveau est nul (silence)	le niveau détecté atteint 0 dBFS	l'enveloppe future ne réduit pas (gain 1)	le bias est nul
Mu : vitesses « Min » quand…	le niveau atteint 0 dBFS	le niveau est nul	l'enveloppe future réduit totalement (gain 0)	le bias vaut 1
Courbe marron	non	oui	non	non
Chapitre	13	ce chapitre	22	20

Quelques précisions :

- **ENV (in)** et **ENV (bs)** travaillent « à l'envers » : pour que l'attaque corresponde à une montée du niveau, ils lissent la grandeur 1 − niveau (bornée entre 0 et 1), puis remettent le résultat à l'endroit. Un niveau supérieur à 0 dBFS (possible avec un gain d'entrée ou un sidechain forts) est donc plafonné à 0 dBFS dans ce détecteur.

- Dans ces deux onglets, le calcul en décibels (EvMu Lin/Db) porte sur cette grandeur 1 − niveau : il donne une grande résolution près de 0 dBFS, et non une échelle en décibels du niveau lui-même.
- Le pilote de l'enveloppe Mu change donc de sens d'un onglet à l'autre : dans ENV (cv), « Max » correspond aux signaux forts ; dans les trois autres, « Max » correspond au calme (silence, gain sans réduction, bias nul).
- **ENV (la)** n'existe que dans la chaîne « présente » et seulement quand le lookahead agit sur l'enveloppe ; ses temps (onglet A/R (la)) valent 0 par défaut : l'enveloppe de lookahead suit alors sa cible instantanément.

À confirmer par François

Le sens de Mu Min et Mu Max est opposé entre ENV (cv) (« Max » = niveau détecté fort) et les trois autres onglets (« Max » = silence pour ENV (in), gain sans réduction pour ENV (la), bias nul pour ENV (bs)). Le code porte le commentaire « contre détecteur » : cette inversion est-elle voulue ?

À confirmer par François

Dans ENV (in) et ENV (bs), le calcul en décibels lisse le logarithme de (1 − niveau), et non le niveau en décibels. Est-ce l'intention, ou le calcul en décibels devait-il porter sur le niveau lui-même ?

À confirmer par François

Dans le walkthrough, il est dit que pour l'enveloppe placée avant la courbe « l'attaque, c'est le relâchement ». Dans le code actuel, l'inversion est forcée, si bien que l'**Attack** de A/R (in) règle bien la **montée** du niveau détecté (et donc l'arrivée de la compression). Le manuel décrit ce comportement : est-ce bien le fonctionnement actuel voulu ?

À confirmer par François

Pour ENV (la), l'enveloppe Gamma est réglée comme si le signal suivi était un niveau (sens « non inversé »), alors que c'est un gain : pour la seule part Gamma de cet onglet, l'attaque (baisse du gain) prend le plus long des deux temps de A/R (la) et le relâchement le plus court, à l'inverse des enveloppes classique et Mu du même onglet. Est-ce voulu ?

Démarches pratiques

Imiter un compresseur

Quand vous cherchez à reproduire le comportement d'un compresseur existant (chapitre 24), le suiveur d'enveloppe est souvent la clé :

1. réglez d'abord le seuil, le ratio et les temps en enveloppe classique branchée ;
2. comparez le comportement en fin d'attaque : si le compresseur imité « retient » ses réductions avant de relâcher, essayez **EvMu Br/Cp** à 1, puis des valeurs intermédiaires ;
3. sur de fortes réductions, comparez **EvMu Lin/Db** à 0 et à 1 : la différence se voit surtout au début des relâchements ;

4. si le relâchement semble se terminer « trop franchement » pour une exponentielle, ajoutez un peu de **Env/Mu->Gamma** ;
5. si la vitesse du relâchement semble dépendre du niveau du programme, essayez l'enveloppe Mu.

Un relâchement qui retient les passages forts

Pour un comportement de type « vari-mu » (relâchement lent tant que le programme est fort, rapide quand il se calme) :

- **Env->Mu** à 1 ;
- **Mu Min Rel** à 1 et **Mu Max Rel** entre 2 et 8 ;
- **Mu Pow Rel** entre 0,25 et 0,5, pour que l'effet ne se limite pas aux crêtes proches de 0 dBFS ;
- **Mu Speed** vers 0,01, pour que la vitesse suive la tendance du programme plutôt que chaque crête.

Pour visualiser l'effet, réglez provisoirement Mu Min Rel à 0,25 et Mu Max Rel à 1 et regardez la courbe marron, puis revenez à vos valeurs.

Courber un relâchement

Il existe plusieurs façons de donner au relâchement une forme autre qu'une simple exponentielle :

- calculer l'enveloppe en décibels (**EvMu Lin/Db** à 1) et passer le **Release Mode** en linéaire (chapitre 12) : le relâchement progresse à pas constant en décibels ;
- ajouter de l'enveloppe Gamma, éventuellement avec un **Gamma R delai** ;
- modifier la **Release Shape** (chapitre 12), qui agit directement sur la forme de la courbe.

Idées de départ

Quelques presets font de bons points de départ pour entendre ce chapitre, à condition d'écouter ce que change un seul réglage à la fois.

- **Sons tenus : voix, basse, nappes. acustica_cobalt**, imitation du Cobalt d'Acustica (un compresseur à lampes en feedback dans l'esprit des Altec), associe un **Hold branch** de 12,3 ms à une attaque de 30 ms et un relâchement de 250 ms. Ramenez **Hold branch** à 0 pour entendre ce que le maintien apporte à la tenue des notes graves.
- **Un vari-mu qui respire. acqua_magenta** combine l'enveloppe découplée, la détection en feedback (chapitre 14) et un relâchement d'une seconde : une base pour un bus ou une voix posée.
- **Une batterie qui bouge. rockruepel_comptwo_drums** et son enveloppe Mu extrême : comparez avec **Env->Mu** à 0 pour mesurer ce que la vitesse variable apporte.
- **Le bus à la manière SSL. ssl_1** associe l'enveloppe en décibels, l'enveloppe découplée et les temps automatiques (chapitre 12) : un bon exemple de la façon dont ces choix se combinent.

CHAPITRE 12

Attaque et relâchement

Le suiveur d'enveloppe (chapitre 11) poursuit le gain demandé par la courbe de transfert. Ce chapitre décrit **à quelle vitesse et de quelle façon** il le poursuit : les temps d'attaque et de relâchement, leur calcul automatique, l'altitude, la forme des courbes, le « retour » de la position sur ces courbes, et les modes (logarithmique, linéaire, zéro).

L'attaque et le relâchement sont sans doute les deux réglages les plus musicaux d'un compresseur. L'attaque décide du sort des transitoires : laisser passer le claquement d'une caisse claire, le pincement d'une corde, la consonne d'une voix, ou les aplatir. Le relâchement décide de la respiration : une compression qui se fond dans le tempo, qui « colle » un bus, ou qui pompe ostensiblement. Sur les compresseurs matériels, ces deux temps sont souvent des sélecteurs à quelques positions, et leur forme est figée par le circuit. Comprendre en fait un véritable atelier : des temps de 0 à 2 s, des temps automatiques qui s'adaptent au caractère du signal, et la possibilité de dessiner la forme même de l'attaque et du relâchement. Batteurs, mixeurs et ingénieurs de mastering y trouveront de quoi régler leur compression au plus près ; ceux qui imitent un appareil, de quoi reproduire sa façon de bouger.

Pour le suiveur placé après la courbe, ces réglages se trouvent à deux endroits :

- les potentiomètres **Attack** et **Release** de la rangée principale, qui règlent les temps ;
- l'onglet **A/R (cv)**, qui contient les douze autres réglages, sur deux lignes : la première pour l'attaque, la seconde pour le relâchement.

Dans cet onglet, la première colonne ne contient pas de temps, mais **mod attack** et **mod release** : ces deux réglages ajoutent aux temps une modulation pilotée par les égaliseurs dynamiques ou le waveshaper. Ils sont décrits au chapitre 23, avec les autres modulations.

Comprendre contient trois autres onglets A/R, jumeaux de celui-ci : **A/R (in)**, **A/R (la)** et **A/R (bs)**. Ils règlent les suiveurs ENV (in), ENV (la) et ENV (bs) ; leurs différences sont résumées à la fin du chapitre.



Figure 44 — Les réglages d'attaque et de relâchement du suiveur placé après la courbe : Attack et Release sur la rangée principale, les douze autres dans l'onglet A/R (cv). Les deux réglages non entourés, mod attack et mod release, sont décrits au chapitre 23.

Rappelons le vocabulaire : pour le suiveur placé après la courbe, une **attaque** est une baisse du gain (le compresseur réduit davantage), un **relâchement** une remontée du gain. À chaque échantillon, le suiveur choisit l'une ou l'autre selon qu'il est au-dessus ou en dessous du gain demandé.

Le temps, le coefficient et l'altitude

À chaque échantillon, l'enveloppe parcourt une fraction de la distance qui la sépare du gain demandé. Cette fraction, le **coefficient**, est calculée pour que, **au bout du temps réglé, il reste la fraction « altitude » de la distance**. Avec l'altitude par défaut, 1/e ≈ 0,368, il reste 36,8 % du chemin au bout du temps d'attaque : l'enveloppe en a parcouru 63,2 %. C'est la convention habituelle des compresseurs, où le temps réglé est la constante de temps d'une exponentielle.

L'**altitude** permet de changer cette convention. Avec une altitude de 0,1, le temps réglé devient le temps nécessaire pour parcourir 90 % du chemin ; avec 0,01, 99 % du chemin. À temps réglé égal, l'enveloppe est donc d'autant plus rapide que l'altitude est basse.

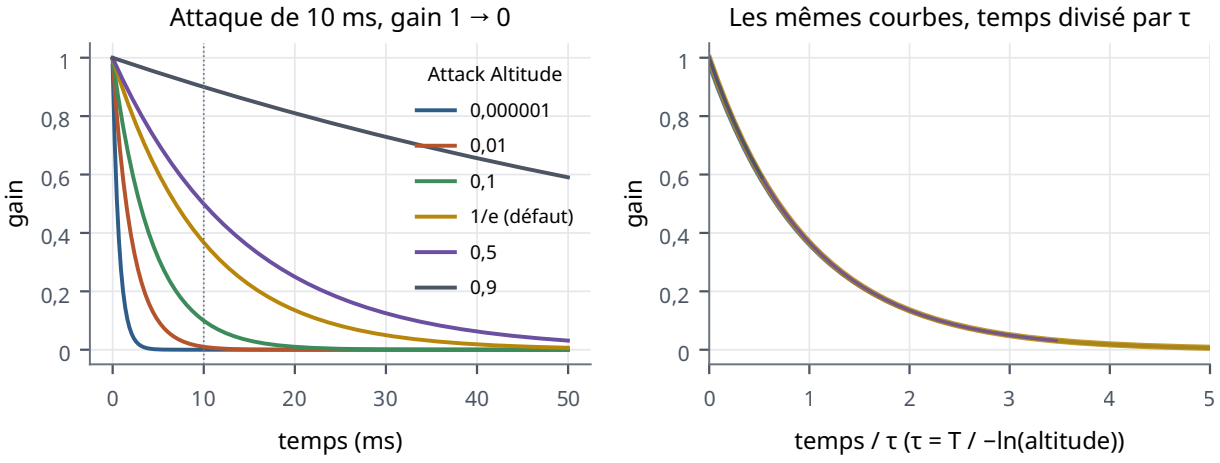


Figure 45 — À gauche, une attaque de 10 ms (gain demandé passant de 1 à 0) pour différentes altitudes : au bout de 10 ms, l'enveloppe vaut exactement l'altitude. À droite, les mêmes courbes avec un temps divisé par la constante de temps τ = T / (−ln altitude) : elles se superposent.

La figure le montre : changer l'altitude ne change pas la **forme** de la courbe, seulement son **échelle de temps**. Toutes les courbes sont la même exponentielle, plus ou moins étirée. L'altitude est donc une autre façon de régler le temps : régler Attack = 10 ms avec une altitude de 0,1 revient à régler Attack = 4,3 ms (10 × 0,434) avec l'altitude par défaut, pour l'enveloppe classique en mode logarithmique.

> **Pour aller plus loin**
>
> Le coefficient vaut c = 1 − a^(1/(T · fs)), où T est le temps réglé, a l'altitude et fs la fréquence d'échantillonnage interne (suréchantillonnage compris). À cible constante, la distance restante au temps t vaut a^(t/T) = e^(−t/τ), avec τ = T / (−ln a). Exemples : τ = T pour a = 1/e ; τ = 0,434 T pour a = 0,1 ; τ = 1,44 T pour a = 0,5 ; τ = 9,5 T pour a = 0,9 ; τ = T / 13,8 pour l'altitude minimale (0,000001). Comme fs inclut le suréchantillonnage, les temps restent justes quel que soit le facteur choisi.

Quand l'altitude change aussi la forme

L'équivalence « l'altitude change le temps, pas la forme » est exacte pour l'enveloppe classique en mode logarithmique, en mode linéaire pur et en mode zéro pur. Elle ne l'est plus dans les cas suivants :

1. **Modes intermédiaires** (entre logarithmique et linéaire, ou entre zéro et linéaire, voir plus loin) : la part exponentielle et la part linéaire ne dépendent pas de l'altitude de la même façon. Changer l'altitude change alors le **dosage** entre les deux, donc la forme.
2. **Shape différent de 1** : la courbe reste une simple dilatation de la même forme, mais le facteur d'étirement dépend de la valeur de Shape (pour une altitude de 0,1 : 0,434 avec Shape 1, 0,659 avec Shape 2).
3. **Shape = 0** : l'altitude fixe alors la hauteur d'un palier, et non un temps (voir la section sur la forme).
4. **Ret From** est exprimé en multiples du temps réglé, pas de la constante de temps : un même Ret From ne correspond pas au même point de la courbe si l'altitude change.
5. **Altitude = 1** (le maximum) : le coefficient devient nul, et l'enveloppe classique ou Mu **ne bouge plus du tout**. Seule la part Gamma continue d'évoluer.

Attack

onglet rangée principale

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,01 s **Identifiant :** `attaque`

Temps d'attaque du suiveur placé après la courbe : le temps au bout duquel, lors d'une baisse du gain demandé, il ne reste plus que la fraction **Attack Altitude** du chemin (36,8 % par défaut). Plage : 0 à 2 s ; défaut : 10 ms. Le potentiomètre est progressif : le milieu de sa course correspond à 125 ms, le quart à 8 ms.

- À **0**, l'attaque est **instantanée** : l'enveloppe rejoint le gain demandé dès l'échantillon suivant (même si Attack Shape est différent de 1). Pour l'enveloppe Mu, elle parcourt la moitié du chemin à chaque échantillon.
- Si **Attack** et **Release** sont tous deux à 0 (et que l'onglet GR (cv) est neutre), le suiveur est désactivé : le gain demandé est appliqué tel quel.

Le temps réellement utilisé peut être modifié en cours de route par **Attack Auto** (ci-dessous) et par **mod attack** (chapitre 23). Il sert à toutes les enveloppes choisies dans l'onglet ENV (cv) : classique, Mu (multiplié par Mu Min Att ou Mu Max Att) et Gamma. Il sert aussi au designer optique (chapitre 15).

Pour l'enveloppe découplée (chapitre 11), le temps d'attaque est celui du second étage, qui suit le premier dans les deux sens : un temps d'attaque long ralentit aussi le début des relâchements.

Release

onglet rangée principale

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,01 s **Identifiant :** `relachement`

Temps de relâchement du suiveur placé après la courbe : le temps au bout duquel, lors d'une remontée du gain demandé, il ne reste plus que la fraction **Release Altitude** du chemin. Plage : 0 à 2 s ; défaut : 10 ms ; même progressivité que **Attack**.

À **0**, le relâchement est instantané. Le temps réellement utilisé peut être modifié par **Release Auto** et par **mod release** (chapitre 23) ; il sert aux enveloppes classique, Mu (multiplié par Mu Min Rel ou Mu Max Rel) et Gamma, ainsi qu'au designer optique.

Un relâchement très court (quelques millisecondes) laisse le gain suivre les alternances du signal, surtout dans le grave : c'est une source de distorsion, voulue ou non. Le **Hold branch** (chapitre 11) ou une détection RMS (chapitre 13) permettent de la limiter.

♪ En musique : l'attaque décide du transitoire

Sur une caisse claire, l'attaque est le réglage qui change tout. Avec une attaque lente, de 20 à 40 ms, la frappe passe avant que la compression ne s'installe : le claquement ressort, souvent même davantage qu'avant, et la compression s'occupe du corps et de la résonance. Avec une attaque très rapide, de 0,1 à 1 ms, la crête est saisie d'emblée : la caisse s'aplatit, gagne en densité et recule dans le mix. La même logique vaut pour une basse jouée au médiator, une guitare acoustique ou les consonnes d'une voix. Les presets montrent l'étendue des choix. Ceux qui imitent des plugins inspirés du Distressor attaquent très vite : 0,5 ms pour **kiive_xstressor**, 0,589 ms pour **slate_fgstress**, 0,837 ms pour **eli_arouser**. À l'autre bout, **bx_townhouse** prend 127 ms, **arturia_tube-sta** et **softube_germanium** plus de 180 ms, et laissent passer presque tous les transitoires.

♪ En musique : le relâchement décide de la respiration

Court, le relâchement rend le gain aussitôt : la compression suit chaque note, le son gagne en densité et en énergie, mais avec une détection crête il peut grésiller dans le grave. Moyen, calé sur le tempo, il fait remonter le gain juste avant le coup suivant : c'est souvent là que la compression se fond dans le groove. Long, il garde le gain en bas d'un coup à l'autre : la dynamique s'aplanit, et l'on peut entendre la nappe ou la réverbération pomper derrière la batterie, un effet que l'on recherche parfois. Écoutez la fin des notes et l'espace entre deux frappes plutôt que les attaques. Les presets couvrent toute la gamme, de 7,3 ms pour **playfair_grading** à 2 s pour **acustica_ultramarine4**, imitation de l'Ultramarine 4 d'Acustica (un Fairchild 670), en passant par 1,2 s pour **acqua_eminence** et 1,5 s pour **caelumçsmmov**.

Attack Altitude

onglet A/R (cv)

Plage : 0,000001 à 1 **Défaut :** 0,367879 **Identifiant :** `altitude_attaque`

Fraction du chemin qui **reste** à parcourir au bout du temps d'attaque. Plage : 0,000001 à 1 ; défaut : 1/e ≈ 0,367879.

- **Plus basse** que 1/e, l'attaque est plus rapide pour un même temps réglé : à 0,1, l'enveloppe a fait 90 % du chemin au bout du temps d'attaque.
- **Plus haute**, elle est plus lente : à 0,9, elle n'a fait que 10 % du chemin.
- À **1**, l'attaque est figée : à éviter.

L'altitude intervient aussi dans le pas du mode linéaire (en un temps d'attaque, l'enveloppe parcourt 1 − altitude de la pleine échelle), dans la forme dessinée par le graphe d'attaque, dans les vitesses de l'enveloppe Mu et dans le temps de l'enveloppe Gamma (temps réglé × −1/ln altitude). Elle sert également au designer optique (chapitre 15).

Le graphe d'attaque de la fenêtre principale montre directement l'effet de l'altitude : au bord droit de la zone rouge (le temps réglé), la courbe passe à la hauteur de l'altitude.

Release Altitude onglet A/R (cv)

Plage : 0,000001 à 1 **Défaut :** 0,367879 **Identifiant :** `altitude_relachement`

Même chose pour le relâchement : fraction du chemin restant au bout du temps de relâchement. Au défaut, 63,2 % de la remontée est faite au bout du temps de **Release**. À 0,01, le temps de Release devient le temps de 99 % de la remontée : le réglage se lit alors comme une durée de « retour complet ».

Le mot de l'auteur

Beaucoup de gens pensent que l'altitude change la forme de la courbe. En réalité, elle ne change que la proportion, donc la temporalité : c'est un autre moyen de dire « pour tant de secondes, je veux telle réaction ». La forme, c'est le réglage suivant, Shape.

À confirmer par François

Avec une Shape différente de 1, le temps transmis à l'enveloppe Gamma est recalculé à chaque échantillon sans le facteur −1/ln(altitude) appliqué dans le cas normal : avec une altitude différente de 1/e, la part Gamma change donc de temps dès que la Shape quitte 1. Est-ce voulu ?

Les temps des classiques

Chaque grande machine a son territoire. Le 1176 attaque entre 20 et 800 µs et relâche entre 50 ms et 1,1 s. Le Fairchild attaque en 0,2 à 0,8 ms et relâche en 0,3 à 25 s. Le LA-2A attaque en une dizaine de millisecondes en moyenne, selon la fréquence. Le compresseur de bus SSL propose des attaques de 0,1, 0,3, 1, 3, 10 et 30 ms et des relâchements de 0,1, 0,3, 0,6 et 1,2 s, ou Auto ; le Manley Variable Mu, des attaques de 25 à 70 ms ; le Distressor, de 50 µs à 30 ms selon son manuel. Certaines formes sont restées célèbres. Le relâchement du mode **Nuke** du Distressor, rapide au début puis de plus en plus lent, fait selon ce même manuel « une grande partie du son » de l'appareil : c'est l'allure de l'exponentielle par défaut de Comprendre, qu'une **Release Shape** inférieure à 1 accentue. Et le mode « all buttons » du 1176 doit une partie de sa distorsion à un retard de l'attaque sur les premiers transitoires ; dans Comprendre, c'est une **Attack Shape** supérieure à 1 qui retient le début de l'attaque (voir plus loin). Avec des temps de 0 à 2 s, Comprendre couvre tous ces territoires.

Attaque et relâchement automatiques

Les réglages **Attack Auto** et **Release Auto** adaptent les temps au signal, selon la méthode proposée par Giannoulis, Massberg et Reiss dans leurs travaux sur l'automatisation des réglages d'un compresseur. L'idée : un signal très transitoire (percussions) appelle des temps courts, un signal stable (nappe, voix tenue) des temps plus longs.

Comprendre mesure pour cela le **facteur de crête** du signal de détection, c'est-à-dire le rapport entre son niveau crête et son niveau moyen (RMS). Il utilise deux mesures de même constante de temps, réglée par **auto secs** :

- un détecteur de crête de la puissance, qui monte instantanément et redescend avec la constante **auto secs** ;

• une moyenne quadratique (RMS) avec la même constante.

Le rapport des deux est le carré du facteur de crête, noté C^2. Il vaut 1 pour un signal constant (ou un signal carré), 2 pour une sinusoïde pure, et bien davantage pour un signal percussif.

Les temps automatiques valent alors :

• attaque automatique = 2 × Attack / C^2 ;
• relâchement automatique = 2 × Release / C^2, moins l'attaque automatique si l'enveloppe est découplée.

Pour une sinusoïde pure (C^2 = 2), les temps automatiques sont égaux aux temps réglés. Pour une batterie, ils sont plus courts ; pour un signal très stable, ils peuvent aller jusqu'au double.

Attack Auto et **Release Auto** dosent ensuite le mélange entre le temps réglé et le temps automatique : à 0, le temps réglé seul ; à 1, le temps automatique seul ; à 0,5, la moyenne des deux temps. Le calcul est refait à chaque échantillon.

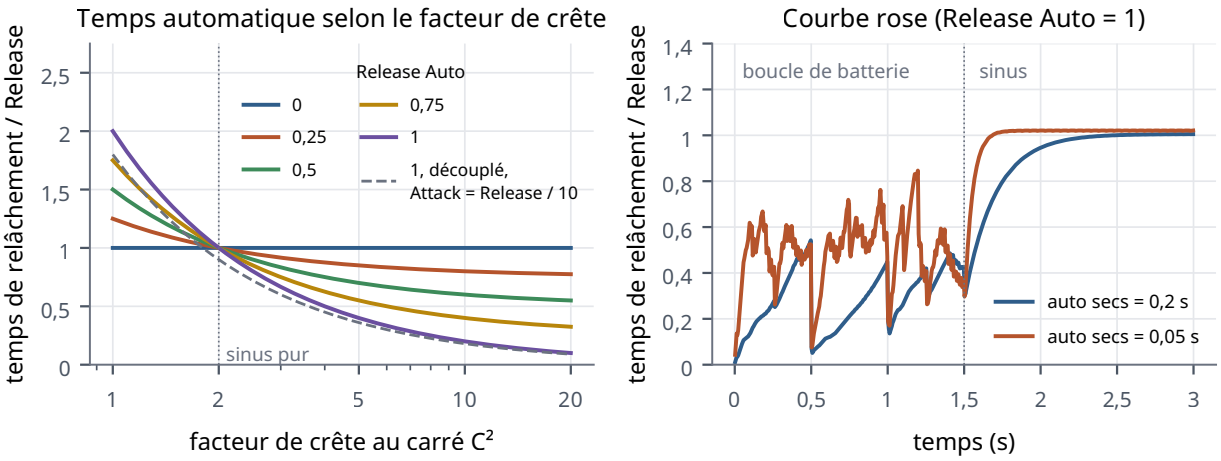


Figure 46 — À gauche, temps de relâchement obtenu (rapporté au Release) selon le carré du facteur de crête, pour différentes valeurs de Release Auto. À droite, ce rapport au cours du temps (la courbe rose des graphes) avec Release Auto = 1, sur une boucle de batterie puis sur une sinusoïde, pour deux valeurs de auto secs.

Des relâchements qui s'adaptent à la musique

Relâcher vite après un transitoire isolé, lentement quand la compression dure : bien des machines ont cherché ce compromis. Le Gates Sta-Level (1956) proposait déjà, en mode **Double**, un relâchement dépendant du programme. Le Fairchild, en position 6 de son sélecteur, relâche en 0,3 s après un transitoire, en 10 s après des crêtes répétées et en 25 s sur un niveau constamment élevé. La cellule optique du LA-2A obtient ce comportement sans l'avoir cherché : elle effectue la moitié de son relâchement en une soixantaine de millisecondes, puis termine en une à quinze secondes selon le manuel d'origine (0,5 à 5 s selon la fiche de la réédition), d'autant plus lentement que la compression a été forte et longue. Le relâchement **Auto** du compresseur de bus SSL empile deux constantes de temps, 100 ms et 12 s. Le Weiss DS1, enfin, mesure à la fois la crête et le niveau RMS, et choisit entre un relâchement rapide et un relâchement lent d'après leur rapport. **Attack Auto** et **Release Auto** reposent sur une mesure de même nature, le facteur de crête ; l'enveloppe **Mu** (chapitre 11) et le designer optique (chapitre 15) offrent d'autres façons de faire dépendre le relâchement du programme.

Le réglage « auto secs »

La constante **auto secs** ne se trouve pas dans l'onglet A/R, mais dans l'onglet **DET (in)** (chapitre 13) ; sa valeur par défaut est 200 ms. Une valeur courte rend le facteur de crête nerveux, très sensible à chaque coup ; une valeur longue le rend plus stable, plus représentatif du caractère général du passage. À 0, le facteur de crête vaut toujours 1 et les temps automatiques valent le double des temps réglés.

Ce réglage de DET (in) sert aux temps automatiques de A/R (cv), de A/R (in) et de A/R (la). Celui de A/R (bs) a son propre réglage, **b auto secs**, dans l'onglet DET (bs).

Le facteur de crête de A/R (cv) est mesuré sur le **signal de détection** tel qu'il entre dans le détecteur (après le mélange avec le sidechain, les filtres et le feedback, chapitre 14), avant les détecteurs peak, RMS et enveloppe de l'onglet DET (in).

Attack Auto

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `auto_attaque`

Dosage entre le temps d'**Attack** réglé (0, défaut) et le temps d'attaque automatique (1), calculé d'après le facteur de crête du signal de détection. Les valeurs intermédiaires interpolent les temps en secondes : à 0,5, le temps utilisé est la moyenne du temps réglé et du temps automatique.

Sur un signal très percussif, l'attaque automatique devient très courte : les crêtes sont saisies plus vite. Sur un signal stable, elle s'allonge.

Release Auto

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `auto_relachement`

Dosage entre le temps de **Release** réglé (0, défaut) et le temps de relâchement automatique (1).

En enveloppe **découplée** (EvMu Br/Cp à 1, chapitre 11), le temps d'attaque automatique est retranché du relâchement automatique (proportionnellement à EvMu Br/Cp) : cela compense l'allongement du relâchement propre au découplé. Ce retrait utilise le temps d'attaque automatique même si **Attack Auto** vaut 0. Le temps obtenu ne descend jamais sous 0.

Quand **Release Auto** est supérieur à 0, le graphe d'historique trace une **ligne rose** : le temps de relâchement utilisé, divisé par le temps de Release. Elle est tracée sur l'échelle des gains : en haut, le rapport vaut 1 (ou plus, la ligne restant alors collée au bord) ; en échelle linéaire, à mi-hauteur, le relâchement est deux fois plus court que le temps réglé. Son affichage dépend aussi de **Gfx Gains** (lettre « a », chapitre 4). Cette ligne existe aussi quand **mod release** est actif ; elle ne concerne que A/R (cv).

Le mot de l'auteur

L'auto-release, c'est l'auto-release universitaire classique. La valeur de 200 ms est très naturelle : le cerveau met environ 170 ms à réagir, plus un peu de marge, et c'est d'ailleurs la valeur que gardent beaucoup de compresseurs. Release Auto à 1 donne un résultat un peu trop carré : François préfère généralement 0,5, qui fonctionne très bien.

♪ En musique : un relâchement qui s'oublie

Le relâchement automatique est précieux quand la musique change de caractère au fil du morceau : un couplet aéré puis un refrain dense, une voix tantôt parlée, tantôt chantée, un mix qui alterne breaks et tutti. Partez du réglage que François tient pour le plus naturel : **auto secs** à 200 ms et **Release Auto** à 0,5. Sur les passages percussifs, le relâchement se raccourcit et la compression rend vite la place aux attaques suivantes ; sur les passages tenus, il s'allonge et le gain reste plus stable au milieu des notes. Plusieurs presets s'en servent ainsi. **waves_la2a** et **native_vc2a**, deux imitations d'émulations du LA-2A, règlent **Release Auto** à 0,5, comme **softube_ds1mk3** (imitation du Weiss DS1-MK3 de Softube) et **uhe_presswerk**. **softube_weiss**, **acqua_tulip**, **bx_townhouse**, **massenbug_drc2_piano**, **voxengo_polysquasher3** et **waves_rvox** vont jusqu'à 1. **waves_la2a** raccourcit en outre **auto secs** à 75 ms, pour que la mesure suive le signal de plus près.

Pour aller plus loin

Avec x le signal de détection, $p \leftarrow \max(x^2, \alpha \cdot p + (1 - \alpha) \cdot x^2)$ et $r \leftarrow \alpha \cdot r + (1 - \alpha) \cdot x^2$, où $\alpha = e^{(-1/(\text{auto secs} \cdot fs))}$. Alors $C^2 = p / r$ (1 si l'un des deux est nul). Avec u_a et u_r les valeurs de Attack Auto et Release Auto et b celle de EvMu Br/Cp : $A' = A \cdot (1 - u_a) + (2A / C^2) \cdot u_a$ et $R' = R \cdot (1 - u_r) + (2R / C^2 - (2A / C^2) \cdot b) \cdot u_r$, borné à 0. Pour A/R (cv), A et R incluent déjà la modulation (mod attack, mod release).

La forme : Shape

Avec les réglages par défaut, l'enveloppe suit une exponentielle : elle part vite et ralentit en approchant de sa cible. Le réglage **Shape** change cette courbe en appliquant une puissance à l'axe du temps. La distance restante ne vaut plus altitude^(t/T), mais altitude^((t/T)^Shape).

- **Shape > 1** : départ lent, puis accélération. En attaque, les premières millisecondes d'un transitoire passent presque sans réduction, puis le gain tombe franchement : la courbe prend une forme en S.
- **Shape < 1** : départ très rapide, puis traîne. L'enveloppe fait la plus grande partie du chemin tout de suite, puis termine lentement.
- **Shape = 1** (défaut) : l'exponentielle habituelle.

Toutes ces courbes passent par le même point au bout du temps réglé : il reste la fraction altitude du chemin.

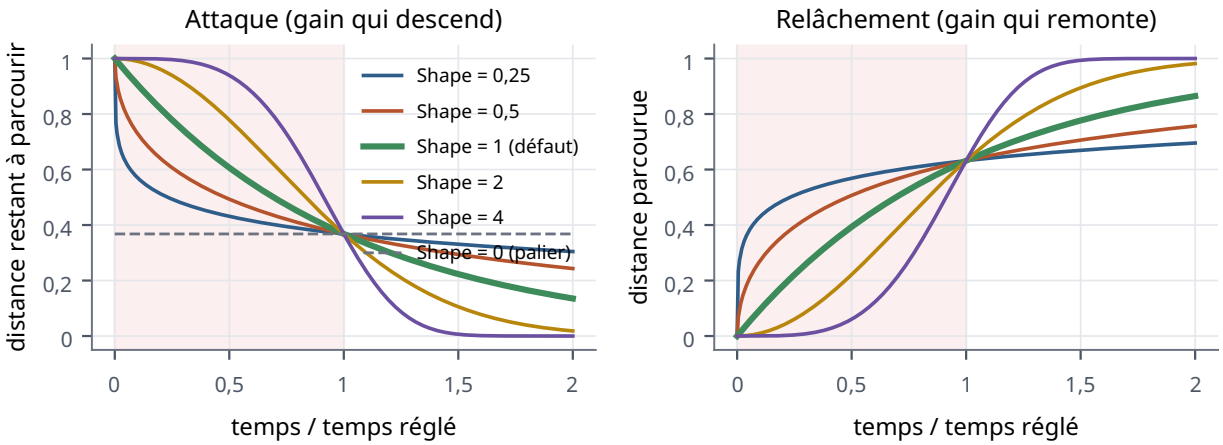


Figure 47 — La distance restant à parcourir (attaque) et la distance parcourue (relâchement) selon la forme, le temps étant exprimé en multiples du temps réglé. La zone teintée de rouge correspond au temps réglé, comme dans les graphes de forme de la fenêtre principale.

Pour obtenir cette courbe, Comprendre tient à jour, pour chaque sens, une **position** sur la courbe : le temps écoulé depuis le début de la phase, en multiples du temps réglé. À chaque échantillon de la phase, le coefficient est recalculé d'après cette position. Deux conséquences importantes :

- **plus une phase dure, plus elle s'accélère** (Shape > 1) ou **se ralentit** (Shape < 1). Avec Shape 2, au-delà de 3,7 fois le temps réglé, l'enveloppe suit même la cible instantanément jusqu'à la fin de la phase ;
- ce qui se passe au **début** d'une phase dépend de la position de départ : c'est le rôle des réglages de retour (section suivante).

Shape = 0

À 0, la puissance donne une courbe constante : au premier échantillon d'une phase, l'enveloppe fait d'un coup la fraction 1 − altitude du chemin, puis elle se fige jusqu'à ce que la position soit revenue au début. Le résultat ressemble à un échantillonneur-bloqueur plus qu'à une enveloppe. Les valeurs proches de 0 (0,05, 0,1) donnent un saut initial très important suivi d'une traîne très lente.

À confirmer par François

Avec Shape = 0, l'enveloppe fait un seul saut de (1 − altitude) au début de chaque phase, puis reste figée tant que la position n'est pas revenue au début ; le graphe de forme affiche un palier. Faut-il présenter ce cas comme un effet utilisable, ou le déconseiller ?

Attack Shape

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `attaque_forme`

Forme de la courbe d'attaque, de 0 à 8 ; 1 (défaut) = exponentielle habituelle.

- Au-dessus de 1, l'attaque démarre lentement puis s'accélère : les transitoires gardent leur mordant, et la réduction arrive d'un bloc ensuite. C'est aussi une façon d'obtenir une attaque en S sans passer par l'enveloppe Gamma.
- En dessous de 1, l'attaque saisit immédiatement une grande partie de la réduction puis termine doucement.

La forme s'applique à toutes les enveloppes de l'onglet ENV (cv) : classique, Mu et Gamma. Avec un temps d'attaque nul, elle est sans effet (l'attaque reste instantanée). Quand elle est différente de 1, une ligne verticale blanche apparaît dans le graphe d'attaque (voir « Les graphes de forme »), et les réglages **Att Ret From** et **Att Ret Spd** deviennent actifs.

Release Shape

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `relachement_forme`

Forme de la courbe de relâchement, de 0 à 8 ; 1 (défaut) = exponentielle habituelle.

- Au-dessus de 1, le gain reste d'abord bas puis remonte de plus en plus vite : un relâchement « retenu » qui libère franchement.
- En dessous de 1, le gain remonte vite au début puis traîne longtemps près de 0 dB.

Les réglages **Rel Ret From** et **Rel Ret Spd** ne sont actifs que si cette forme est différente de 1.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Shape, c'est là qu'on change vraiment la forme : soit un relâchement lent au début qui devient rapide, soit l'inverse. Changer la forme peut mettre davantage de pression sur l'un ou l'autre sens : si le relâchement est plus rapide, la compression peut réattaquer plus vite, et il y a de vrais effets de bord entre les deux.

> **♪ En musique : garder le claquement sans ralentir l'attaque**
>
> Avec **Attack Shape** au-dessus de 1, l'attaque démarre lentement puis s'accélère : les premières millisecondes d'un coup de caisse claire ou d'une note de basse passent presque intactes, puis la réduction tombe d'un bloc. On garde le claquement tout en tenant fermement le corps de la note. **dmg_trackcomp_76a**, imitation du modèle 76A de TrackComp (un 1176 révision A), règle **Attack Shape** à 3,08, et **massenbug_drc2_piano**, dont le nom suggère un réglage pour le piano, à 3,4. À l'inverse, **softube_cl1b** (0,328) saisit l'essentiel de la réduction d'emblée, puis la termine en douceur.
>
> Côté relâchement, **massenbug_drc2_groove** associe une **Release Shape** de 2,088 à un **Rel Ret From** de 0 : chaque relâchement repart du début de sa courbe, là où elle est plate, et le gain remonte d'autant moins que les attaques se succèdent vite, de quoi tenir un groove serré. **ssl_1** fait le contraire avec une **Release Shape** de 0,333 : le gain remonte très vite, puis s'attarde près de 0 dB. Comme le conseille François, vérifiez sur les graphes de forme que la ligne verticale se promène bien sur la courbe : sinon, la forme n'a pas le temps d'agir.

Le retour : Ret From et Ret Spd

Avec la détection par défaut (valeur crête instantanée), le gain demandé change à chaque alternance du signal : l'enveloppe passe sans cesse de l'attaque au relâchement. Si chaque phase repartait du début de sa courbe, une forme lente au départ (Shape > 1) n'aurait jamais le temps de quitter ce départ, et le réglage Shape n'aurait presque pas d'effet.

Comprendre traite donc la position sur chaque courbe comme un **condensateur** : elle se « charge » pendant sa phase, et se « décharge » progressivement pendant la phase opposée. Quand la phase reprend, elle repart de là où la position est redescendue, et non du début.

- Pendant une **attaque**, la position sur la courbe d'attaque avance ; la position sur la courbe de relâchement est d'abord ramenée au plus à **Rel Ret From**, puis elle redescend vers le début à la vitesse **Rel Ret Spd**.
- Pendant un **relâchement**, c'est l'inverse, avec **Att Ret From** et **Att Ret Spd**.
- Pendant un **maintien** (Hold branch), aucune des deux positions ne bouge.

Les positions sont exprimées en multiples du temps réglé. Une vitesse de retour de 1 fait redescendre la position aussi vite qu'elle était montée.

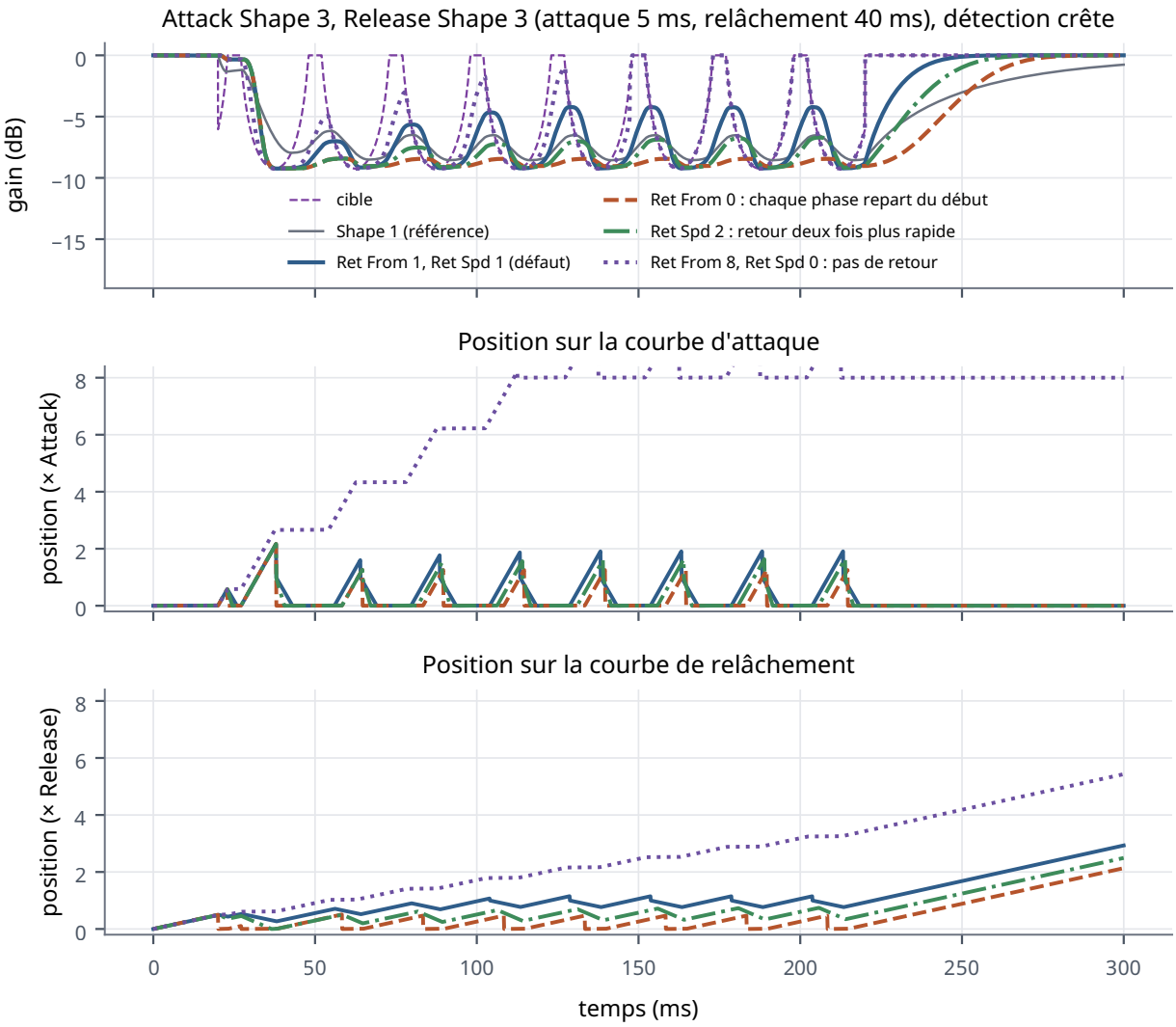


Figure 48 — Une cible qui alterne à chaque demi-période d'un sinus de 20 Hz (détection crête, seuil −12 dB, ratio 8:1), avec Attack Shape et Release Shape à 3. En haut, le gain obtenu pour différents réglages de retour ; en dessous, les positions sur la courbe d'attaque et sur la courbe de relâchement.

La figure montre l'enjeu. Avec les réglages par défaut (Ret From 1, Ret Spd 1), la position de relâchement reste autour de 1 : chaque relâchement reprend vers le milieu de sa courbe, là où elle est raide, et le gain ondule nettement. Avec **Ret From à 0**, chaque phase repart du début, là où la courbe est plate : le gain ondule beaucoup moins. **Ret Spd à 2** donne un résultat intermédiaire. Enfin, avec **Ret Spd à 0** (et Ret From au maximum), les positions ne redescendent jamais : elles s'accumulent, les courbes arrivent dans leur partie la plus raide, et l'enveloppe finit par suivre la cible presque instantanément.

Att Ret From

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `attaque_retour_depart`

Position maximale (en multiples du temps d'attaque) que conserve la courbe d'**attaque** quand un relâchement commence. Plage : 0 à 8 ; défaut : 1.

- À **0**, chaque nouvelle attaque repart du **début** de sa courbe.
- À **1** (défaut), elle repart au plus du point situé au temps d'attaque, c'est-à-dire du milieu du graphe d'attaque.
- À **8**, il n'y a pratiquement pas de plafond : la position conservée est celle atteinte à la fin de l'attaque.

N'agit que si **Attack Shape** est différent de 1.

Att Ret Spd

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `attaque_retour_vitesse`

Vitesse à laquelle la position sur la courbe d'**attaque** revient vers le début pendant les relâchements, en multiples de sa vitesse d'avancée. Plage : 0 à 8 ; défaut : 1.

- À **1**, la position redescend aussi vite qu'elle est montée.
- À **0**, elle ne redescend pas : elle reste bloquée à la valeur fixée par **Att Ret From**.
- À **8**, elle revient huit fois plus vite.

N'agit que si **Attack Shape** est différent de 1.

Rel Ret From

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `relachement_retour_depart`

Position maximale (en multiples du temps de relâchement) que conserve la courbe de **relâchement** quand une attaque commence. Même fonctionnement que **Att Ret From**. À 0, chaque relâchement repart du début de sa courbe : avec une Release Shape supérieure à 1, cela retient fortement la remontée du gain quand les attaques sont fréquentes.

N'agit que si **Release Shape** est différent de 1.

Rel Ret Spd

onglet A/R (cv)

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `relachement_retour_vitesse`

Vitesse de retour de la position sur la courbe de **relâchement** pendant les attaques. Même fonctionnement que **Att Ret Spd**. N'agit que si **Release Shape** est différent de 1.

Le mot de l'auteur

Ce suiveur de position fonctionne comme des condensateurs. On peut lui dire de revenir plus vite, mais trouver la bonne vitesse est un exercice difficile, car elle dépend du matériau sonore. Quand on change les formes, il vaut mieux que la détection ne soit pas en crête mais plutôt en RMS (chapitre 13) : la position n'est plus réinitialisée à chaque alternance, et l'enveloppe travaille plus facilement dans la bonne partie de la courbe. La ligne verticale des graphes de forme permet de vérifier où l'on se trouve.

À confirmer par François

En enveloppe découplée et en Gamma, la courbe des deux sens est avancée à chaque échantillon, avant le retour du sens inactif : la vitesse de retour effective y est Ret Spd − 1, si bien qu'au réglage par défaut (1) la position ne redescend jamais (elle reste plafonnée à Ret From), alors qu'en branché elle revient au début. En découplé, la position d'attaque continue aussi d'avancer pendant les relâchements avant d'être plafonnée. Est-ce voulu ?

Les modes : logarithmique, linéaire, zéro

Les réglages **Attack Mode** et **Release Mode** choisissent la façon dont l'enveloppe rejoint sa cible. Ils combinent deux idées.

Vers la cible ou vers l'extrême. En mode **logarithmique** (1, défaut), l'enveloppe vise le gain demandé et en parcourt chaque fois une fraction : c'est l'exponentielle habituelle. En mode **zéro** (0), elle vise l'**extrême** : 0 (réduction totale) pour une attaque, 1 (aucune réduction) pour un relâchement, en ignorant la valeur du gain demandé. Elle fonce donc vers sa cible sans ralentir, l'atteint en un temps fini, la dépasse d'au plus un échantillon, et c'est la phase opposée qui la ramène. Entre 0 et 1, l'enveloppe vise un point intermédiaire entre la cible et l'extrême.

Exponentiel ou à pas constant. En mode **linéaire** (2), l'enveloppe n'avance plus d'une fraction de la distance, mais d'un **pas constant** : elle va en ligne droite. Le pas est tel qu'en un temps réglé, l'enveloppe parcourt la fraction 1 − altitude de la **pleine échelle** (63,2 % par défaut), quelle que soit la distance à parcourir. Une attaque linéaire de 1 à 0,5 prend donc 0,5 / 0,632 = 0,79 fois le temps d'attaque.

Valeur du mode	Vers…	Part linéaire	Comportement
1 (défaut)	la cible	0	logarithmique (exponentielle classique)
entre 1 et 2	la cible	mode − 1	mélange logarithmique / linéaire
2	la cible	1	linéaire pur
entre 0 et 1	entre la cible et l'extrême	0	exponentielle visant un point au-delà de la cible
0	l'extrême	0	zéro
entre −1 et 0	l'extrême	−mode	mélange zéro / linéaire
−1	—	1	linéaire pur, identique à 2
entre −2 et −1	l'extrême	2 + mode	mélange zéro / linéaire, en miroir

Valeur du mode	Vers…	Part linéaire	Comportement
−2	l'extrême	0	identique à 0

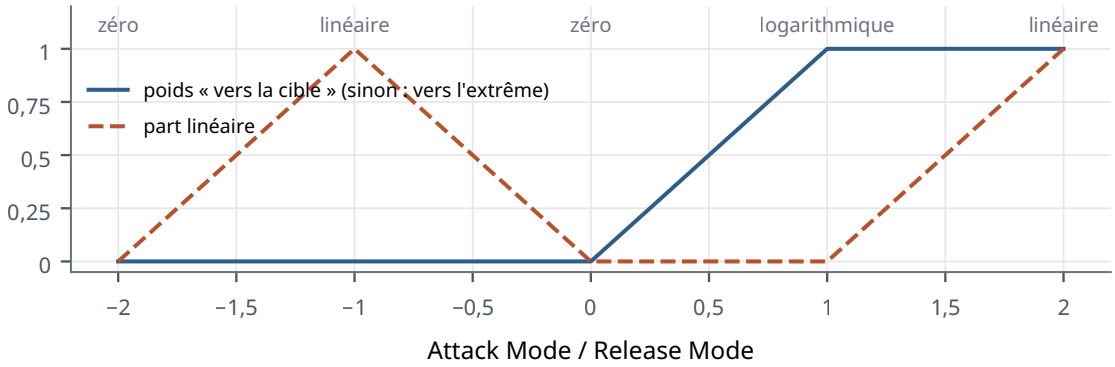


Figure 49 — Les deux composantes du mode selon sa valeur. Les trois modes purs se mélangent deux à deux, jamais les trois à la fois.

La plage de −2 à 2 permet ainsi de passer continûment d'un mode à l'autre : de zéro à logarithmique (0 → 1), de logarithmique à linéaire (1 → 2), et de zéro à linéaire par les valeurs négatives (0 → −1). La partie de −1 à −2 revient vers le mode zéro ; elle n'apporte rien de plus, mais évite de devoir repasser par le logarithmique pour retrouver le mode zéro.

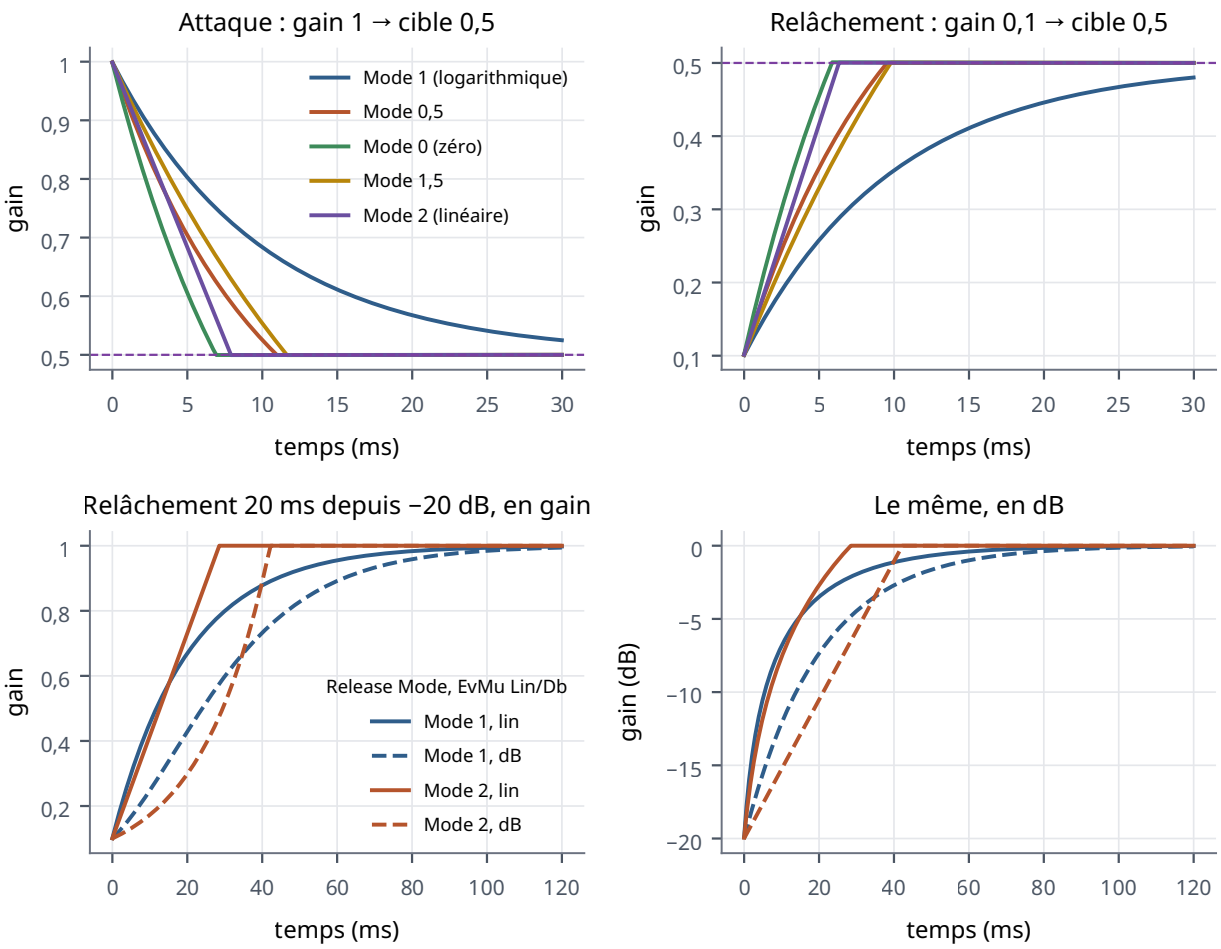


Figure 50 — En haut, une attaque (gain demandé 1 → 0,5) et un relâchement (0,1 → 0,5) de 10 ms pour différents modes. En bas, un relâchement de 20 ms depuis −20 dB en mode logarithmique et linéaire, l'enveloppe étant calculée en linéaire ou en décibels (EvMu Lin/Db, chapitre 11), tracé en gain puis en décibels.

Sur la figure, en mode zéro, l'attaque de 10 ms atteint 0,5 en 6,9 ms ; en mode linéaire, en 7,9 ms ; en mode logarithmique, elle n'y est toujours pas au bout de 30 ms.

Le mode linéaire en décibels

Quand l'enveloppe est calculée en décibels (**EvMu Lin/Db** à 1), le pas constant du mode linéaire est un pas **en décibels** : 15 × (1 − altitude) dB par temps réglé, soit 9,48 dB par temps réglé avec l'altitude par défaut. Un relâchement linéaire en décibels avec Release = 1 s remonte donc de 9,48 dB par seconde, à vitesse constante. C'est l'équivalent d'un relâchement exprimé en décibels par seconde. Tracé en gain, ce relâchement est une courbe qui part lentement et finit vite (figure, en bas à gauche, courbe orange en tirets).

Les modes selon le type d'enveloppe

Les modes ne s'appliquent pas à toutes les enveloppes de l'onglet ENV (tableau détaillé au chapitre 11) :

- l'enveloppe **classique branchée** accepte tout ;

- l'enveloppe **classique découplée** applique le Release Mode (au premier étage), mais ignore l'Attack Mode ;
- l'enveloppe **Mu** ignore la part linéaire : toute valeur négative y agit comme le mode zéro, toute valeur supérieure à 1 comme le mode logarithmique ; en découplé, elle ignore aussi l'Attack Mode ;
- l'enveloppe **Gamma** ignore entièrement les deux modes.

Attack Mode

onglet A/R (cv)

Plage : −2 à 2 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `attaque_douceur`

Mode de l'attaque, de −2 à 2 ; 1 (défaut) = logarithmique. Voir le tableau ci-dessus.

- **2** (ou −1), linéaire : l'attaque descend à vitesse constante. Elle atteint sa cible plus tôt qu'une exponentielle de même temps, sans ralentir à l'arrivée.
- **0** (ou −2), zéro : l'attaque fonce vers une réduction totale et s'arrête en franchissant le gain demandé. C'est l'attaque la plus agressive à temps égal ; elle peut dépasser la cible d'un pas.
- Les valeurs intermédiaires mélangent ces comportements.

Sans effet en enveloppe découplée et sur l'enveloppe Gamma ; partiel sur l'enveloppe Mu (voir ci-dessus).

Release Mode

onglet A/R (cv)

Plage : −2 à 2 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `relachement_douceur`

Mode du relâchement, de −2 à 2 ; 1 (défaut) = logarithmique.

- **2** (ou −1), linéaire : le gain remonte à vitesse constante, en gain ou en décibels selon **EvMu Lin/Db**.
- **0** (ou −2), zéro : le relâchement vise 0 dB de réduction, sans tenir compte du gain demandé, et remonte donc beaucoup plus franchement ; il dépasse légèrement le gain demandé, puis l'attaque le ramène.
- Les valeurs entre 0 et 1 donnent un relâchement « tiré » vers 0 dB, plus énergique que le logarithmique sans être aussi brutal que le mode zéro.

Le Release Mode agit en enveloppe branchée comme en découplée ; l'enveloppe Mu n'en garde que la part zéro/logarithmique ; l'enveloppe Gamma l'ignore.

> **Les deux modes à zéro**
>
> Si l'Attack Mode et le Release Mode sont tous les deux à 0 avec des temps courts, l'enveloppe dépasse sa cible à chaque échantillon dans un sens, puis dans l'autre : elle oscille autour du gain demandé (par exemple entre 0,448 et 0,552 pour une cible de 0,5, avec des temps de 0,1 ms). Cette oscillation à la fréquence d'échantillonnage est une distorsion. Avec des temps plus longs, le dépassement d'un pas devient négligeable.

Le mot de l'auteur

Le mode linéaire, c'est une addition ou une soustraction statique à chaque itération : la courbe est vraiment droite. Le mode zéro, au lieu d'aller chercher la valeur du gain, va chercher l'extrême : en attaque il vise 0, en relâchement il vise 1. C'est beaucoup plus agressif : la compression essaie de rejoindre sa cible à tout prix. Les trois modes se mélangent entre eux, deux à deux.

♪ En musique : choisir sa façon de revenir

Le mode logarithmique est la respiration habituelle d'un compresseur : vive au début, apaisée à la fin. Le mode linéaire, avec une enveloppe en décibels, donne un relâchement à vitesse constante, en décibels par seconde, que l'oreille perçoit souvent comme plus régulier sur les longues réductions d'un bus ou d'un master. **softube_weiss** l'utilise (**Attack Mode** et **Release Mode** à 2, **EvMu Lin/Db** à 1), comme **ao_dbcomp** pour son relâchement. Huit autres presets passent **Release Mode** à 2 avec une enveloppe linéaire, dont **waves_76**, **tr_670** et **acqua_eminence** ; d'autres s'arrêtent à mi-chemin, comme **acustica_cobalt** et **eli_arouser** à 1,5. Le mode zéro, lui, est un outil de caractère : un **Release Mode** entre 0,5 et 0 rend le relâchement plus énergique et plus abrupt, et la compression plus nerveuse. **waves_rvox** effleure cette zone avec ses deux modes à 0,94.

Reconnaître le mode d'un compresseur fait partie du travail d'imitation. Dans sa vidéo sur l'analyse, François remarque que le relâchement du compresseur qu'il imite semble linéaire, alors que celui de Comprendre est logarithmique, et il ajuste son réglage en conséquence (chapitre 24).

Les graphes de forme

À droite de l'historique, deux petits graphes montrent la forme de la courbe d'attaque (en haut) et de la courbe de relâchement (en bas) :

- l'axe horizontal couvre **deux fois le temps réglé** ; la moitié gauche, teintée de rouge, correspond au temps réglé lui-même ;
- la courbe d'attaque part du haut et descend (la distance restant à parcourir), la courbe de relâchement part du bas et monte (la distance parcourue) ;
- au bord droit de la zone rouge, la courbe d'attaque passe à la hauteur de l'altitude, la courbe de relâchement à la hauteur 1 − altitude (36,8 % et 63,2 % par défaut).

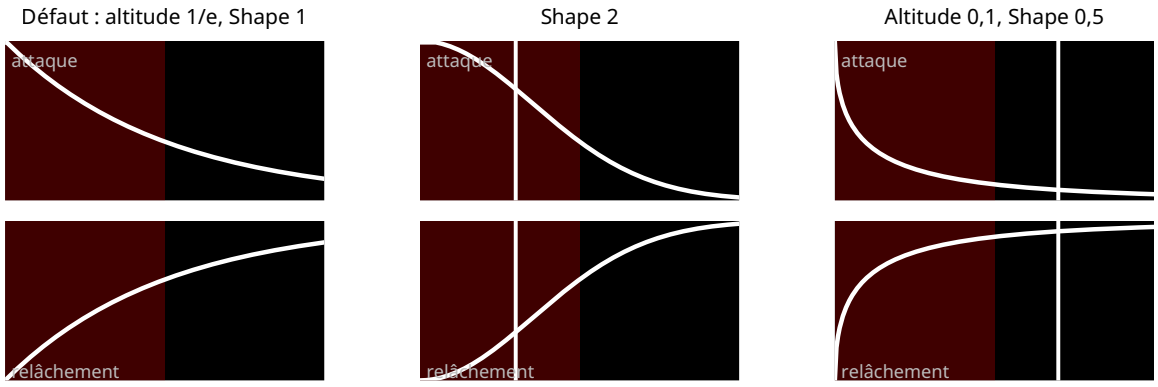


Figure 51 — Les graphes de forme pour trois réglages. Les lignes verticales indiquent une position sur la courbe (ici choisie pour l'exemple).

Comme l'axe est en multiples du temps réglé, ces graphes ne changent pas quand on tourne **Attack** ou **Release** : ils ne représentent que l'**altitude** et la **forme**. Ils ne montrent ni le mode, ni les temps automatiques, ni le retour, ni le type d'enveloppe.

Quatre courbes y sont superposées, une par jeu A/R : **orange** pour A/R (bs), **rouge** pour A/R (in), **lavande** pour A/R (la) et **blanc** pour A/R (cv), dessinée en dernier. Avec les réglages par défaut, elles sont identiques et seule la blanche est visible.

Quand la forme d'un suiveur actif est différente de 1, une **ligne verticale** de sa couleur indique la position actuelle de l'enveloppe sur la courbe : elle coupe la courbe à l'endroit où l'enveloppe se trouve réellement. Si plusieurs enveloppes sont mélangées dans l'onglet ENV, la position affichée est la moyenne de leurs positions, pondérée selon les réglages de mélange. La ligne reste au bord droit au-delà de deux fois le temps réglé.

Cette ligne est le meilleur outil pour régler **Ret From** et **Ret Spd** : si elle reste collée à gauche, chaque phase repart du début et la forme n'agit presque pas ; si elle reste collée à droite, l'enveloppe est en permanence dans la fin de sa courbe. Une ligne qui se promène sur toute la largeur indique que la forme travaille vraiment.

> **À confirmer par François**
>
> Avec Channels Unlink supérieur à 0, le calcul de la position affichée ajoute deux fois la contribution de chaque canal : à 1, la ligne verticale se place au double de la position réelle (et toujours au double pour A/R (bs)). Pour A/R (bs), la ligne s'affiche selon l'interrupteur général du bias, et non selon l'activité de ce suiveur. Est-ce voulu ?

Les quatre jeux d'attaque et de relâchement

Les onglets **A/R (in)**, **A/R (cv)**, **A/R (la)** et **A/R (bs)** ont la même disposition et les mêmes réglages, à deux différences près : A/R (cv) n'a pas de temps (ce sont les potentiomètres de la rangée principale) mais les deux réglages de modulation ; A/R (la) a des temps nuls par défaut. Les identifiants des trois autres jeux portent un préfixe : **var_** pour A/R (in), **la_** pour A/R (la), **bias_** pour A/R (bs) (par exemple **relachement_forme**, **var_relachement_forme**, **la_relachement_forme**, **bias_relachement_forme**).

	A/R (in)	**A/R (cv)**	**A/R (la)**	**A/R (bs)**
Préfixe des identifiants	var_	aucun	la_	bias_
Suiveur réglé	ENV (in) : détecteur « env » avant la courbe	ENV (cv) : suiveur après la courbe	ENV (la) : enveloppe de lookahead	ENV (bs) : détecteur « env » du bias
Temps	**Attack**, **Release** dans l'onglet, 10 ms	**Attack**, **Release** de la rangée principale, 10 ms	**Attack**, **Release** dans l'onglet, **0**	**Attack**, **Release** dans l'onglet, 10 ms
Première colonne	Attack, Release	mod attack, mod release	Attack, Release	Attack, Release
Une attaque, c'est…	le niveau détecté qui monte	le gain qui baisse	le gain qui baisse	le bias qui monte

	A/R (in)	A/R (cv)	A/R (la)	A/R (bs)
Mode zéro : extrême visé	0 dBFS en attaque, silence en relâchement	réduction totale, puis 0 dB	réduction totale, puis 0 dB	bias 1, puis bias 0
Actif quand	**env db** de DET (in) > −24 dB et un temps > 0	Attack ou Release > 0	lookahead d'enveloppe en service et un temps > 0	**env db** de DET (bs) > −24 dB et un temps > 0
Constante des temps automatiques	auto secs (DET (in))	auto secs (DET (in))	auto secs (DET (in))	b auto secs (DET (bs))
Courbe des graphes de forme	rouge	blanche	lavande	orange
Ligne rose, modulation, designer optique	non	oui	non	non
Chapitre	13	ce chapitre	22	20

Toutes les autres plages et valeurs par défaut sont identiques d'un jeu à l'autre : altitudes à 1/e, formes, retours et modes à 1, automatiques à 0.

Pour A/R (la), les temps nuls par défaut signifient que l'enveloppe de lookahead suit instantanément sa cible (le minimum glissant de l'enveloppe future) : c'est le comportement d'un lookahead classique. Régler un temps dans cet onglet ajoute un suiveur d'enveloppe sur cette enveloppe anticipée (chapitre 22). Ses temps automatiques sont calculés sur cette enveloppe, qui est un gain et non un niveau.

Démarches pratiques

Un relâchement automatique naturel

1. Laissez **auto secs** (onglet DET (in)) à 200 ms.
2. Réglez **Release** comme d'habitude, sur un passage représentatif.
3. Montez **Release Auto** à 0,5 : le relâchement se raccourcit sur les passages percussifs et s'allonge sur les passages tenus.
4. Activez l'affichage de la ligne rose (**Gfx Gains**, lettre « a ») pour voir le rapport appliqué.

Laisser passer les transitoires

Pour qu'un compresseur rapide respecte l'attaque des notes sans allonger le temps d'attaque :

- montez **Attack Shape** entre 2 et 4 : le début de l'attaque est retenu, la réduction arrive ensuite d'un bloc ;
- réglez **Att Ret From** à 0 si chaque coup doit être traité de la même façon, quel que soit le coup précédent ;
- passez la détection en RMS ou réglez un peu d'enveloppe de détection (chapitre 13), pour que l'attaque ne soit pas relancée à chaque alternance ; vérifiez avec la ligne verticale blanche.

Un relâchement plus énergique

- **Release Mode** entre 0,5 et 0 : le relâchement vise 0 dB de réduction et remonte plus franchement, avec une fin abrupte ;
- ou **Release Mode** à 2 avec **EvMu Lin/Db** à 1 : une remontée à vitesse constante en décibels, dont la durée se calcule facilement (9,48 dB par temps de Release, au défaut) ;
- ou une **Release Shape** supérieure à 1, pour retenir le début de la remontée puis libérer.

Choisir la convention de temps

Si vous reproduisez un compresseur dont la documentation donne un temps de relâchement « à 90 % » ou « complet », réglez **Release Altitude** à 0,1 ou à 0,01 et reportez directement la valeur annoncée dans **Release**.

Idées de départ

Ces valeurs sont des points de départ, à ajuster à l'oreille selon le tempo et la source.

- **Caisse claire qui claque. Attack** autour de 25 ms, **Release** de 80 à 120 ms, **Ratio** 4 ; si la frappe s'émousse encore, montez **Attack Shape** vers 2.
- **Caisse claire aplatie, ambiance de batterie écrasée. Attack** de 0,1 à 0,5 ms, **Release** autour de 50 ms, ratio élevé ; ajoutez un peu de **Hold branch** (chapitre 11) si le grave grésille.
- **Bus de mix. Attack** 30 ms et **Release** 100 ms, deux positions du compresseur de bus SSL : c'est le couple choisi par six presets qui visent cette machine ou son esprit (**ssl_1_f**, **ssl_2_b_**, **tr_bus**, **cytomic_glue**, **ao_buster**, **acustica_sand3**). Gardez un ratio modéré, quelques décibels de réduction, et ajoutez un peu de **Release Auto**.
- **Voix.** Une attaque de quelques millisecondes, un relâchement de 100 à 200 ms, puis **Release Auto** à 0,5 avec **auto secs** à 200 ms, le réglage que François juge le plus naturel.
- **Master.** Une attaque de 20 à 30 ms pour laisser passer les transitoires, un relâchement long ou automatique, et éventuellement **Release Mode** à 2 avec **EvMu Lin/Db** à 1 pour un retour à vitesse constante.

CHAPITRE 13

La détection

La détection est la première étape du moteur du compresseur (chapitre 9). Elle reçoit la valeur absolue du signal de détection et en tire un **niveau détecté**, un seul nombre, que la courbe de transfert transforme ensuite en gain. Tout ce que la courbe « voit » passe par elle.

C'est donc ici que se décide la manière dont le compresseur **écoute** la musique. Un détecteur de crête entend chaque claquement de caisse claire, chaque coup de médiator, et réagit à l'instant. Un détecteur RMS entend plutôt l'énergie, la densité d'une phrase ou d'un groove, un peu comme l'oreille qui juge un volume. Les machines historiques ont tranché une fois pour toutes : le dbx 160, par exemple, écoutait en RMS. Comprendre, lui, vous laisse mélanger les deux, y ajouter une troisième mesure, et doser chacune : une détection qui laisse le corps d'une basse piloter la compression tout en gardant un œil sur ses attaques, ou qui laisse respirer un bus de batterie sans laisser filer les coups les plus forts. L'ingénieur de mixage y trouvera de quoi faire réagir le compresseur au corps d'une voix plutôt qu'à ses attaques ; l'ingénieur de mastering, de quoi suivre la densité d'un morceau plutôt que ses pointes ; l'enseignant, de quoi montrer, sur un même plugin, ce qui sépare une détection crête d'une détection RMS ; et celui qui imite des compresseurs, des formules nées, une à une, d'un problème d'imitation précis.

Par défaut, la détection est la plus simple possible : la valeur crête instantanée du signal, sans lissage. L'onglet **DET (in)** permet de la transformer profondément. Il calcule trois mesures en parallèle, que François appelle des **flux** : la crête (*peak*), une moyenne quadratique (*RMS*) et une enveloppe de détection (*env*). Chaque flux peut être dosé et déformé, deux flux peuvent être combinés par une formule, puis les trois sont réunis en un seul niveau.



Figure 52 — L'onglet DET (in) et ses quatorze réglages.

Le signal qui arrive dans la détection a déjà été préparé par l'onglet INPUT : feedback, filtres de détection, sidechain, Mid/Side, envois des égaliseurs dynamiques et du waveshaper, puis réunion des canaux par **Channels Mix** pour le compresseur lié (chapitre 14). Le lookahead peut aussi le remplacer par sa version anticipée avant qu'il n'entre dans la détection (chapitre 22). Le bias possède sa propre détection, l'onglet **DET (bs)**, en tout point semblable à celui-ci (chapitre 20).

Le principe

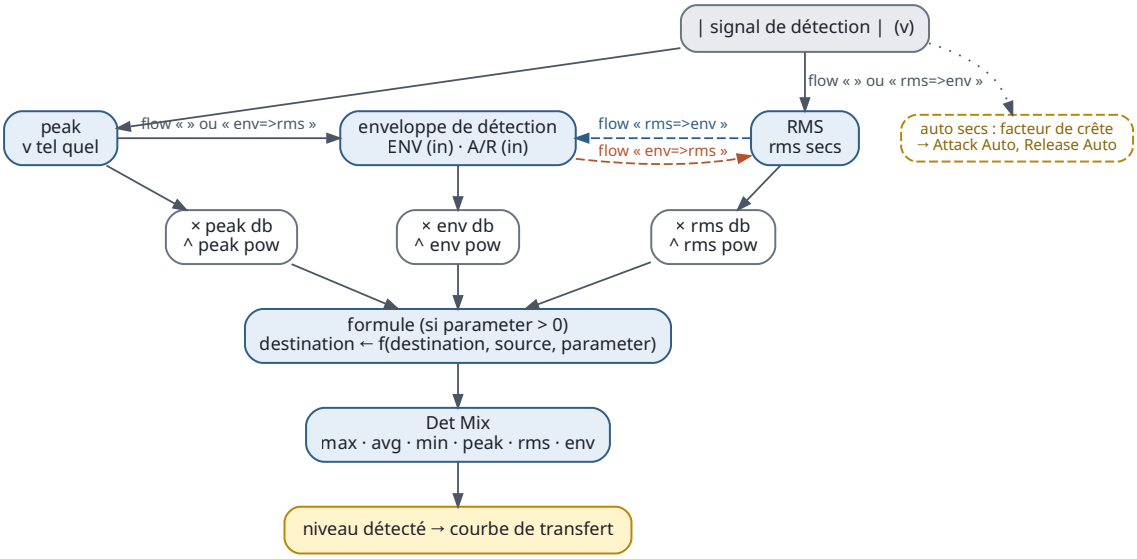


Figure 53 — Les trois flux de la détection, leurs réglages et leur réunion.

À chaque échantillon, la détection procède dans cet ordre :

1. elle reçoit la valeur absolue v du signal de détection ;
2. elle calcule les trois flux : la **crête**, qui est v lui-même ; le **RMS**, une moyenne quadratique de v dont la vitesse est réglée par **rms secs** ; l'**enveloppe de détection**, un suiveur d'enveloppe réglé par les onglets ENV (in) et A/R (in). Le réglage **flow** permet de faire passer l'un dans l'autre : le RMS dans l'enveloppe, ou l'enveloppe dans le RMS ;
3. chaque flux est multiplié par son **volume** (**peak db**, **rms db**, **env db**), puis élevé à sa **puissance** (**peak pow**, **rms pow**, **env pow**) ;
4. si **parameter** n'est pas nul, une **formule** remplace un flux (la *destination*) par une combinaison de lui-même, d'un autre flux (la *source*) et de **parameter** ;
5. **Det Mix** réunit les flux en un seul niveau : leur maximum, leur moyenne, leur minimum, ou un seul d'entre eux ;
6. ce niveau part vers la courbe de transfert.

Tous ces calculs portent sur des amplitudes linéaires : 1 correspond à 0 dBFS, 0,5 à −6 dBFS, 0,1 à −20 dBFS. Rien n'empêche un flux de dépasser 1 après son volume : la courbe de transfert le traite alors comme un signal plus fort que 0 dBFS.

Avec les réglages par défaut, **peak db** est à 0 dB, **rms db** et **env db** sont à −24 dB, valeur qui exclut un flux, et **Det Mix** est sur *max*. Le niveau détecté est donc exactement la valeur crête instantanée v.

> **Crête ou RMS : deux manières d'écouter**
>
> La détection de crête contrôle mieux les pointes, mais ne suit pas la sonie perçue. La détection RMS, qui mesure la puissance, donne une compression plus détendue, plus proche de la perception. Les fabricants ont chacun choisi leur camp. En 1976, le dbx 160 de David Blackmer associe son VCA à un détecteur RMS à transistors discrets, en feedforward ; l'API 2500 (2002) utilise lui aussi un détecteur RMS. Au milieu des années 1990, le Focusrite Red 3 revendique au contraire une réponse « de vraie crête, pas de moyenne RMS ». Le Weiss DS1 (1998), compresseur numérique de mastering, refuse de choisir : son side-chain mesure la crête **et** le RMS, et choisit son relâchement, rapide ou lent, d'après leur rapport. Même le VU-mètre est proche d'un détecteur RMS, sans en être un vrai. Comprendre hérite de toutes ces écoles : ses trois flux se mélangent, et son réglage **auto secs**, qui mesure le facteur de crête pour piloter les temps automatiques (voir la fin de ce chapitre), fait écho à l'idée du Weiss.

Les trois flux

La crête : peak

Le flux **peak** est la valeur absolue du signal de détection, échantillon par échantillon, sans maintien ni lissage. C'est la mesure la plus rapide possible : elle suit chaque oscillation du signal, retombe à zéro à chaque passage par zéro, et ne rate aucun transitoire. Elle n'a pas de réglage de temps ; seuls son volume (**peak db**) et sa puissance (**peak pow**) la modifient.

Avec une détection crête, tout le lissage est confié au suiveur d'enveloppe placé après la courbe. Le chapitre 9 montre ce que cela implique sur un sinus : le gain visé oscille deux fois par période, et le relâchement travaille même pendant un son tenu.

La moyenne quadratique : RMS

Le flux **rms** est la racine carrée d'une moyenne des carrés du signal. Comprendre la calcule par une **moyenne exponentielle** : à chaque échantillon, la moyenne des carrés se rapproche d'une petite fraction du carré du signal présent, puis on en prend la racine. Ce n'est pas une moyenne sur une fenêtre glissante : il n'y a pas de durée au-delà de laquelle le passé est oublié d'un coup, il s'efface progressivement. La vitesse est la même à la montée et à la descente.

rms secs

onglet DET (in)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `det`

Constante de temps τ de la moyenne quadratique.

- À **0** (défaut), le RMS n'est pas calculé : le flux rms est une simple copie du flux peak.
- Au-delà, plus la valeur est grande, plus le RMS est lent et lisse. Sur un échelon de niveau, le RMS atteint 63 % de sa valeur finale en 0,5 τ et n'est plus qu'à 3 dB de sa valeur finale au bout de 0,7 τ. Quand le signal s'arrête, il décroît de 4,3 dB toutes les τ secondes environ (43 dB par seconde pour τ = 100 ms).
- Une valeur courte (quelques millisecondes) laisse passer l'ondulation des basses fréquences, comme la crête : à 100 Hz, avec τ = 10 ms, le RMS d'un sinus ondule encore entre −3,4 et −2,7 dB sous sa crête ; avec τ = 100 ms, l'ondulation devient négligeable.

Sur un son tenu, le RMS d'un sinus est 3 dB sous sa crête : à seuil égal, une détection RMS déclenche donc la compression environ 3 dB plus tard qu'une détection crête, et bien plus tard sur les transitoires, dont la crête dépasse largement le RMS.

Le RMS est calculé dès que rms secs est supérieur à 0, même si **rms db** est à −24 dB : il peut ainsi alimenter l'enveloppe de détection (réglage **flow**) sans participer lui-même au mélange. Le temps est exprimé en secondes réelles et ne dépend pas du suréchantillonnage. Le potentiomètre est progressif : son milieu de course correspond à 0,125 s.

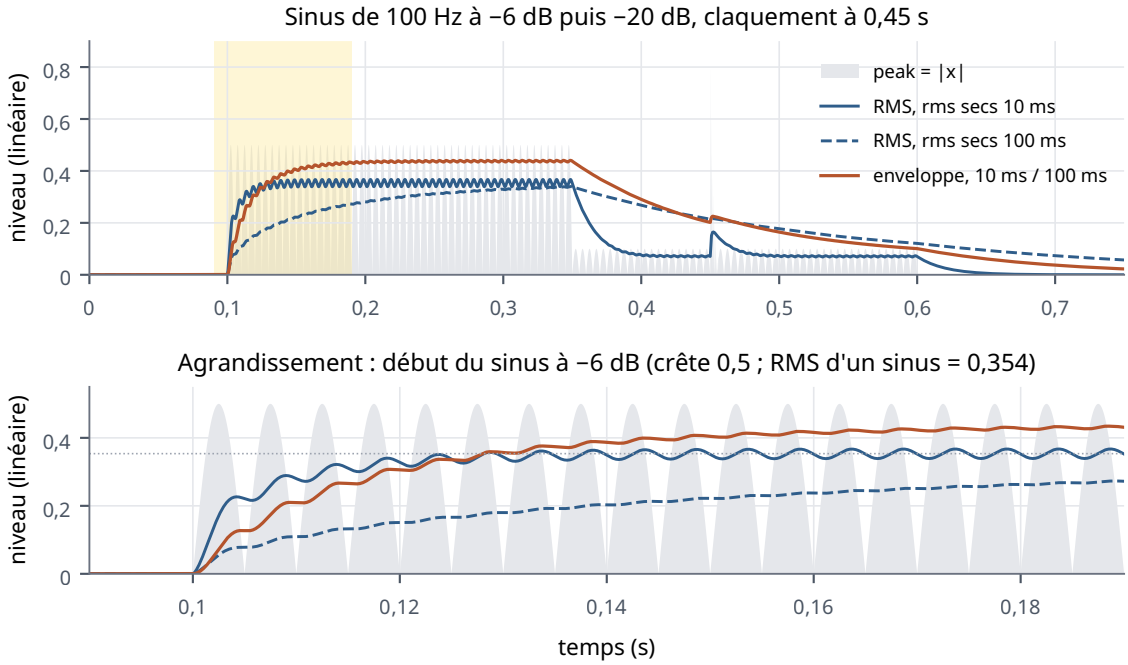


Figure 54 — Les trois flux sur un signal d'essai : un sinus de 100 Hz à −6 dB puis à −20 dB, avec un claquement bref. En bas, agrandissement du début du sinus.

La figure montre les trois comportements. La crête (en gris) suit chaque alternance. Le RMS rapide (10 ms) monte en une dizaine de millisecondes vers 0,354, la valeur RMS d'un sinus de crête 0,5, et ondule légèrement autour d'elle ; le claquement n'y fait qu'une petite bosse. Le RMS lent (100 ms) met plusieurs centaines de millisecondes à s'établir, ignore presque le claquement et garde longtemps la mémoire du passage fort. L'enveloppe de détection (10 ms d'attaque, 100 ms de relâchement) se cale près des crêtes : elle monte vite, avec son attaque, et redescend lentement entre deux crêtes, avec son relâchement ; elle se stabilise un peu sous la crête, à une hauteur qui dépend du rapport entre ses deux temps.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François n'est pas très amateur du RMS, pour une raison simple : il ne sert à rien de régler une attaque plus rapide que le RMS, puisque l'ensemble ne pourra jamais réagir plus vite que lui. La courbe de transfert ne fait que transformer le niveau détecté, instant par instant : si la détection met 20 ms à monter, le gain mettra au moins 20 ms à descendre, quelle que soit l'attaque réglée ensuite.

> **♪ En musique : écouter l'énergie plutôt que les crêtes**
>
> Une détection crête réagit à la moindre pointe : c'est ce qu'il faut pour rattraper les coups d'une batterie ou protéger un niveau maximal. Une détection RMS réagit à l'énergie : sur une basse, une voix ou un bus de mixage, elle laisse passer les attaques et travaille sur le corps des notes, et l'on obtient souvent une compression plus égale, qui tient le niveau sans sauter sur chaque transitoire. Pour l'entendre, réglez **rms secs** entre 20 et 50 ms, **rms db** à +3 dB et **peak db** à −24 dB, puis comparez avec la détection crête en écoutant surtout les relâchements. Malgré ses réserves, François le constate dans sa vidéo sur l'attaque et le relâchement : un peu de RMS rend le mouvement de la compression plus naturel, en particulier quand on retouche la forme du relâchement (chapitre 12). Deux presets écoutent en RMS seul : **uhe_presswerk** (**rms secs** à 0,01 s, **rms db** à 0 dB, **peak db** à −24 dB) et **voxengo_polysquasher3** (**rms secs** à 0,006204 s, soit 6,2 ms, crête exclue). **massenbug_drc2_groove** écarte lui aussi la crête, mais associe son RMS (**rms secs** à 0,01895 s, monté à +3 dB) à une enveloppe de détection à 0 dB.

L'enveloppe de détection : env

Le troisième flux est un suiveur d'enveloppe complet, placé **avant** la courbe de transfert : il lisse le niveau, et non le gain. Il a les mêmes possibilités que le suiveur placé après la courbe, à l'exception des modulations de vitesse, et ses réglages sont dans des onglets séparés : **ENV (in)** pour le type d'enveloppe (linéaire ou décibels, branché ou découplé, maintien, Mu, Gamma) et **A/R (in)** pour les temps, les formes et les modes. Ces réglages sont décrits aux chapitres 11 et 12 ; le chapitre 9 compare les deux positions de l'enveloppe.

Quelques points sont propres à l'enveloppe de détection.

- **Elle n'existe que si on l'appelle.** Elle n'est calculée que si **env db** est supérieur à −24 dB **et** si l'attaque ou le relâchement de l'onglet A/R (in) n'est pas nul. Sinon, le flux env est une simple copie du flux peak. Comme A/R (in) vaut 10 ms / 10 ms par défaut, il suffit de monter **env db** pour obtenir une enveloppe de détection de 10 ms d'attaque et 10 ms de relâchement.
- **Son entrée** est la crête, ou le RMS si **flow** est sur « rms=>env ». Elle reçoit ce flux avant son volume et sa puissance.
- **Attaque et relâchement.** L'attaque de l'onglet A/R (in) règle la vitesse à laquelle l'enveloppe suit un niveau qui monte, le relâchement un niveau qui descend, comme dans un détecteur

classique. Pour y parvenir, le suiveur travaille en interne sur le complément du niveau (1 − niveau), qui se comporte comme un gain, et le résultat est retourné à la sortie.

- **Elle est bornée à 1**, c'est-à-dire à 0 dBFS : un niveau supérieur est vu comme 0 dBFS. La crête et le RMS, eux, ne sont pas bornés. Le volume **env db**, appliqué après, peut ensuite porter le flux au-dessus de 1.

> **À confirmer par François**
>
> Dans le walkthrough, vous expliquez que, pour l'enveloppe placée avant la courbe, l'attaque et le relâchement sont « à l'envers ». Dans le code actuel, l'inversion interne est compensée : Attack de A/R (in) règle la montée du niveau détecté et Release sa descente, comme décrit ci-dessus. Est-ce bien le comportement voulu ?

> **À confirmer par François**
>
> L'enveloppe de détection est bornée à 0 dBFS (avant son volume), alors que la crête et le RMS ne le sont pas. Avec un gain d'entrée ou un Headroom élevés, ou un sidechain fort, elle ne peut donc plus suivre le niveau au-delà de 0 dBFS. Est-ce voulu ?

Qui alimente qui : flow

Par défaut, les trois flux sont calculés côte à côte, tous à partir du signal. Le réglage **flow** permet de les enchaîner.

flow — onglet DET (in)

Choix : (vide) · rms=>env · env=>rms **Défaut :** (vide) **Identifiant :** `pik_nik`

Choisit l'alimentation du RMS et de l'enveloppe de détection.

- **(vide)**, le défaut : le RMS est calculé sur le signal, l'enveloppe de détection suit la crête. Les trois flux sont indépendants.
- **rms=>env** : l'enveloppe de détection suit le **RMS** au lieu de la crête. Elle reçoit le RMS avant son volume et sa puissance : **rms db** ne change donc pas ce qu'elle reçoit, et le RMS n'a même pas besoin de participer au mélange (rms db peut rester à −24 dB). Si **rms secs** vaut 0, le RMS est une copie de la crête et ce choix revient au choix vide.
- **env=>rms** : le RMS est calculé sur la **sortie de l'enveloppe** de détection (avant son volume et sa puissance), et l'enveloppe suit la crête. Si l'enveloppe n'est pas active (env db à −24 dB, ou temps de A/R (in) nuls), le flux env est une copie de la crête et ce choix revient lui aussi au choix vide.

Dans tous les cas, le flux qui en alimente un autre reste disponible dans le mélange, avec son propre volume et sa propre puissance.

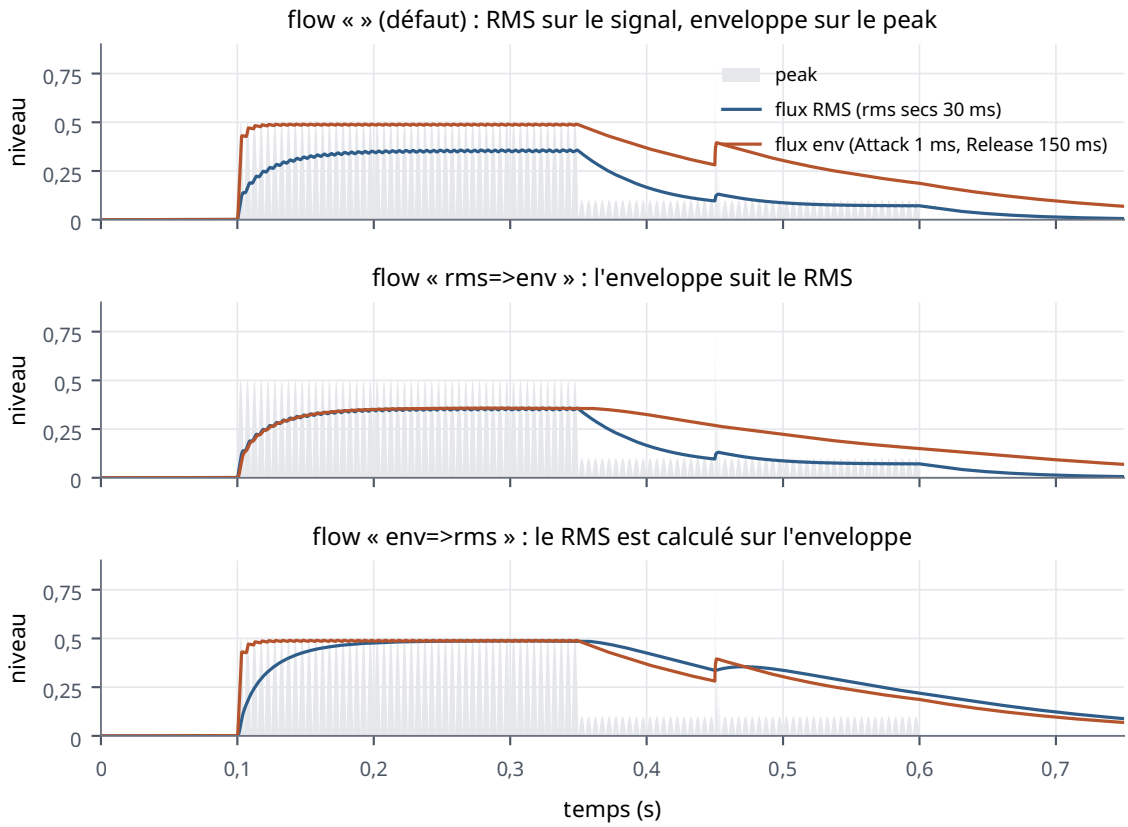


Figure 55 — Les trois choix de flow sur le même signal, avec les mêmes réglages : RMS de 30 ms, enveloppe de 1 ms d'attaque et 150 ms de relâchement.

Avec « rms=>env », l'enveloppe ne peut pas monter plus vite que le RMS qui l'alimente : malgré son attaque de 1 ms, elle épouse la montée du RMS. En revanche, elle redescend avec son propre relâchement, plus lent que le RMS. On obtient ainsi un RMS à montée moyenne et à descente lente, ce qu'un RMS seul ne sait pas faire puisque sa vitesse est la même dans les deux sens.

Avec « env=>rms », c'est l'inverse : l'enveloppe suit les crêtes avec son attaque rapide, et le RMS calculé sur elle lisse encore le résultat. Le flux rms devient une version adoucie de l'enveloppe, qui ne garde rien de l'ondulation du signal.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François montre l'effet de « rms=>env » avec un RMS très lent : l'enveloppe, qui suit le RMS, devient elle-même très lente, quelle que soit son attaque.

> **♪ En musique : lisser le niveau plutôt que le gain**
>
> Avec la détection crête par défaut, mettre **Attack** et **Release** à 0 fait suivre au gain chaque alternance du signal : François le rappelle au début de sa vidéo sur la détection, la compression devient alors très agressive, c'est de la distorsion. Confiez le lissage à l'enveloppe de détection et tout change : le gain suit exactement la courbe, appliquée à un niveau déjà lisse. C'est une autre école, que l'on retrouve dans bien des compresseurs du commerce (chapitre 9), avec son propre caractère : la durée du relâchement dépend alors de la hauteur à laquelle la note a dépassé le seuil, si bien que les notes les plus fortes sont tenues plus longtemps. Trois presets la poussent jusqu'au bout, avec **Attack** et **Release** à 0 dans la rangée principale : **korneff_comp2** (**Det Mix** sur *env*, **env db** à 0 dB, **env pow** à 0,907, attaque de 35 ms et relâchement de 180 ms dans l'onglet A/R (in)), **tonelib_multicomp** (enveloppe seule, calculée en décibels, **env pow** à 0,707, relâchement de 0,25 s dans l'onglet A/R (in)) et **massenbug_drc2_mix** (un RMS de 0,05 s à −11 dB avec **rms pow** à 0,571, et l'enveloppe de détection à 0 dB, avec un relâchement de 0,2538 s et **Release Auto** à 0,5 dans l'onglet A/R (in)).

Doser chaque flux : volumes et puissances

Chaque flux reçoit un volume, puis une puissance, avant la formule et le mélange. Ces réglages ne modifient pas ce que les flux se transmettent par **flow** : ils ne s'appliquent qu'à leur participation au niveau détecté.

Les volumes

Le volume d'un flux est un gain ordinaire, en décibels. Monter le volume d'un flux de G dB revient, pour ce flux, à abaisser le seuil de G dB : il atteint le seuil G dB plus tôt. Dans un mélange *max*, c'est aussi le moyen de décider quel flux l'emporte : on « pousse » un flux pour qu'il passe au-dessus des autres.

La valeur la plus basse, **−24 dB exactement**, a un sens particulier : le flux est **exclu**. Il vaut alors 0, et il ne participe plus aux mélanges *max*, *avg* et *min* de Det Mix. Juste au-dessus, à −23,99 dB, le flux est inclus avec un gain de 0,063.

peak db — onglet DET (in)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `pik_mix`

Volume du flux peak. À 0 dB (défaut), la crête passe telle quelle ; à −24 dB, elle est exclue du mélange.

Baisser la crête de quelques décibels dans un mélange *max* avec le RMS ou l'enveloppe la laisse « chatouiller » la détection : elle ne l'emporte que sur les transitoires dont la crête dépasse les autres flux de plus que la baisse réglée.

rms db

onglet DET (in)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** −24 dB **Identifiant :** `det_mix`

Volume du flux rms. À −24 dB (défaut), le RMS est exclu du mélange, mais il reste calculé si **rms secs** est supérieur à 0, pour alimenter l'enveloppe de détection si **flow** le demande.

Un volume de +3 dB ramène le RMS d'un sinus au niveau de sa crête : c'est un bon point de départ pour passer d'une détection crête à une détection RMS sans changer le seuil.

env db

onglet DET (in)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** −24 dB **Identifiant :** `var_mix`

Volume du flux env. À −24 dB (défaut), l'enveloppe de détection est exclue du mélange **et n'est pas calculée du tout** : ce réglage sert aussi d'interrupteur. Dès qu'il dépasse −24 dB, l'enveloppe de détection est calculée, à condition que l'attaque ou le relâchement de A/R (in) ne soit pas nul.

Les puissances

La puissance s'applique après le volume : le flux devient (gain × flux)^p. En décibels, cela revient à **multiplier le niveau par p** : avec p = 2, un flux à −10 dBFS devient −20 dBFS ; avec p = 0,5, il devient −5 dBFS. 0 dBFS (la valeur 1) est un point fixe.

- **p inférieur à 1** rapproche les niveaux faibles de 0 dBFS : la détection devient plus sensible, la compression commence plus bas et devient plus douce. François parle de « softiser » la détection.
- **p supérieur à 1** éloigne les niveaux faibles de 0 dBFS : la compression commence plus haut et devient plus raide, jusqu'à la sur-compression, où la sortie baisse quand l'entrée monte.
- Au-dessus de 0 dBFS (après un volume positif, par exemple), l'effet s'inverse : p supérieur à 1 grossit le flux.

Parce qu'elle multiplie les décibels, la puissance agit aussi sur la dynamique du flux : un relâchement d'enveloppe qui descend de 40 dB par seconde descend de 80 dB par seconde avec une puissance de 2. François y voit un moyen de jouer sur la non-linéarité de l'enveloppe « en hauteur ».

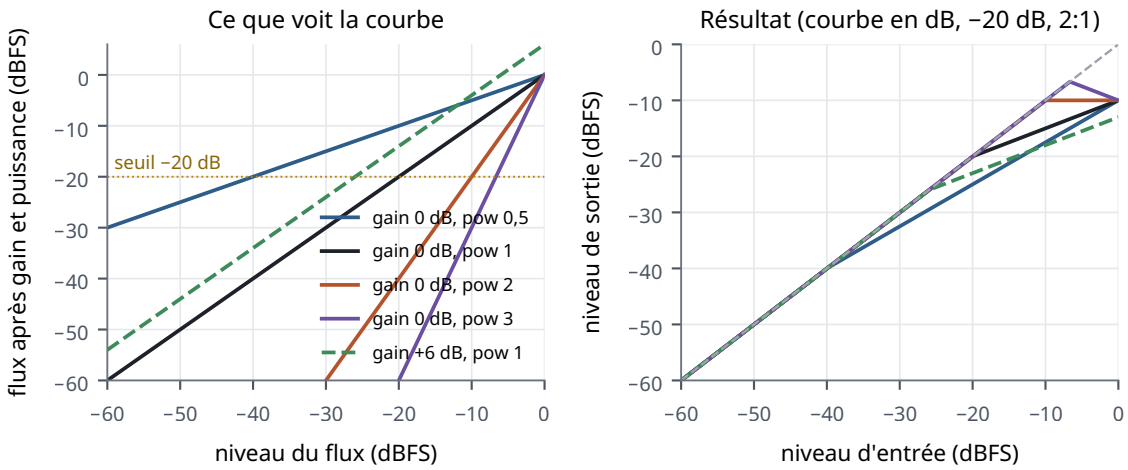


Figure 56 — À gauche, ce que voit la courbe de transfert selon le volume et la puissance d'un flux. À droite, la courbe obtenue avec une courbe en dB (Threshold −20 dB, Ratio 2) quand ce flux est seul dans la détection.

peak pow

onglet DET (in)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `pik_pow`

Puissance du flux peak, de 0,125 à 8. À 1 (défaut), le flux n'est pas modifié ; les valeurs comprises entre 0,999 et 1,001 sont ramenées à 1. La valeur 1 se trouve un peu au-delà du milieu de la course du potentiomètre.

Sur une détection crête, une puissance supérieure à 1 accentue l'écart entre les crêtes et les creux de chaque alternance ; inférieure à 1, elle le réduit.

rms pow

onglet DET (in)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `det_pow`

Puissance du flux rms, avec les mêmes effets et la même plage que **peak pow**. Elle s'applique après **rms db** et ne modifie pas le RMS transmis à l'enveloppe de détection par **flow**.

env pow

onglet DET (in)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `var_pow`

Puissance du flux env, avec les mêmes effets et la même plage que **peak pow**. Elle s'applique après **env db** et ne modifie pas l'enveloppe transmise au RMS par **flow**.

Pour aller plus loin : seuil et ratio effectifs

Supposons un seul flux dans la détection, de volume G dB et de puissance p, et une courbe calculée en décibels de seuil T et de ratio R. Un signal de niveau L (en dBFS) arrive dans la courbe au niveau p · (L + G). La compression commence donc pour L = T/p − G, et la pente de la sortie au-dessus de ce point vaut 1 − p · (1 − 1/R), soit un ratio effectif de 1 / (1 − p · (1 − 1/R)). Avec T = −20 dB et R = 2 : p = 0,5 donne un seuil effectif de −40 dB et un ratio de 1,33 ; p = 1,5, un seuil de −13,3 dB et un ratio de 4 ; p = 2, un seuil de −10 dB et un ratio infini ; p = 3, une pente négative de −0,5 : la sortie diminue quand l'entrée augmente. Avec la courbe linéaire par défaut, les valeurs diffèrent mais les tendances sont les mêmes.

♪ En musique : « softiser » ou durcir

Les puissances changent le tempérament du compresseur sans toucher au seuil ni au ratio. Une puissance inférieure à 1 fait entrer la compression plus tôt et plus progressivement : c'est ce que François appelle « softiser » la détection. Essayez-la sur une voix ou un piano que vous voulez tenir sans entendre le compresseur s'enclencher. Une puissance supérieure à 1 rend au contraire la compression plus raide au-dessus du seuil, jusqu'à la limitation : de quoi tenir fermement un bus ou une basse. Deux imitations de plugins qui émulent le Fairchild 670 s'en servent franchement : **tr_670** règle **peak pow** à 1,987 et **acustica_ultramarine4** à 2,03, toutes deux en feedback (chapitre 14) et avec **Ratio** à 42. **softube_ds1mk3** se contente d'une touche, **peak pow** à 1,101. Dans l'autre sens, **massenbug_drc2_mix** adoucit son RMS (**rms pow** à 0,571), **tonelib_multicomp** son enveloppe (**env pow** à 0,707), et **ao_buster** son RMS lent (**rms pow** à 0,822).

Réunir les flux : Det Mix

Det Mix

onglet DET (in)

Choix : max · avg · min · peak · rms · env **Défaut :** max **Identifiant :** `mmm`

Choisit comment les trois flux, après volume, puissance et formule, sont réunis en un seul niveau détecté.

- **max** (défaut) : le plus grand des flux inclus. Chaque flux peut prendre la main à son tour, selon le moment : la crête sur les transitoires, le RMS ou l'enveloppe sur les sons tenus.
- **avg** : la moyenne des flux inclus. C'est une moyenne des amplitudes, pas des décibels.
- **min** : le plus petit des flux inclus, plafonné à 1 (0 dBFS).
- **peak**, **rms**, **env** : un seul flux, quel que soit son volume. Si ce flux est à −24 dB, il vaut 0 et il n'y a plus de compression.

Un flux est inclus dans *max*, *avg* et *min* si son volume est supérieur à −24 dB. Si les trois flux sont exclus, *max* et *avg* donnent 0 : il n'y a plus aucune compression.

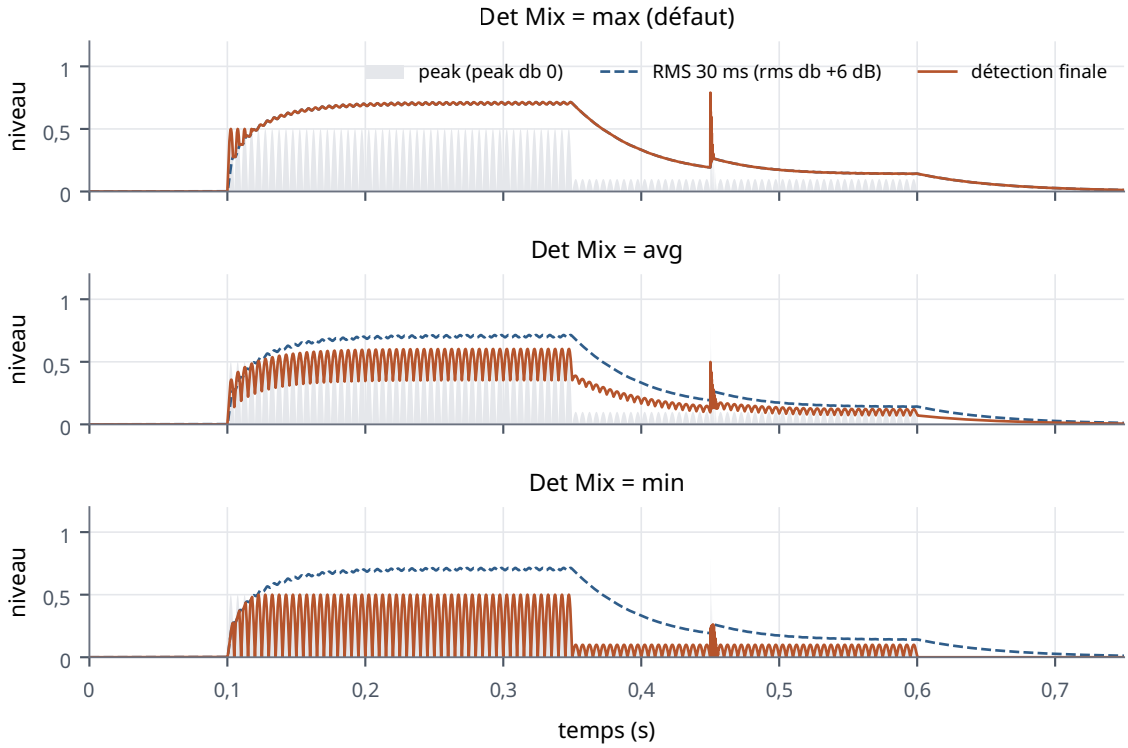


Figure 57 — Det Mix avec une crête à 0 dB et un RMS de 30 ms monté de 6 dB. En max, le RMS mène et la crête ne prend la main que sur le claquement ; en avg, la détection ondule à mi-chemin ; en min, la crête mène, plafonnée par le RMS.

À confirmer par François

Avec **Det Mix** sur *min*, la détection part de 1 : elle ne dépasse jamais 0 dBFS, et si les trois flux sont à −24 dB, elle vaut 1 en permanence, ce qui impose une compression constante, comme pour un signal à 0 dBFS. Est-ce voulu ?

Le mot de l'auteur

Dans sa démonstration, François règle un RMS très rapide et une enveloppe plus lente, puis monte le volume du RMS. En *max*, le RMS prend le dessus par moments ; à d'autres moments, c'est l'enveloppe qui relisse la détection. On peut ainsi « jouer avec les volumes » des trois détecteurs, et ramener un peu la crête pour qu'elle vienne s'en mêler.

> **♪ En musique : la crête pour le punch, le RMS pour le corps**
>
> Mélanger les flux, c'est donner au compresseur deux oreilles. Sur un bus de batterie ou un mix entier, un RMS de quelques dizaines de millisecondes laisse le compresseur suivre la densité du jeu, tandis qu'une crête légèrement en retrait ne reprend la main que sur les coups qui dépassent vraiment : la caisse claire garde son attaque, mais un coup plus appuyé que les autres est rattrapé. Plusieurs presets reposent sur ce partage. **tdr_kotelnikov**, imitation d'un compresseur numérique qui associe lui-même un chemin crête et un chemin RMS, dose les trois flux : **peak db** à −1 dB, **rms db** à −1 dB avec **rms secs** à 0,0212 s, **env db** à −6 dB. **slate_fgstress** fait mener un RMS lent (**rms secs** à 0,06966 s, **rms db** à +1,92 dB, **rms pow** à 0,976) et garde la crête à −1,72 dB, prête à reprendre la main sur les transitoires. **ao_buster** associe une crête montée à +1,92 dB, un RMS très lent (**rms secs** à 0,3526 s, **rms db** à −10,95 dB) et une formule (**parameter** à 1, avec **source** sur *rms*). Chargez-les, réglez **Gfx Detects** à 1 et regardez, coup après coup, quel flux l'emporte.

Les formules

Les formules modifient un flux, la **destination**, en fonction d'un autre, la **source**, et d'une valeur réglable, **parameter**. Elles agissent après les volumes et les puissances, juste avant Det Mix. Elles ne sont actives que si **parameter** est supérieur à 0.

Dans ce qui suit, d désigne la valeur du flux destination, s celle du flux source (toutes deux après leur volume et leur puissance) et p la valeur de **parameter**. Le résultat ne peut pas être négatif (il est ramené à 0 s'il l'est), mais il n'est pas plafonné. Il remplace le flux destination, qui participe ensuite à Det Mix comme les autres.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François a ajouté les formules au fil du temps, chaque fois qu'il en a eu besoin pour imiter un compresseur particulier : chacune a résolu un problème précis. Il les considère toutefois comme un outil pour spécialistes, dont il essaie de se passer le plus possible. Il faut vraiment savoir ce que l'on fait.

destination

onglet DET (in)

Choix : peak · rms · env **Défaut :** peak **Identifiant :** `op_dst`

Flux modifié par la formule : **peak** (défaut), **rms** ou **env**.

La destination garde son statut dans le mélange : si son volume est à −24 dB, le résultat de la formule est exclu de *max*, *avg* et *min*. Pour qu'une formule ait un effet, la destination doit donc participer au mélange (volume supérieur à −24 dB) ou être choisie seule par **Det Mix**.

source

onglet DET (in)

Choix : peak · rms · env **Défaut :** peak **Identifiant :** `op_src`

Flux qui sert de source à la formule : **peak** (défaut), **rms** ou **env**. Il est pris après son volume et sa puissance : une source dont le volume est à −24 dB vaut 0. Si la source et la destination sont le même flux, s = d.

La source n'est pas modifiée par la formule : elle continue de participer au mélange selon son propre volume.

parameter

onglet DET (in)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `op_par`

Valeur p utilisée par la formule, de 0 à 1.

- À **0** (défaut), la formule est désactivée, quelle qu'elle soit.
- Dans les formules qui comparent ou décalent (7 à 12), p est une amplitude : 0,5 correspond à −6 dBFS, 0,1 à −20 dBFS, 0,01 à −40 dBFS.
- Dans les formules 5 et 6, l'exposant n'utilise pas p mais $P = (p^2 + 1)^8$, qui croît très vite : 1,08 pour p = 0,1 ; 1,62 pour 0,25 ; 5,96 pour 0,5 ; 35,5 pour 0,75 ; 256 pour 1.

Comme p ne peut pas être nul sans désactiver la formule, les formules 11 et 12 ne peuvent pas recopier exactement la source : avec p = 0,001, « d=max(s,p) » recopie la source avec un plancher de −60 dBFS.

formula

onglet DET (in)

Choix : d-=sp · d*=sp · d=dp/s · d+=sp · d=1-d^sp · d=d^sp · d=s<p?s:0 · d=s>p?s:O · d+=p · d-=p · d=max(s,p) · d=min(s,p) · d=ssp+d(1-s)(1-p) · d=min(s,p)s+(1-m)d · d=max(s,p)s+(1-m)d · d=1-sp **Défaut :** d-=sp **Identifiant :** `op_sig`

Choisit la formule parmi seize. Le tableau ci-dessous donne, pour chacune, le libellé du menu, le calcul effectivement réalisé et son effet. Par défaut, le menu est sur la première formule, mais elle n'agit pas tant que **parameter** vaut 0.

N°	Menu	Calcul réel	Effet
1	`d-=sp`	d ← d − s·p	soustrait la source pondérée : la destination se creuse quand la source monte
2	`d*=sp`	d ← d · s · p	produit : en décibels, les niveaux s'additionnent ; la détection devient beaucoup plus basse, sauf si les volumes sont élevés
3	`d=dp/s`	d ← d · p / s (d · p si s = 0)	rapport destination / source : par exemple, peak divisé par rms mesure le facteur de crête instantané
4	`d+=sp`	d ← d + s·p	ajoute la source pondérée

N°	Menu	Calcul réel	Effet
5	`d=1-d^sp`	d ← 1 − d^(s·P) si s > 0	courbure inversée de la destination, pilotée par la source
6	`d=d^sp`	d ← d^(s·P) si s > 0	courbure de la destination, pilotée par la source
7	`d=s<p?s:0`	d ← d si s < p, sinon 0	porte : la destination n'est gardée que tant que la source reste sous p
8	`d=s>p?s:0`	d ← d si s > p, sinon 0	porte : la destination n'est gardée que si la source dépasse p
9	`d+=p`	d ← d + p	décalage constant vers le haut
10	`d-=p`	d ← d − p	décalage constant vers le bas (sans descendre sous 0)
11	`d=max(s,p)`	d ← max(s, p)	la destination est remplacée par la source, avec un plancher p
12	`d=min(s,p)`	d ← min(s, p)	la destination est remplacée par la source, avec un plafond p
13	`d=ssp+d(1-s)(1-p)`	d ← s^2·p + d·(1 − s)·(1 − p)	fondu piloté : vers d·(1 − p) quand la source est faible, vers p quand elle approche 1
14	`d=min(s,p)s+(1-m)d`	m = min(s, p) ; d ← s·m + d·(1 − m)	fondu de la destination vers la source, d'autant plus marqué que la source est forte, limité par p
15	`d=max(s,p)s+(1-m)d`	m = max(s, p) ; d ← s·m + d·(1 − m)	même fondu, avec au moins la proportion p
16	`d=1-sp`	d ← 1 − s·p	inversion : la détection est d'autant plus haute que la source est basse

Quelques précautions d'emploi :

- les formules 5, 6 et 16 peuvent produire une détection **haute quand le signal est faible** : dans la formule 6, une source proche de zéro (mais pas nulle) donne un exposant proche de zéro, et d^0 = 1, c'est-à-dire 0 dBFS ; la formule 16 vaut 1 quand la source est nulle. Le compresseur comprime alors les passages calmes ;
- les formules 7 et 8 transforment la détection en signal tout ou rien : la destination disparaît brutalement quand la condition n'est plus remplie, ce qui fait relâcher le compresseur ;
- les formules 9 et 10 ajoutent ou retranchent une amplitude fixe : avec « d+=p » et p = 0,1, la détection ne descend plus jamais sous un seuil de −20 dB.

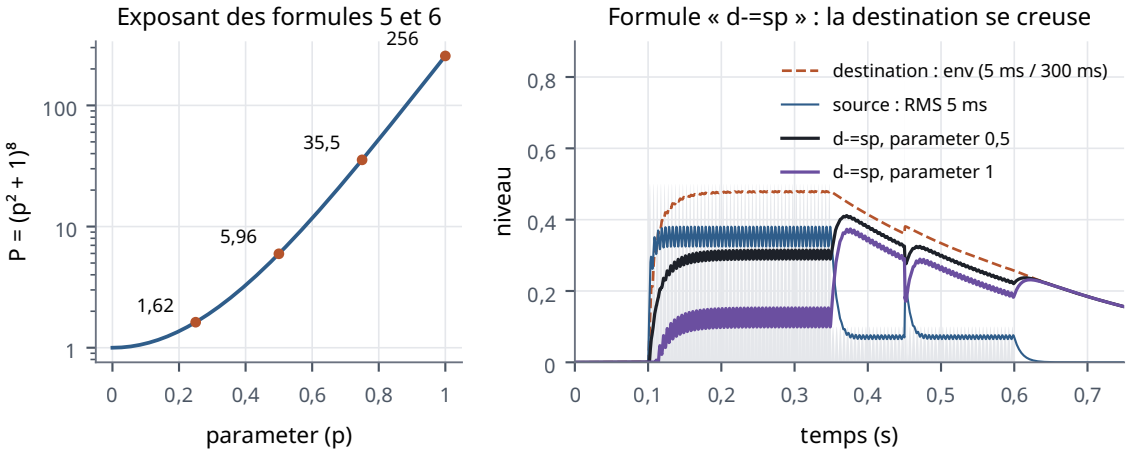


Figure 58 — À gauche, l'exposant P utilisé par les formules 5 et 6. À droite, la formule « d-=sp » avec l'enveloppe de détection pour destination et un RMS rapide pour source : l'enveloppe se creuse pendant le son tenu et remonte quand la source s'éteint.

À confirmer par François

Les libellés de quatre formules ne correspondent pas au calcul : « d=sp?s:O » (avec la lettre O) conservent la destination d, pas la source s ; « d=1-d^sp » et « d=d^sp » utilisent l'exposant $s{\cdot}(p^2 + 1)^8$, et non $s{\cdot}p$. Le manuel décrit le calcul réel. Faut-il corriger les libellés, ou le calcul ?

Un réglage à part : auto secs

Le premier réglage de l'onglet n'appartient pas à la détection. Il règle la vitesse d'une mesure annexe du moteur, le **facteur de crête**, qui sert uniquement aux temps automatiques **Attack Auto** et **Release Auto** (chapitre 12).

auto secs

onglet DET (in)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,2 s **Identifiant :** `rms`

Constante de temps de la mesure du facteur de crête, qui pilote **Attack Auto** et **Release Auto**. Malgré son identifiant, ce réglage n'a rien à voir avec le flux RMS de la détection, et il ne modifie pas le niveau détecté. Ce n'est pas non plus la vitesse du genou automatique (**Knee Auto Secs**, chapitre 10).

Le moteur suit deux grandeurs, toutes deux sur le carré du signal qui entre dans le moteur (avant tous les réglages de la détection) : une **crête** qui monte instantanément et redescend avec la constante de temps réglée, et une **moyenne quadratique** de même constante. Leur rapport est le carré du facteur de crête, noté C^2. Quand Release Auto vaut 1, le temps de relâchement devient 2 / C^2 fois le temps réglé (pour un suiveur branché ; le chapitre 12 décrit le cas découplé) ; de même pour l'attaque avec Attack Auto. Entre 0 et 1, le temps est un mélange des deux.

- Sur un sinus, C^2 vaut 2 : le temps automatique est égal au temps réglé.
- Sur un signal très régulier, comme un signal carré, C^2 vaut 1 : le temps est doublé.
- Sur un signal percussif, C^2 est grand : les temps sont fortement raccourcis.
- À **0**, la crête et la moyenne sont instantanées et égales : C^2 vaut 1, et les temps automatiques valent le double des temps réglés.

Sur un signal dynamique, plus la valeur est longue, plus la crête d'un coup est retenue longtemps par rapport à la moyenne : C^2 grandit et les temps automatiques raccourcissent.

Le réglage de DET (in) sert à trois suiveurs : l'enveloppe de détection (A/R (in)), le suiveur après la courbe (A/R (cv)) et l'enveloppe de lookahead (A/R (la)). Le bias a son propre réglage dans DET (bs). Ce réglage n'a d'effet que si l'un des réglages Attack Auto ou Release Auto concernés est supérieur à 0. Le potentiomètre est progressif : son milieu de course correspond à 0,125 s.

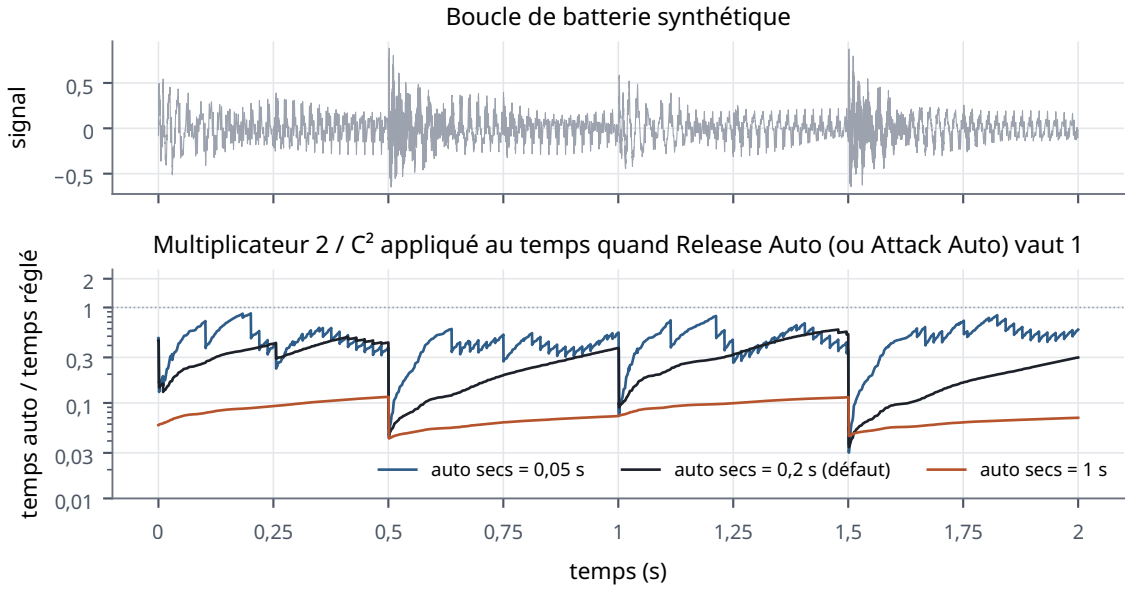


Figure 59 — Le multiplicateur appliqué aux temps (Auto à 1) sur la boucle de batterie, pour trois valeurs de auto secs. Chaque coup fait chuter le multiplicateur ; il remonte ensuite d'autant plus lentement que auto secs est long.

> **Le mot de l'auteur**
>
> La valeur par défaut, 200 ms, est celle que l'on retrouve dans beaucoup de compresseurs. Pour François, c'est le réglage le plus naturel : le cerveau met environ 170 ms à intégrer un son, et les 30 ms restantes font une petite marge.

Régler la détection avec les graphes

On n'entend pas la détection : on entend seulement ce que la compression en fait. Pour la régler, le plus sûr est de la regarder. L'historique des graphes trace les trois flux (après leur volume, leur puissance et la formule) en lignes fines rouges semi-transparentes, et la détection finale en ligne rouge opaque. Le réglage **Gfx Detects** de l'onglet GRAPHS (décrit au chapitre 4) choisit ce qui est affiché :

- à **1**, l'historique n'affiche plus que les trois flux et la détection finale : toutes les autres courbes disparaissent. C'est la position idéale pour régler l'onglet DET (in) ;
- à **2**, il n'affiche que la détection finale : on voit d'un coup d'œil ce qui part vers la courbe ;
- à **0** (défaut), les flux et la détection finale sont affichés avec toutes les autres courbes ;
- à **−1**, seule la détection finale reste parmi les courbes de détection ; à **−2**, aucune n'est affichée.

Quelques conseils de lecture :

- les trois flux ont la **même couleur**. Pour reconnaître l'un d'eux, fiez-vous à sa forme (la crête est hachée, le RMS est lisse, l'enveloppe monte vite et descend lentement) ou excluez temporairement les autres en baissant leur volume à −24 dB : un flux exclu reste collé en bas du graphe ;
- la détection finale a la même couleur que les barres du niveau d'entrée ;

- chaque colonne de l'historique est une **moyenne** sur la durée réglée par **Gfx Secs**. La courbe de la crête montre donc la moyenne des valeurs absolues, qui est plus basse que la crête : sur un sinus, environ 3,9 dB sous sa crête, contre 3 dB pour le RMS. La courbe du RMS peut ainsi apparaître **au-dessus** de celle de la crête. Ralentissez l'historique avec **Gfx Secs** pour voir le détail des montées ;
- sur le graphe de la courbe de transfert, les **points verts** ont pour abscisse le niveau qui entre dans la détection, et non le niveau détecté final. Dès que la détection est lissée ou mélangée, les points s'écartent de la courbe violette, même avec une attaque et un relâchement nuls.

Pour **entendre** le signal qui entre dans la détection (avant l'onglet DET (in)), utilisez **Monitor Input**, dans l'onglet INPUT (chapitre 14).

Exemples de réglages

Une détection RMS

1. Réglez **rms secs** entre 10 et 50 ms : plus court, le RMS ondule sur les basses ; plus long, il devient paresseux.
2. Montez **rms db** à 0 dB (ou à +3 dB pour compenser l'écart entre la crête et le RMS d'un sinus) et baissez **peak db** à −24 dB. Vous pouvez aussi laisser les volumes et mettre **Det Mix** sur *rms*.
3. Si vous êtes resté à 0 dB, abaissez **Threshold** d'environ 3 dB pour retrouver la même quantité de compression sur les sons tenus.
4. Inutile de régler une **Attack** plus courte que le temps de montée du RMS (voir le mot de l'auteur plus haut).

La crête pour les transitoires, le RMS pour le corps

1. Réglez un RMS de 20 à 50 ms à 0 dB, et laissez la crête à 0 dB.
2. Baissez **peak db** de quelques décibels (par exemple −6 dB), **Det Mix** restant sur *max*.
3. Sur les sons tenus, le RMS mène la détection ; la crête ne prend la main que sur les transitoires dont elle dépasse le RMS de plus de 6 dB. Réglez **Gfx Detects** à 1 pour voir qui l'emporte et quand.

Lisser le niveau avant la courbe

1. Baissez **peak db** à −24 dB et montez **env db** à 0 dB.
2. Réglez l'attaque et le relâchement dans l'onglet **A/R (in)**, par exemple 5 ms et 100 ms.
3. Pour que tout le lissage soit fait avant la courbe, mettez **Attack** et **Release** de la rangée principale à 0 : le gain suit alors exactement la courbe, appliquée au niveau lissé. Vous pouvez aussi garder les deux suiveurs, avec des temps différents.

Le chapitre 9 compare les deux positions de l'enveloppe et leur effet sur le relâchement.

Une détection plus douce ou plus dure

Pour élargir la zone de compression vers le bas sans toucher au seuil, baissez la puissance du flux principal (par exemple 0,7) : la compression commence plus tôt et se fait plus progressive. Pour durcir la compression au-dessus du seuil, montez-la (1,5 à 2) : avec une courbe en dB, une puissance de 2 transforme un ratio de 2 en limiteur au-delà du seuil effectif.

La détection du bias : DET (bs)

L'onglet **DET (bs)** contient les mêmes quatorze réglages, avec les mêmes plages, les mêmes valeurs par défaut et exactement le même calcul. Il s'applique au détecteur du bias, qui travaille sur le signal source du bias, canal par canal ; son enveloppe de détection est réglée par les onglets ENV (bs) et A/R (bs), et son **auto secs** ne pilote que les temps automatiques de A/R (bs). Son affichage est réglé par **Gfx Detects Bias**. Le chapitre 20 décrit son rôle.

Idées de départ

Pour apprendre à reconnaître les détections à l'oreille, rien ne vaut les presets fournis : chargez-en un, ouvrez l'onglet **DET (in)** (il passe en jaune quand le preset le modifie), réglez **Gfx Detects** à 1 et écoutez en regardant. Le chapitre 25 présente ces presets famille par famille.

- **Une détection RMS pure** : **uhe_presswerk** ou **voxengo_polysquasher3**. Comparez avec un preset qui ne touche pas à la détection, comme **softube_fet**.
- **Crête et RMS mélangés** : **tdr_kotelnikov**, **slate_fgstress**, **ao_buster**.
- **Tout le lissage avant la courbe** : **korneff_comp2**, **tonelib_multicomp**, **massenbug_drc2_mix**.
- **Une détection durcie par la puissance** : **tr_670**, **acustica_ultramarine4**.
- **Des temps automatiques réglés autrement** : **softube_weiss** règle **auto secs** à 0,1 s, avec **Attack Auto** à 0,5 et **Release Auto** à 1 ; **bx_townhouse** le porte à 0,4 s, avec **Attack Auto** et **Release Auto** à 1 ; **waves_la2a** le ramène à 0,075 s, avec **Release Auto** à 0,5.
- **Sur une voix**, partez d'un RMS de 20 à 30 ms monté à +3 dB et d'une crête à −6 dB, **Det Mix** sur *max* : le corps de la voix mène, la crête surveille les attaques.
- **Sur un mix ou un master**, essayez un RMS plus lent (50 à 100 ms) et une crête nettement en retrait, pour que le compresseur suive la densité du morceau plutôt que ses pointes.
- **Pour enseigner**, réglez **rms secs** à 30 ms et **rms db** à 0 dB, puis faites écouter le même extrait avec **Det Mix** sur *peak*, puis sur *rms*, à seuil égal : la différence de comportement, que les graphes montrent en même temps, est souvent plus parlante que n'importe quel schéma.

CHAPITRE 14

Ce qui est mesuré, ce qui est compressé : feedback, filtres et cible

Dans un compresseur ordinaire, le signal que l'on mesure et le signal que l'on atténue sont le même. Comprendre les sépare en deux branches, présentées au chapitre 6 : la **branche détection** fabrique le signal que le compresseur *mesure* ; la **branche cible** choisit la partie du son qui *reçoit* la réduction de gain. Ce chapitre les décrit en détail.

Cette séparation est l'une des grandes forces de Comprendre : dans sa vidéo sur la sélection de l'entrée et de la sortie, François la présente comme une singularité du plugin. Elle permet de choisir ce que le compresseur **écoute** pour décider, indépendamment de ce qu'il **traite**. En musique, cela ouvre des portes que l'on cherche d'ordinaire dans plusieurs appareils : un de-esser, qui n'écoute que les sifflantes et n'atténue que les aigus d'une voix ; un compresseur de bus que la grosse caisse ne fait plus pomper ; des cymbales qui s'effacent à chaque coup de grosse caisse ; une compression qui ne touche que les côtés de l'image stéréo, ou que le centre. S'y ajoutent le choix entre **feedforward** et **feedback**, deux philosophies qui ont partagé l'histoire des compresseurs et que Comprendre permet de doser, et des filtres **FIR** à phase linéaire pour ceux qui masterisent.

Les réglages concernés se trouvent dans trois onglets :

- l'onglet **INPUT** règle la détection : feedback, filtres, Mid/Side, envois des égaliseurs dynamiques et du waveshaper, réunion des canaux ;
- l'onglet **OUTPUT** règle la cible : filtres, Mid/Side, dosage des égaliseurs dynamiques et du waveshaper ;
- l'onglet **MAIN** contient la part du **Sidechain** dans la détection et le choix du type de filtres (Linkwitz-Riley ou FIR), commun aux deux branches.

Les autres réglages de ces onglets sont décrits ailleurs : les auto-volumes **In->Sc**, **In->Out** et **Out->Sc** au chapitre 8 ; **Comp Clip**, **Comp Clip Mode**, **Comp Db**, **dW | Dw** et les moniteurs **Monitor Input**, **Monitor Output** et **Monitor Comp** au chapitre 7. Ce chapitre explique en revanche comment se servir de ces moniteurs pour régler les deux branches.



Figure 60 — L'onglet INPUT : les réglages de la branche détection.



Figure 61 — L'onglet OUTPUT : les réglages de la branche cible.



Figure 62 — L'onglet MAIN : la part du sidechain dans la détection, et les trois réglages des filtres FIR (nombre de taps, fenêtre, bêta).

Le principe : deux branches

Les deux branches partent du même signal, que ce chapitre appelle le **signal interne** : l'entrée après **Input Db**, les auto-volumes d'entrée, la conversion **L/R to M/S**, les gains **Ch.0 Db** et **Ch.1 Db**, le **Pre Clip** et le **Headroom** (chapitre 7). La figure suivante montre, dans l'ordre exact du programme, ce que chacune lui fait subir.

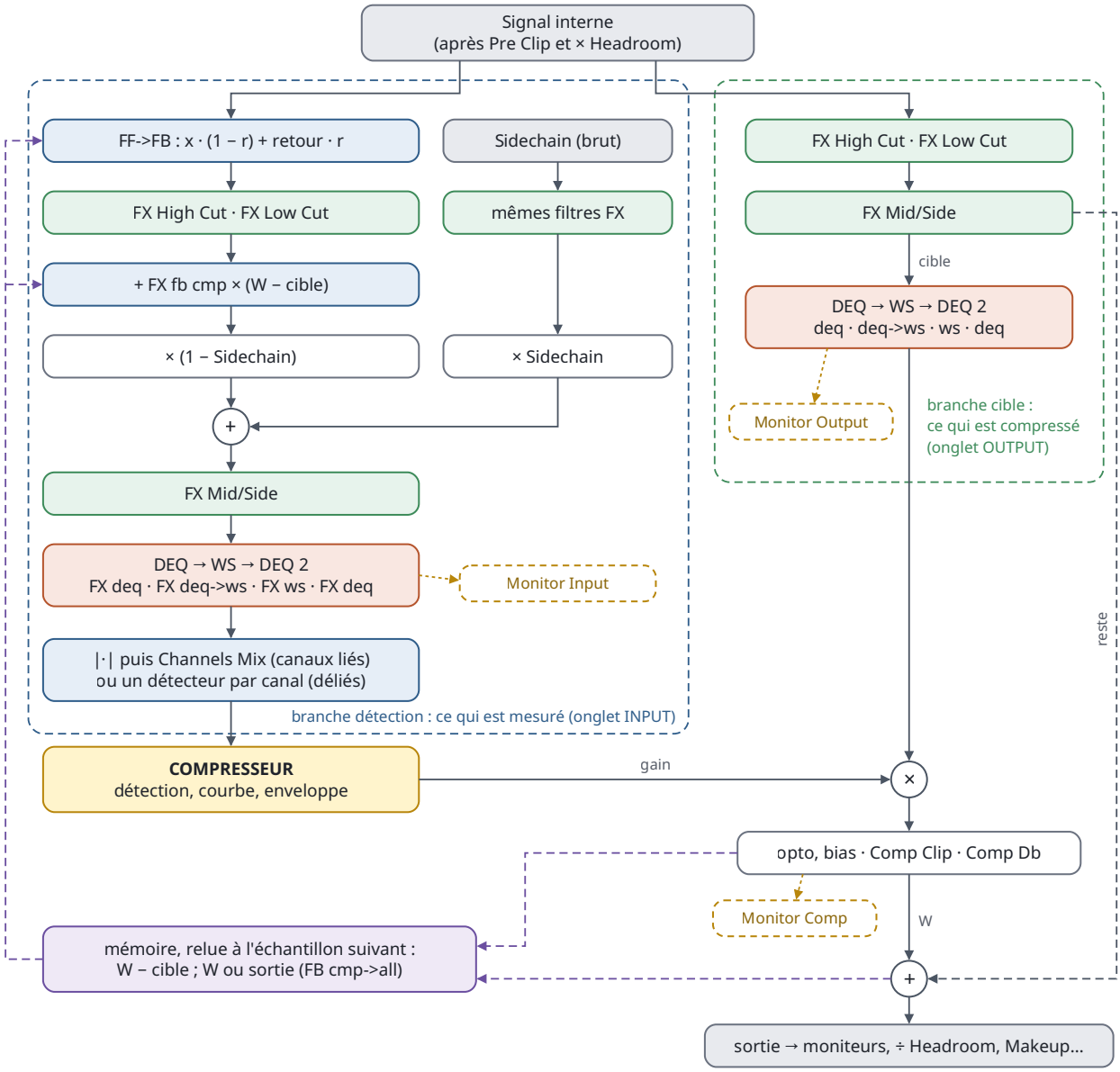


Figure 63 — Les deux branches en détail. W désigne la cible compressée. En violet, les retours de la sortie vers la détection (feedback), relus à l'échantillon suivant ; en pointillés dorés, les points d'écoute des moniteurs.

La branche détection enchaîne, pour chaque canal :

1. le mélange entre le signal interne et la sortie de l'échantillon précédent (**FF->FB**) ;
2. les filtres de bande (**FX High Cut** et **FX Low Cut**) ;
3. l'ajout éventuel du « feedback de compression » (**FX fb cmp**) ;
4. le mélange avec le signal sidechain, passé dans les mêmes filtres (**Sidechain**, onglet MAIN) ;
5. le Mid/Side de détection (**FX Mid/Side**) ;
6. les envois de l'égaliseur dynamique **DEQ**, du waveshaper **WS** et du second égaliseur dynamique **DEQ 2** ;
7. enfin, si les canaux sont liés, la mise en valeur absolue et la réunion des canaux en un seul signal (**Channels Mix**) ; s'ils sont déliés, chaque canal alimente son propre détecteur.

Le résultat entre dans le compresseur proprement dit (détection, courbe de transfert, enveloppe : chapitres 9 à 13), qui produit le gain. Juste avant l'étape 7, le bias peut encore modifier la détection (partie V).

La branche cible enchaîne :

1. les filtres de bande de l'onglet OUTPUT, qui séparent le signal interne en une **cible** et un **reste** ;
2. le Mid/Side de cible, qui retire encore de la cible une partie de l'image stéréo ; cette partie rejoint le reste ;
3. le **DEQ**, le **WS** et le **DEQ 2**, dosés par les potentiomètres **deq**, **deq->ws**, **ws** et **deq** de l'onglet OUTPUT ;
4. la multiplication par le gain du compresseur, puis l'opto et le bias s'ils sont engagés (chapitres 15 et 21), **Comp Clip** et **Comp Db** (chapitre 7) : on obtient la **cible compressée**, notée W sur la figure ;
5. l'ajout du reste (ou le mélange **dW | Dw**, chapitre 7) : c'est la **sortie** du compresseur, qui continue vers les moniteurs, le retour du Headroom, le Makeup, etc.

Enfin, deux valeurs sont mémorisées pour l'échantillon suivant : la cible compressée (ou la sortie complète), et la différence entre la cible compressée et la cible non compressée. Ce sont les deux **retours** qu'utilise la détection en mode feedback.

> **Les réglages par défaut**
>
> Par défaut, aucun de ces traitements n'est engagé : la détection mesure le signal interne tel quel, la cible est le signal entier et le reste est nul. Comprendre se comporte alors comme un compresseur classique. Les dosages de l'onglet OUTPUT sont à 1, mais ils n'ont d'effet que si le DEQ, le WS ou le DEQ 2 sont eux-mêmes réglés.

> **Calculé seulement si nécessaire**
>
> Le plugin n'exécute le chemin complet de la détection (filtres, FX fb cmp, Mid/Side, envois) que si l'un de ces traitements est engagé : FX High Cut au-dessus de 0 Hz, FX Low Cut au-dessous de 20 000 Hz, FX Mid/Side différent de 0,5, FX fb cmp différent de 0, un envoi actif vers le DEQ, le WS ou le DEQ 2, ou une modulation de l'onglet MOD & LA qui s'appuie sur eux. Sinon, la détection se réduit au mélange FF->FB et au mélange avec le sidechain. De même, la séparation entre cible et reste n'est calculée que si un filtre ou le Mid/Side de l'onglet OUTPUT est engagé.

La branche détection (onglet INPUT)

Feed-forward et feedback

Un compresseur **feed-forward** mesure le signal qui entre. Un compresseur **feedback** mesure le signal qui sort, c'est-à-dire le signal qu'il a déjà compressé. Les deux topologies existent, et elles ne se comportent pas de la même façon.

En feedback, le détecteur voit un signal que la compression a déjà réduit. À réglages identiques, il mesure donc un niveau plus faible, et la réduction de gain est moins forte qu'en feed-forward : la compression est plus douce, et le rapport réellement obtenu entre entrée et sortie est plus faible que le ratio affiché. Pour retrouver la même quantité de compression, il faut baisser le seuil ou monter le ratio.

Un programme ne peut pas mesurer la sortie d'un échantillon avant de l'avoir calculée. Dans Comprendre, la « sortie » mesurée en feedback est donc celle de l'**échantillon précédent**, à la fréquence interne (suréchantillonnage compris). Ce retard d'un échantillon est imperceptible.



Figure 64 — Feed-forward et feedback. En feedback, le détecteur reçoit la sortie de l'échantillon précédent.

FF->FB

onglet INPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `retour`

Fait passer la détection progressivement du feed-forward au feedback. La détection reçoit le mélange x · (1 − r) + retour · r, où x est le signal interne, r la valeur de **FF->FB** et « retour » la sortie de l'échantillon précédent, telle que la choisit **FB cmp->all**.

- À **0** (défaut) : feed-forward pur, la détection mesure le signal interne.
- À **1** : feedback pur, la détection mesure la sortie précédente.
- Entre les deux : le mélange porte sur les **signaux** eux-mêmes, échantillon par échantillon, avant la mise en valeur absolue. Ce n'est pas un mélange de deux niveaux ou de deux enveloppes.

Le mélange a lieu **avant** les filtres de détection : avec les filtres Linkwitz-Riley, c'est lui qui est filtré. Il est ensuite multiplié par (1 − **Sidechain**) : avec Sidechain à 1, FF->FB n'a plus d'effet.

Le retour contient la cible compressée **après Comp Clip et Comp Db**, mais ni le Makeup, ni le Post Clip, ni l'Output Db, ni le Dry/Wet, qui viennent plus loin dans la chaîne. Il est exprimé dans le même domaine de niveau que le signal interne (Headroom compris). Conséquence pratique : en feedback, monter **Comp Db** fait mesurer au détecteur un signal plus fort, donc augmente la compression.

FB cmp->all

onglet INPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `cible_retour`

Choisit ce que contient le retour utilisé par **FF->FB** :

- à **0** (défaut), la **cible compressée** seule, après Comp Clip et Comp Db (*cmp*) ;
- à **1**, la **sortie complète** du compresseur : la cible compressée plus le reste, ou le mélange **dW | Dw** s'il est engagé (*all*) ;
- entre les deux, un fondu linéaire entre ces deux signaux.

Tant que la cible est le signal entier (aucun filtre ni Mid/Side dans l'onglet OUTPUT) et que **dW | Dw** est à 0, les deux signaux sont identiques et ce réglage est sans effet. Il n'agit de toute façon que si **FF->FB** est supérieur à 0.

Exemple : si la cible est limitée aux aigus, la position 0 fait mesurer au détecteur les seuls aigus compressés ; la position 1 lui fait mesurer tout le son de sortie, graves non compressés compris.

FX fb cmp

onglet INPUT

Plage : −16 à 16 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `retour_moymax_fbs`

Ajoute à la détection la **différence** entre la cible compressée et la cible avant compression, prise à l'échantillon précédent, multipliée par la valeur du réglage. Cette différence est exactement ce que la compression (avec l'opto, le bias, Comp Clip et Comp Db) a changé à la cible : François parle d'un autre type de feedback.

- À **0** (défaut), rien n'est ajouté.
- À **+1**, si la détection et la cible sont le même signal, la détection devient à peu près la cible compressée : on obtient un comportement proche du feedback.
- Les valeurs **négatives** donnent un « feedback inversé » : quand le compresseur réduit le gain, la détection augmente au lieu de diminuer, ce qui renforce encore la compression.
- Au-delà de ±1, l'effet est amplifié ; les extrêmes (±16) sont très agressifs et se règlent à l'oreille.

Contrairement à **FF->FB**, la différence est ajoutée **après** les filtres de détection : elle n'est pas filtrée. Elle est ensuite multipliée, comme le reste du signal interne, par (1 − **Sidechain**).

Le potentiomètre est très progressif autour de sa position centrale : la valeur vaut $\pm 16 \cdot |2p - 1|^8$, p étant la position de 0 à 1. Aux trois quarts de la course, elle n'est que de 0,06 ; à 90 %, de 2,7. Pour une valeur précise, tapez-la dans la case.

À confirmer par François

En mode FIR (**X Filters Taps** différent de 0), dès qu'un filtre de détection est engagé, le code alimente le filtre avec le signal interne seul : **FF->FB** n'a alors plus aucun effet sur la détection, alors que **FX fb cmp** reste actif. Est-ce voulu ?

Le mot de l'auteur

En feedback, l'entrée du détecteur est la sortie précédente, et le résultat est plus doux ; le passage progressif de FF->FB permet de doser cette douceur. François déconseille en revanche d'associer les deux options de feedback (FF->FB et FX fb cmp) aux filtres FIR, parce qu'elles reposent sur le dernier échantillon de sortie.

Pour aller plus loin

Notons x le signal interne, s le sidechain, C la cible avant compression, W la cible compressée et S la sortie (W + reste). À la fin de chaque échantillon, le plugin mémorise retour = W · (1 − a) + S · a (a = **FB cmp->all**) et diff = W − C. À l'échantillon suivant, la détection d'un canal vaut :

d = [F(x · (1 − r) + retour · r) + k · diff] · (1 − e) + F(s) · e,

où F est le filtre de détection (l'identité si aucun filtre n'est engagé), r = **FF->FB**, k = **FX fb cmp** et e = **Sidechain**. Avec un lookahead (chapitre 22), la chaîne « future » a ses propres mémoires, alimentées par sa propre sortie.

Feedback ou feedforward : deux écoles

Les premiers compresseurs étaient en feedback. Le Gates Sta-Level, l'Altec 436, le LA-2A, le 1176 et, plus tard, le Manley Variable Mu mesurent tous le signal déjà réduit ; les compresseurs à lampes à pente variable, comme le Fairchild 670, tirent eux aussi leur commande de la sortie. Parmi les pionniers du feedforward, on compte le dbx 160 (1976) : la commande est tirée de l'entrée et « envoyée en avant » au VCA, ce qui permet des attaques plus rapides et une compression infinie sans distorsion ni oscillation excessives. C'est aujourd'hui la topologie dominante ; le feedback, lui, ne peut théoriquement pas atteindre un ratio infini. La différence s'entend, et les fabricants qui proposent les deux la décrivent avec des mots voisins. Sur l'API 2500 (2002), qui offre un commutateur **Old/New**, le feedback est « plus doux » et le feedforward « brut, agressif ». Sur l'elysia alpha compressor, le feedback est « doux et égal » et plafonne à un ratio de 2,5:1, le feedforward « plus fort et plus dur ». Le compresseur de bus SSL est un hybride : son side-chain a une topologie feedback, mais il est alimenté en position feedforward. Le manuel du Manley, lui, prend parti : « la plupart des compresseurs modernes utilisent un circuit feedforward, qui nous semble peu musical ».

♪ En musique : doser la douceur du feedback

Le feedback se prête aux usages où l'on veut tenir un son sans le contraindre : une voix qu'on nivelle doucement, une basse qu'on veut égale, un bus qui doit rester souple. Montez **FF->FB** progressivement en écoutant : à mesure que le détecteur entend un signal déjà réduit, la compression se détend, et il faut baisser le seuil ou monter le ratio pour retrouver la même réduction. Entre 0 et 1, vous dosez cette douceur, ce que ne permettent pas les commutateurs des machines. Neuf presets s'en servent. Deux imitations de plugins qui émulent le Fairchild 670, **tr_670** et **acustica_ultramarine4**, sont en feedback pur (**FF->FB** à 1), comme **acqua_magenta**, **acqua_opal**, **acqua_titanium**, **waves_rvox** et **ssl_1_f** ; **waves_76** et **caelumçsmmov** s'arrêtent à mi-chemin, à 0,5. Remarquez que plusieurs d'entre eux règlent **Ratio** à 42 : en feedback, le rapport réellement obtenu est plus faible que le ratio affiché. Les presets du compresseur de bus SSL montrent d'ailleurs deux pistes : **ssl_1_f** passe en feedback (avec un léger **Bias input mul** à 6,5), tandis que **ssl_1_b**, **ssl_2_b** et **ssl_2_b_** restent en feedforward et s'appuient sur **Bias input mul** (75, 38,57 et 30,52), le réglage que François a ajouté au bias après avoir étudié le schéma du SSL (chapitre 20).

Le sidechain

Le réglage **Sidechain** se trouve dans l'onglet **MAIN**, mais il agit au cœur de la branche détection.

Sidechain

onglet MAIN

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `externe`

Dose la part du signal **sidechain** dans la détection. La détection reçoit le signal interne (avec ses feedbacks) multiplié par (1 − e), plus le sidechain multiplié par e, e étant la valeur du réglage :

- à **0** (défaut), le sidechain ne sert pas à la détection ;
- à **1**, le compresseur ne mesure que le sidechain ;
- entre les deux, les deux signaux sont pondérés puis additionnés, échantillon par échantillon.

Le sidechain entre **brut** dans la détection : il ne reçoit ni **Input Db**, ni la conversion **L/R to M/S**, ni les gains **Ch.0 Db** et **Ch.1 Db**, ni le **Pre Clip**, ni le **Headroom**, ni les feedbacks. Il passe en revanche par les mêmes filtres de détection que le signal interne (avec leurs propres mémoires), puis, mélangé au signal interne, par le FX Mid/Side, les envois DEQ, WS et DEQ 2 et le Channels Mix. Il n'est jamais audible, sauf à travers **Monitor Input**.

Sans signal sur l'entrée sidechain (bus non connecté ou silencieux), monter ce réglage revient donc à **affaiblir** la détection : à 1, le compresseur ne mesure plus rien et cesse de compresser.

Ce réglage ne concerne que la détection. Les auto-volumes **In->Sc** et **Out->Sc** (chapitre 8) et **Analyse SC** (chapitre 24) utilisent le sidechain quelle que soit sa valeur.

Comme le **Headroom** ne s'applique pas au sidechain, il modifie l'équilibre entre signal interne et sidechain lorsque **Sidechain** est entre 0 et 1 ; à 1, il n'a plus d'effet sur la compression (chapitre 7). De même, en mode **L/R to M/S**, le sidechain reste en gauche/droite : le canal 0 de la détection mélange alors le Mid du signal interne et la voie gauche du sidechain.

> **Passer de 0 à une valeur positive**
>
> Quand un bus sidechain est connecté, faire passer **Sidechain** de 0 à une valeur positive (ou l'inverse) change la configuration du suréchantillonneur interne, ce qui remet à zéro les filtres du plugin. Évitez d'automatiser ce réglage autour de 0 pendant la lecture.

> **À confirmer par François**
>
> Avec un lookahead actif (**la delay** négatif) et **Sidechain** supérieur à 0, la détection « future » lit le sidechain en avance seulement si un traitement de détection est engagé (filtre, Mid/Side, FX fb cmp, envoi vers DEQ/WS) ; sinon, elle lit le sidechain non avancé. Le comportement du sidechain change donc dès qu'on engage un filtre de détection. Est-ce voulu ?

Le side-chain : écouter une source, en traiter une autre

En 1972, au studio Sound Exchange de New York, Eventide montre le prototype de l'Omnipressor, conçu par Richard Factor ; les modèles suivent en 1973 et 1974. Son idée : séparer le détecteur de niveau et le VCA, pour qu'une source pilote le gain d'une autre. Eventide la présente comme « l'invention du side chain » ; c'est la revendication du fabricant, et l'appareil s'appuyait sur les VCA et les détecteurs RMS de dbx. Les usages se sont multipliés : le DJ envoie son micro dans le side-chain pour baisser la musique quand il parle ; en musique de danse, la basse est « side-chainée » par la grosse caisse. Le de-essing repose sur la même séparation, avec un side-chain égalisé qui rend le compresseur plus sensible aux sifflantes. Le Weiss DS1 (1998), dont le « DS » signifie justement de-essing, l'étend à une compression limitée à une bande, en passe-haut, passe-bas ou passe-bande. Comprendre réunit ces idées dans un seul plugin : une entrée sidechain, des filtres de détection, et une cible filtrée.

♪ En musique : faire de la place

Le sidechain sert d'abord à faire de la place. Placez Comprendre sur la basse, envoyez la grosse caisse sur son entrée sidechain et réglez **Sidechain** à 1 : la basse s'efface à chaque coup, le temps du relâchement, et les deux instruments cessent de se disputer le grave. Le même montage sur un fond musical, avec une voix off en sidechain, fait baisser la musique quand la voix parle ; un relâchement assez long la fait remonter sans à-coup entre les phrases. Comme le sidechain passe par les filtres de détection, un **FX Low Cut** vers 120 Hz ne lui laisse que le grave de la grosse caisse, même si l'envoi contient aussi le claquement de la peau ou les cymbales de la prise. Et puisque **Sidechain** est un dosage, les valeurs intermédiaires mélangent les deux écoutes : la basse réagit à la fois à son propre niveau et à la grosse caisse. Pour régler tout cela, écoutez **Monitor Input** : c'est la seule façon d'entendre le sidechain tel que le compresseur le mesure.

Les filtres de la détection

Les deux réglages **FX High Cut** et **FX Low Cut** délimitent une bande de fréquences. On les retrouve, avec le même fonctionnement, dans l'onglet OUTPUT pour la cible. Leurs noms demandent une lecture attentive :

- **FX High Cut** est la fréquence de coupure d'un **passe-haut** : il retire ce qui est **au-dessous** de la fréquence choisie. C'est la limite **basse** de la bande conservée.
- **FX Low Cut** est la fréquence de coupure d'un **passe-bas** : il retire ce qui est **au-dessus**. C'est la limite **haute** de la bande conservée.

Dans le vocabulaire courant, un « high cut » coupe les aigus ; ici, c'est l'inverse. Le plus simple est de lire « coupure du passe-haut » et « coupure du passe-bas ».

Chacun est désactivé à sa valeur par défaut : 0 Hz pour FX High Cut, 20 000 Hz pour FX Low Cut. Leurs combinaisons donnent cinq configurations :

Réglages (f_1 = FX High Cut, f_2 = FX Low Cut)	Partie retenue
les deux à leur valeur par défaut	tout le signal : aucun filtre
FX High Cut seul	ce qui est au-dessus de f_1 (passe-haut)
FX Low Cut seul	ce qui est au-dessous de f_2 (passe-bas)

Réglages (f_1 = FX High Cut, f_2 = FX Low Cut)	Partie retenue
les deux, f_1 plus bas que f_2	la bande comprise entre f_1 et f_2 (passe-bande)
les deux, f_1 plus haut que f_2 (ou égal)	**deux bandes** : sous f_2 et au-dessus de f_1 ; la zone entre f_2 et f_1 est retirée

La dernière configuration est voulue : placer FX High Cut au-dessus de FX Low Cut inverse la sélection et donne deux bandes. Lorsque les deux fréquences sont égales, le plugin applique cette configuration ; la zone retirée est alors vide, et le filtrage devient presque transparent (un léger creux d'environ 2,5 dB à cette fréquence avec les filtres Linkwitz-Riley).

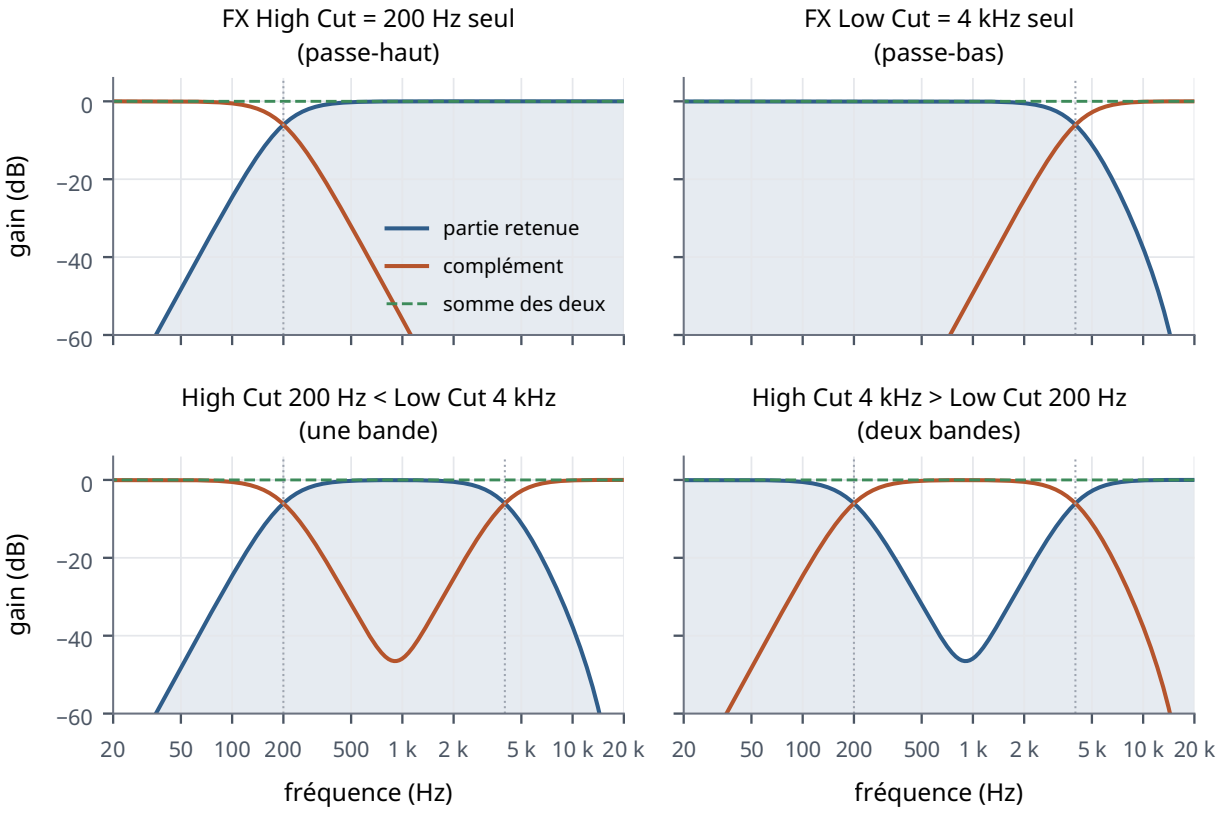


Figure 65 — Les quatre configurations actives, avec les filtres Linkwitz-Riley par défaut. En bleu, la partie retenue ; en orange, son complément ; en pointillés verts, leur somme. Pour la cible, le complément est le « reste », qui passe sans compression.

Par défaut, ces filtres sont des **Linkwitz-Riley** d'ordre 4 (pente de 24 dB par octave, −6 dB à la fréquence de coupure). Le réglage **X Filters Taps** de l'onglet MAIN les remplace par des filtres **FIR** à phase linéaire. Les deux familles sont comparées plus loin dans ce chapitre.

Les potentiomètres de fréquence sont très progressifs : la fréquence vaut 20 000 · p^4 Hz, p étant la position de 0 à 1. Le quart de la course correspond à 78 Hz, la moitié à 1 250 Hz, les trois quarts à 6 328 Hz. Pour une fréquence précise, tapez-la dans la case.

FX High Cut

onglet INPUT

Plage : 0 à 20000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `ciseau_bas`

Fréquence de coupure du **passe-haut** de la détection : le compresseur ne mesure plus ce qui est au-dessous de cette fréquence. À 0 Hz (défaut), ce filtre est désactivé.

Combiné avec **FX Low Cut**, il forme une bande (s'il est plus bas que lui) ou deux bandes (s'il est plus haut), comme décrit ci-dessus.

Le même filtre s'applique au signal sidechain avant son mélange. Le mélange **FF->FB** est filtré lui aussi (avec les filtres Linkwitz-Riley) ; la différence ajoutée par **FX fb cmp** ne l'est pas.

C'est le réglage classique pour empêcher les graves de faire « pomper » un compresseur : avec un passe-haut à 100 ou 150 Hz dans la détection, une grosse caisse ou une basse ne déclenchent plus à elles seules la compression, alors que le compresseur continue d'agir sur tout le signal. Ce filtre n'étant jamais entendu (sauf avec Monitor Input), il ne modifie pas le timbre.

FX Low Cut

onglet INPUT

Plage : 0 à 20000 Hz **Défaut :** 20000 Hz **Identifiant :** `ciseau_top`

Fréquence de coupure du **passe-bas** de la détection : le compresseur ne mesure plus ce qui est au-dessus de cette fréquence. À 20 000 Hz (défaut), ce filtre est désactivé.

Combiné avec **FX High Cut**, il forme une bande ou deux bandes. Il s'applique aussi au sidechain.

Exemple : pour que le compresseur ne réagisse qu'aux graves (la grosse caisse d'un mixage, ou celle reçue en sidechain), réglez FX Low Cut vers 120 à 150 Hz. La compression peut alors s'appliquer à autre chose que ce qui est mesuré, par exemple aux aigus seulement (onglet OUTPUT).

> **♪ En musique : un bus qui ne pompe plus**
>
> Sur un bus de mixage ou un master, la grosse caisse et la basse portent l'essentiel de l'énergie : en large bande, ce sont elles qui déclenchent la compression, et tout le reste baisse à chaque coup. Un **FX High Cut** vers 80 à 150 Hz dans l'onglet INPUT rend le compresseur sourd à cette énergie : il continue de traiter tout le mix, mais réagit surtout à ce qui se passe au-dessus, les voix, les guitares, la caisse claire. Écoutez **Monitor Input** pour entendre ce qu'il mesure, puis comparez avec et sans le filtre sur un refrain chargé : le mix cesse souvent de respirer au rythme de la grosse caisse. Le preset **toneproject_unisum** coupe ainsi sa détection sous 85 Hz (**FX High Cut** à 85 Hz) ; c'est le seul preset fourni qui filtre sa détection, et il fait en plus entendre à son détecteur un égaliseur dynamique qui n'est jamais appliqué au son (chapitre 18). L'idée n'est pas neuve : le chapitre 18 raconte comment la radio et l'API 2500 ont combattu la basse qui décide de tout, et comment d'autres machines, du LA-2A au Distressor, ont égalisé ce qu'entend leur détecteur. À l'inverse, si vous voulez un pompage assumé, celui d'une production électronique où tout s'efface sous la grosse caisse, laissez la détection entendre le grave, voire faites-lui écouter la grosse caisse seule par le sidechain (voir les exemples en fin de chapitre).

Le Mid/Side de la détection

Le réglage **FX Mid/Side**, présent dans les deux onglets, agit sur l'image stéréo. Il calcule le **Mid** M, moyenne des canaux, et pour chaque canal son écart au Mid, qui est le **Side** de ce canal. Il recompose ensuite chaque canal avec deux poids : canal = M · (poids du Mid) + (canal − M) · (poids du Side). En stéréo, l'écart de la voie gauche vaut S = (G − D)/2 et celui de la voie droite −S.

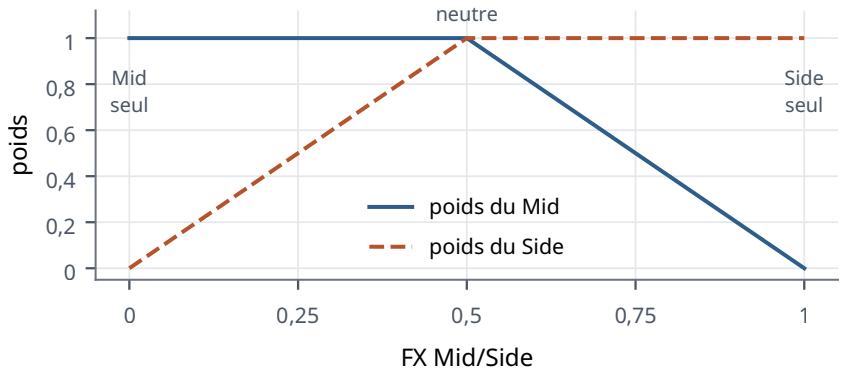


Figure 66 — Poids du Mid et du Side selon la valeur de FX Mid/Side.

FX Mid/Side

onglet INPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0,5 **Identifiant :** `cotes`

Choisit quelle partie de l'image stéréo le compresseur mesure.

- **0** : Mid seul. Les deux canaux de détection valent (G + D)/2.
- **0,5** (défaut) : neutre.
- **1** : Side seul. Le premier canal vaut (G − D)/2, le second son opposé ; leurs valeurs absolues sont égales.
- Entre 0 et 0,5, le Side est progressivement atténué : l'image de la détection se resserre vers le centre. Entre 0,5 et 1, c'est le Mid qui est atténué.

Il agit après les filtres, les feedbacks et le mélange avec le sidechain, sur des signaux encore signés.

Usage : faire réagir le compresseur à ce qui est au centre (une voix, une basse) ou à ce qui est sur les côtés (réverbération, instruments larges). La compression elle-même s'applique toujours à la cible définie dans l'onglet OUTPUT.

Cas particuliers :

- Sur un signal **mono**, le Side est nul. Au-dessous de 0,5, le réglage est sans effet ; au-dessus, la détection est atténuée ; à 1, elle est nulle et le compresseur ne compresse plus.
- Si **L/R to M/S** (onglet MAIN) est engagé, les canaux sont déjà le Mid et le Side, et FX Mid/Side les mélange : à 0, les deux canaux valent (M + S)/2, c'est-à-dire la moitié de la voie gauche. Dans ce mode, pour ne mesurer que le Mid ou que le Side, utilisez plutôt **Channels Mix** sur Ch0 ou Ch1.

> **Pour aller plus loin**
>
> Pour une valeur c du réglage, le poids du Mid vaut min(1 ; 2 · (1 − c)) et le poids du Side min(1 ; 2c). Les deux valent 1 en c = 0,5.

Les envois DEQ, WS et DEQ 2 vers la détection

Les égaliseurs dynamiques **DEQ** et **DEQ 2** (chapitre 18) et le waveshaper **WS** (chapitres 16 et 17) existent dans chacune des deux branches, avec les mêmes réglages : ceux de leurs onglets. Seuls changent les dosages, qui sont propres à chaque branche. Dans les deux branches, l'ordre est le même : DEQ, puis WS, puis DEQ 2, après le Mid/Side.

Dans la détection, ils sont désactivés par défaut. Les activer permet de faire mesurer au compresseur un signal égalisé ou saturé sans l'entendre : la détection réagit à ce que *ferait* l'égaliseur dynamique, ou à ce qu'ajouterait la saturation. Un dosage négatif inverse leur effet sur la détection.

Ces envois n'ont d'effet que si le module concerné est lui-même actif : au moins une bande réglée dans le DEQ ou le DEQ 2, un réglage non neutre dans le WS (voir les chapitres correspondants).

> **Deux potentiomètres FX deq**
>
> L'onglet INPUT affiche deux fois le nom **FX deq** : le premier, à gauche de **FX deq->ws**, dose le DEQ ; le second, à droite de **FX ws**, dose le DEQ 2. De même, l'onglet OUTPUT affiche deux fois **deq**, dans le même ordre.

FX deq

onglet INPUT

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `retour_moymax_deq`

Le premier **FX deq** : dose l'effet du **DEQ** (onglet DEQ, chapitre 18) sur la détection. Si d_0 est la détection qui entre dans le DEQ et a la valeur du réglage, la détection devient $d_0 + (\mathrm{DEQ}(d_0) - d_0) \cdot a$.

- **0** (défaut) : la détection n'est pas égalisée.
- **1** : la détection passe entièrement par le DEQ.
- **−1** : effet inversé : les bandes que le DEQ remonterait sont baissées d'autant, et inversement.
- Valeurs intermédiaires : dosage proportionnel.

Le potentiomètre est extrêmement progressif autour de sa position centrale : la valeur vaut $\pm|2p - 1|^8$. Aux trois quarts de la course, elle n'est que de 0,004 ; à 90 %, de 0,17. Pour une valeur précise, tapez-la dans la case.

FX deq->ws

onglet INPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `ideqfet`

Choisit ce qui **entre** dans le waveshaper de la détection :

- **0** (défaut) : le signal tel qu'il était avant le DEQ ;
- **1** : le signal après le DEQ complet, quelle que soit la valeur du premier **FX deq** ;
- entre les deux : un mélange linéaire des deux.

Ce réglage permet de faire réagir le WS au DEQ sans appliquer le DEQ lui-même à la détection : FX deq à 0, FX deq->ws à 1. Sans DEQ actif, il est sans effet. Il n'a d'effet sur la détection que si **FX ws** est différent de 0.

FX ws

onglet INPUT

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `retour_moymax_fet`

Dose le **produit de saturation** du waveshaper (onglet WS) ajouté à la détection. Le WS n'est pas inséré tel quel : le plugin calcule la différence entre la sortie du WS et son entrée, c'est-à-dire ce que la saturation ajoute, la traite selon les réglages de l'onglet F (ws) (chapitre 16), puis l'ajoute à la détection, multipliée par ce réglage.

- **0** (défaut) : rien n'est ajouté.
- **1** : le produit est ajouté entièrement.
- **−1** : il est soustrait.
- Valeurs intermédiaires : dosage proportionnel.

Le produit s'ajoute à la détection telle qu'elle sort du DEQ (dosé par le premier FX deq), même si ce qui entre dans le WS est différent (réglage FX deq->ws). La course du potentiomètre est aussi progressive que celle de FX deq.

FX deq

onglet INPUT

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `retour_moymax_dep`

Le second **FX deq** : dose l'effet du **DEQ 2** (onglet DEQ 2, chapitre 18) sur la détection, après le DEQ et le WS. Même formule et mêmes valeurs que le premier FX deq : 0 (défaut) = non appliqué, 1 = appliqué, −1 = inversé.

Il n'existe pas d'équivalent de FX deq->ws pour le DEQ 2, qui vient après le WS.

Le mot de l'auteur

Au moment où la détection est calculée, l'enveloppe du compresseur n'est pas encore connue. Le DEQ et le WS de la détection utilisent donc l'enveloppe de l'échantillon précédent. François assume ce décalage d'un échantillon, qui ne gêne pas en pratique ; il le rapproche d'un feedback, avec une latitude supplémentaire.

Pour aller plus loin

Avec d_0 la détection après le Mid/Side, les envois s'enchaînent ainsi :

- $d_1 = d_0 + (DEQ(d_0) - d_0) \cdot a_1$;
- entrée du WS : $w = d_0 \cdot (1 - i) + DEQ(d_0) \cdot i$;
- $d_2 = d_1 + a_2 \cdot P(w)$, où $P(w)$ est le produit de saturation de w traité par F (ws) ;
- $d_3 = d_2 + (DEQ2(d_2) - d_2) \cdot a_3$,

avec a_1, a_2, a_3 les trois dosages (FX deq, FX ws, second FX deq) et i = FX deq->ws. Les modulations de l'onglet MOD & LA peuvent faire calculer le DEQ, le WS et le DEQ 2 de la détection même quand ces dosages sont à 0 (chapitre 23).

Réunir les canaux : Channels Mix

Channels Mix

onglet INPUT

Choix : Avg · 0 · 1 · Min · Max **Défaut :** Avg **Identifiant :** `sss`

Lorsque les canaux sont **liés** (**Channels Unlink** inférieur à 1), le compresseur ne calcule qu'une détection pour tous les canaux. Ce menu choisit comment réunir les valeurs absolues des canaux :

- **Avg** (défaut) : la moyenne des valeurs absolues, $(|c_0| + |c_1|)/2$;
- **Ch0** : le canal 0 seul (la gauche, ou le Mid en mode **L/R to M/S**) ;
- **Ch1** : le canal 1 seul (la droite, ou le Side) ;
- **Min** : le plus faible des deux ;
- **Max** : le plus fort des deux.

Avg n'est pas la valeur absolue du Mid : deux canaux en opposition de phase donnent une détection forte en Avg, alors que leur Mid est nul. **Max** fait réagir le compresseur au canal le plus fort, ce qui protège chaque canal d'un dépassement. **Min** ne le fait réagir que lorsque les deux canaux sont forts.

Ce menu n'agit pas sur la partie déliée : avec Channels Unlink à 1, chaque canal a son propre détecteur et le menu est sans effet ; entre 0 et 1, il ne concerne que la partie liée du mélange (chapitre 7). Le même choix sert aux modulations de l'onglet MOD & LA (chapitre 23). En mono, Ch0 et Ch1 désignent le même canal.

Dans les listes d'automation de votre logiciel hôte, Ch0 et Ch1 apparaissent sous les noms « 0 » et « 1 ».

À confirmer par François

En mode **Min**, le code part de la valeur 1 avant de chercher le minimum des canaux : si tous les canaux dépassent 1 (0 dBFS dans le domaine du Headroom, ce qui arrive avec un Headroom positif ou un signal très fort), la détection reste bloquée à 1. Est-ce voulu ?

Écouter la détection : Monitor Input

Le moniteur **Monitor Input** (onglet INPUT, fiche au chapitre 7) remplace la sortie par le signal de détection, canal par canal et avec son signe : on entend le signal interne et le sidechain mélangés, filtrés, avec les feedbacks, le Mid/Side et les envois DEQ, WS et DEQ 2. La hauteur ajoutée par le bias en est retirée. Le **Channels Mix**, qui vient après, n'est pas audible.

C'est l'outil pour régler les filtres et le Mid/Side de la détection : on entend directement ce qui va déclencher la compression.

La branche cible (onglet OUTPUT)

Cible et reste

La **cible** est la partie du signal qui reçoit le gain du compresseur ; le **reste** est tout ce qui n'est pas la cible. Le reste contourne le compresseur et lui est rajouté à la fin :

sortie = cible compressée + reste.

Seule la cible subit la réduction de gain, l'opto, le bias, **Comp Clip** et **Comp Db**. Le reste passe intact. Lorsque le compresseur ne réduit pas le gain (et que le DEQ et le WS de la cible sont neutres), la somme reconstitue le signal d'entrée : exactement (au retard près) avec les filtres FIR, avec une rotation de phase avec les filtres Linkwitz-Riley (voir plus loin).

Comprendre n'est donc pas un compresseur multibande : il compresse **une** cible, qui peut être une bande, deux bandes ou une partie de l'image stéréo, et laisse le reste intact. Pour traiter plusieurs bandes de façon différente, il faut plusieurs instances du plugin.

> **Comp Db et dW | Dw**
>
> **Comp Db** (chapitre 7) ne s'applique qu'à la cible compressée : c'est le moyen de doser la partie compressée par rapport au reste. Le mélange **dW | Dw** utilise lui aussi la notion de reste ; à sa position −1, le reste disparaît et l'on n'entend que la cible compressée.

Les filtres de la cible

Les filtres de l'onglet OUTPUT fonctionnent exactement comme ceux de la détection (voir le tableau et la figure des configurations, plus haut) : ce qu'ils retiennent est la cible, leur complément est le reste.

FX High Cut

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 20000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `ciseau__bas`

Fréquence de coupure du **passe-haut** de la cible : seule la partie du signal située au-dessus de cette fréquence est compressée ; ce qui est au-dessous rejoint le reste et passe sans compression. À 0 Hz (défaut), ce filtre est désactivé.

Combiné avec **FX Low Cut** (onglet OUTPUT), il forme une bande ou deux bandes, selon que sa fréquence est plus basse ou plus haute.

Exemple : avec FX High Cut à 3 kHz, seuls les aigus sont compressés. Associé à une détection sur les aigus, le compresseur devient une sorte de de-esser ou d'égaliseur dynamique des aigus.

Avec les filtres Linkwitz-Riley, la sortie a une phase tournée autour de la fréquence de coupure, même sans compression.

FX Low Cut

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 20000 Hz **Défaut :** 20000 Hz **Identifiant :** `ciseau__top`

Fréquence de coupure du **passe-bas** de la cible : seule la partie du signal située au-dessous de cette fréquence est compressée ; ce qui est au-dessus rejoint le reste. À 20 000 Hz (défaut), ce filtre est désactivé.

Exemple : avec FX Low Cut à 150 Hz, seuls les graves sont compressés, ce qui permet de tenir une basse sans toucher au reste du spectre.

Placé **au-dessous** de FX High Cut, il donne deux bandes : avec FX High Cut à 5 kHz et FX Low Cut à 120 Hz, les graves et les aigus sont compressés, et le médium passe intact.

> **♪ En musique : écouter le grave, traiter l'aigu**
>
> Croiser les deux branches donne des outils qu'un compresseur ordinaire ne sait pas fabriquer. Sur une voix, un **FX High Cut** vers 5 kHz dans les deux onglets fait un de-esser : seules les sifflantes déclenchent la compression, et seuls les aigus sont atténués, le corps de la voix restant intact. Sur une boucle de batterie ou un morceau électronique, croisez les branches : la détection n'écoute que le grave (**FX Low Cut** de l'onglet INPUT vers 150 Hz) et la cible ne contient que l'aigu (**FX High Cut** de l'onglet OUTPUT vers 3 kHz). Les cymbales et les charlestons s'effacent à chaque coup de grosse caisse et reviennent avec le relâchement, un mouvement de respiration que l'attaque et le relâchement permettent de sculpter. C'est l'exemple que choisit François dans sa vidéo sur la sélection de l'entrée et de la sortie, et il y fait aussi entendre la limite de l'exercice : des aigus trop compressés ternissent le son. Dosez la réduction en écoutant **Monitor Comp**, puis jugez toujours le résultat dans le mix.

Le Mid/Side de la cible

FX Mid/Side

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0,5 **Identifiant :** `cotes_`

Choisit quelle partie de l'image stéréo est compressée. La formule est celle du FX Mid/Side de la détection, mais la partie écartée n'est pas perdue : elle rejoint le **reste** et passe sans compression.

- **0** : seul le Mid est compressé ; le Side passe intact.
- **0,5** (défaut) : neutre, toute l'image est compressée.
- **1** : seul le Side est compressé ; le Mid passe intact.
- Valeurs intermédiaires : par exemple, à 0,75, la moitié du Mid est dans la cible et l'autre moitié dans le reste, tandis que le Side est entièrement dans la cible.

Il s'applique **après** les filtres de la cible : combiné à FX High Cut, il permet par exemple de ne compresser que le Side des aigus.

En mono, le Side est nul : à 1, la cible est vide et aucune compression n'est audible. Avec **L/R to M/S** engagé, la même remarque que pour la détection s'applique ; pour compresser séparément le Mid et le Side, préférez **L/R to M/S** avec **Channels Unlink** (chapitre 7).

Les dosages DEQ, WS et DEQ 2 de la cible

Sur la cible, le DEQ, le WS et le DEQ 2 sont appliqués **par défaut** : leurs quatre dosages sont à 1. Ce sont eux que l'on entend quand on règle ces modules. Ils agissent sur la cible **avant** la multiplication par le gain du compresseur, et utilisent l'enveloppe de l'échantillon en cours.

Contrairement à la détection, ces dosages n'ont pas de valeurs négatives. Leur potentiomètre suit la loi $a = p^2$ (sauf deq->ws, linéaire) : la position médiane correspond à 0,25.

deq

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `retour_cible_deq`

Le premier **deq** : dose l'effet du **DEQ** sur la cible. Si c_0 est la cible qui entre dans le DEQ, elle devient $c_0 + (\mathrm{DEQ}(c_0) - c_0) \cdot a$.

- **1** (défaut) : le DEQ est entièrement appliqué.
- **0** : le DEQ n'est pas entendu sur la cible ; il peut toutefois continuer à alimenter le WS (réglage deq->ws).
- Valeurs intermédiaires : dosage proportionnel, comme un mélange sec/traité propre au DEQ.

deq->ws

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `odeqfet`

Choisit ce qui **entre** dans le waveshaper de la cible :

- **1** (défaut) : la cible après le DEQ complet, quelle que soit la valeur du premier deq ;
- **0** : la cible avant le DEQ ;
- entre les deux : un mélange linéaire.

Avec le premier **deq** à 0 et **deq->ws** à 1, on fait entrer le DEQ dans la saturation sans entendre le DEQ lui-même : le WS réagit à l'égalisation dynamique, mais celle-ci n'est pas appliquée au son. Ce réglage et son homologue de l'onglet INPUT sont indépendants. Sans DEQ actif, il est sans effet.

ws

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `retour_cible_fet`

Dose le **produit de saturation** du waveshaper ajouté à la cible (même principe que FX ws dans la détection : différence entre sortie et entrée du WS, traitée par F (ws), puis ajoutée).

- **1** (défaut) : le produit est ajouté entièrement : on entend le WS.
- **0** : le WS n'est pas entendu sur la cible.
- Valeurs intermédiaires : dosage proportionnel.

C'est l'interrupteur naturel pour faire travailler le WS dans la détection seulement : ws à 0 ici, FX ws différent de 0 dans l'onglet INPUT. Le moniteur **Monitor Fet** (chapitre 17) fait entendre ce produit seul, après ce dosage.

deq

onglet OUTPUT

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `retour_cible_dep`

Le second **deq** : dose l'effet du **DEQ 2** sur la cible, après le DEQ et le WS. 1 (défaut) = entièrement appliqué, 0 = non entendu, valeurs intermédiaires = dosage proportionnel.

Le WS étant non linéaire, sa position avant ou après le gain du compresseur change le résultat : dans Comprendre, le compresseur atténue la cible déjà saturée.

À confirmer par François

Le code applique le DEQ, le WS et le DEQ 2 de la cible **avant** de la multiplier par le gain du compresseur. Dans la vidéo 24, vous disiez penser qu'ils étaient « normalement après ». L'ordre du code est-il celui que vous voulez ?

Écouter la cible : Monitor Output et Monitor Comp

Deux moniteurs de l'onglet OUTPUT (fiches au chapitre 7) font entendre la cible sans le reste :

- **Monitor Output** : la cible **non compressée**, après les filtres, le Mid/Side, le DEQ, le WS et le DEQ 2 de la cible ;
- **Monitor Comp** : la cible **compressée**, après Comp Clip et Comp Db. Il active automatiquement Monitor Output.

Avec **Monitor Input** et **Monitor Delta** (différence entre sortie et entrée, chapitre 7), on dispose ainsi d'une écoute à chaque étape. Une démarche commode :

1. activez **Monitor Output** et réglez les filtres et le Mid/Side de l'onglet OUTPUT jusqu'à n'entendre que la partie à compresser ;
2. activez **Monitor Input** et réglez ceux de l'onglet INPUT jusqu'à entendre ce qui doit déclencher la compression ;
3. activez **Monitor Comp** et réglez le seuil, le ratio, l'attaque et le relâchement en écoutant la partie compressée seule ;
4. désactivez les moniteurs pour écouter le résultat, et servez-vous de **Monitor Delta** pour entendre ce qui a été retiré.

Linkwitz-Riley ou FIR

Les filtres de bande des deux branches (détection, sidechain et cible) sont tous du même type, choisi dans l'onglet MAIN par **X Filters Taps** : des filtres **Linkwitz-Riley** quand ce réglage vaut 0 (défaut), des filtres **FIR** sinon. Ce choix ne concerne que ces filtres : ceux des égaliseurs dynamiques, du waveshaper, de l'opto et du bias ne changent pas.

Les filtres Linkwitz-Riley

Un filtre de Linkwitz-Riley d'ordre 4 sépare le signal en une sortie basse et une sortie haute, avec des pentes de 24 dB par octave qui se croisent à −6 dB à la fréquence de coupure. Leur propriété remarquable : **la somme des deux sorties a une amplitude parfaitement plate**. Séparer le signal en cible et reste puis les additionner ne change donc pas le spectre.

En revanche, cette somme n'est pas le signal d'origine : c'est un **passe-tout**, dont la phase tourne d'un tour complet (360°) autour de la fréquence de coupure. Avec deux fréquences (une bande ou deux bandes), la rotation est double.

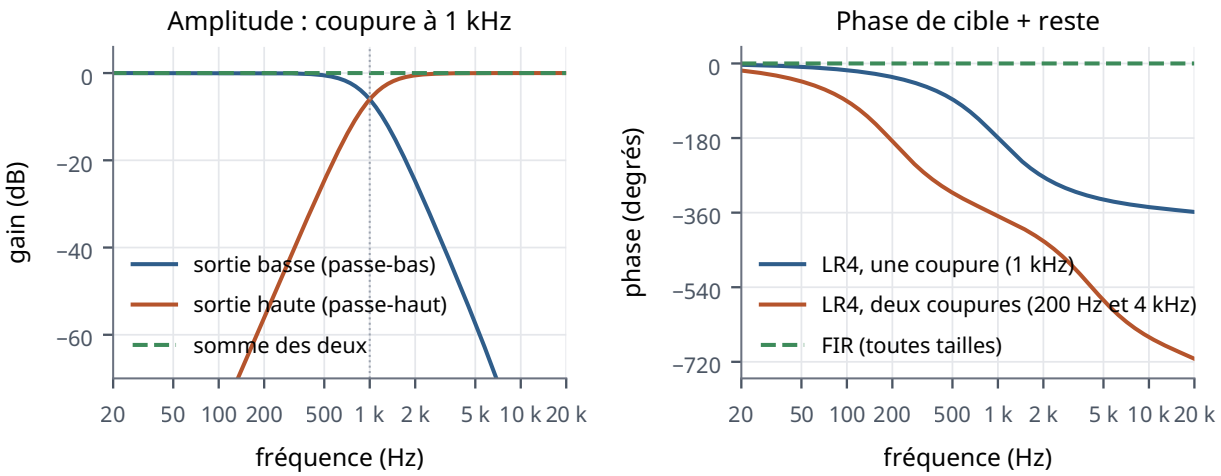


Figure 67 — Filtres Linkwitz-Riley de Comprendre. À gauche, les deux sorties d'un filtre à 1 kHz et leur somme, plate. À droite, la phase de la somme cible + reste : elle tourne avec les filtres Linkwitz-Riley, elle reste nulle avec les filtres FIR.

Les conséquences dépendent de la branche :

- **Dans la détection**, la rotation de phase n'est jamais entendue : seul le niveau du signal filtré compte.
- **Dans la cible**, la sortie est la version déphasée de l'entrée, même quand le compresseur ne réduit pas le gain. Seule, elle sonne comme l'original, mais elle ne s'annule plus avec lui : **Monitor Delta** n'est pas silencieux, et le **Dry/Wet**, ou un mélange parallèle dans votre logiciel hôte, peut créer des interférences (chapitre 7).

Les filtres Linkwitz-Riley n'ajoutent aucune latence et ne coûtent presque rien en calcul.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Pour François, l'atout des Linkwitz-Riley est leur réponse en fréquence parfaite une fois les bandes additionnées, et leur défaut, la phase, réputée gênante en mastering. C'est la raison d'être des filtres FIR.

> **Pour aller plus loin**
>
> Un Linkwitz-Riley d'ordre 4 est la mise en série de deux Butterworth d'ordre 2 de même fréquence. En notant u = f / fc, les amplitudes valent $1/(1 + u^4)$ pour la sortie basse et $u^4/(1 + u^4)$ pour la sortie haute. Leur somme est un passe-tout d'ordre 2. Avec deux fréquences, Comprendre fait passer la bande basse par le passe-tout de la seconde fréquence, pour que les trois bandes restent en phase : la somme est alors le produit des deux passe-tout. Ce sont les filtres de JUCE, en structure TPT, recalculés à la fréquence interne (suréchantillonnage compris).

Les filtres FIR

Quand **X Filters Taps** est différent de 0, les filtres de bande deviennent des filtres **FIR** (à réponse impulsionnelle finie). Chacun est un passe-bas conçu par la **méthode de la fenêtre** : une réponse impulsionnelle idéale, tronquée à un nombre fini de coefficients et adoucie par une fenêtre. Les

autres formes sont obtenues par soustraction : le passe-haut est le signal moins le passe-bas, la bande est la différence de deux passe-bas, et le reste est le signal moins la cible. Le signal principal est retardé de la latence du filtre, pour aligner ces soustractions.

Le premier avantage tient à cette construction : la cible et le reste se recomposent exactement en signal d'origine, simplement retardé. Il n'y a plus de rotation de phase (figure précédente, à droite).

Le prix à payer est triple :

- **la latence** : (taps − 1)/2 échantillons, déclarés à l'hôte ;
- **la sélectivité** : pour un nombre de taps donné, la largeur de la transition est fixe en hertz. Une coupure grave demande beaucoup de taps ;
- **le calcul** : le coût est proportionnel au nombre de taps, pour chaque canal et chaque filtre engagé.

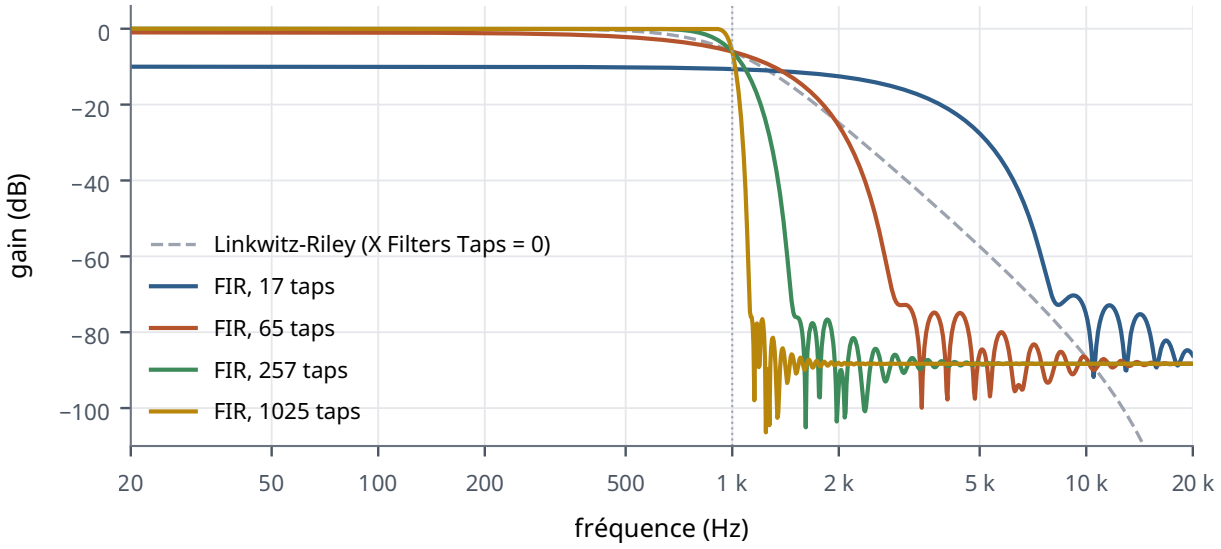


Figure 68 — Passe-bas FIR à 1 kHz (FX Low Cut seul), fenêtre blackman, à 44,1 kHz, pour quatre valeurs de X Filters Taps ; en pointillés gris, le Linkwitz-Riley. Avec 17 taps, la transition est si large que le filtre n'atteint même pas 0 dB dans le grave.

X Filters …

onglet MAIN

Choix : 0 · 17 · 33 · 49 · 65 · 97 · 129 · 193 · 257 · 385 · 513 · 769 · 1025 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fir_taps`

Choisit le type des filtres de bande de la détection, du sidechain et de la cible :

- **0** (défaut) : filtres Linkwitz-Riley ;
- **17 à 1025** : filtres FIR de cette taille.

Plus la valeur est grande, plus la transition est étroite. Pour un passe-bas à 5 kHz à 44,1 kHz avec la fenêtre blackman, le passage de −1 dB à −40 dB s'étend sur 8,5 kHz avec 17 taps, 2,2 kHz avec 65 taps, 565 Hz avec 257 taps et 141 Hz avec 1025 taps. En règle approchée, cette largeur vaut 3,3 · fs / (taps + 1) avec la fenêtre blackman (fs étant la fréquence interne), environ 4 · fs / (taps + 1) avec blackmanHarris et 2,5 · fs / (taps + 1) avec hann ou hamming. Une coupure précise vers 100 ou 200 Hz demande donc plus que les 1025 taps disponibles à 44,1 kHz.

La **latence** vaut (taps − 1)/2 échantillons : à 44,1 kHz, 8 échantillons (0,18 ms) pour 17 taps, 32 (0,73 ms) pour 65, 128 (2,9 ms) pour 257 et 512 (11,6 ms) pour 1025. Elle est déclarée à votre logiciel hôte, et elle s'applique **dès que ce réglage est différent de 0**, même si aucun filtre n'est engagé : laissez-le à 0 si vous n'utilisez pas les filtres de bande.

Le nombre de taps n'est **pas adapté au suréchantillonnage**. Les filtres tournent à la fréquence interne : avec un suréchantillonnage ×F, il faut multiplier la valeur par F pour conserver la même sélectivité (65 sans suréchantillonnage correspond à 129 en ×2). La valeur maximale, 1025, limite donc la sélectivité possible : en ×16, elle équivaut à environ 64 taps sans suréchantillonnage. La latence déclarée est alors arrondie à l'échantillon supérieur, à la fréquence de base.

Chaque changement de fréquence, de taille, de fenêtre ou de bêta recalcule les filtres concernés : pendant le calcul, le signal passe non filtré, puis la mémoire du filtre est vidée. En mode FIR, évitez d'automatiser ces réglages pendant la lecture.

L'auto-volume **In->Out** n'est pas compatible avec les filtres FIR (chapitre 8).

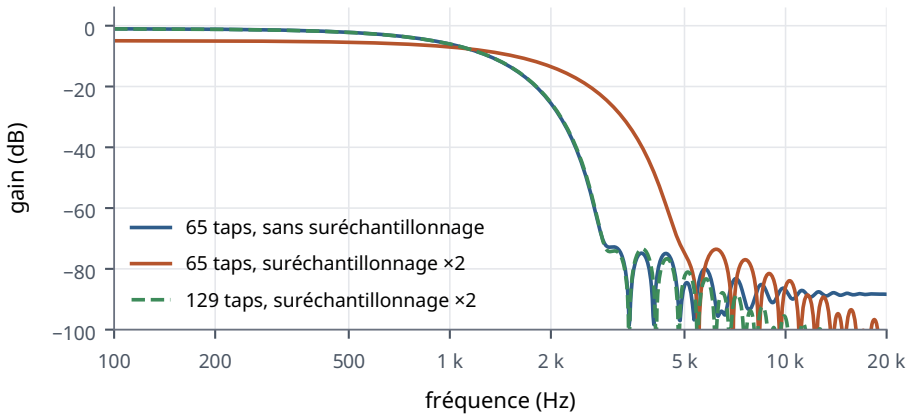


Figure 69 — Effet du suréchantillonnage sur un passe-bas FIR à 1 kHz (fenêtre blackman). À taps égal, le suréchantillonnage ×2 élargit la transition ; doubler le nombre de taps rétablit exactement la courbe.

Le mot de l'auteur

François le résume ainsi : un grand nombre de taps est nécessaire pour que le filtre soit efficace, mais plus il y en a, plus la latence est grande ; et quand on suréchantillonne, il faut multiplier le nombre de taps par le facteur de suréchantillonnage pour obtenir le même filtrage. Il reconnaît qu'un petit effet de phase subsiste, et considère ce compromis comme le moins mauvais qu'il ait trouvé.

À confirmer par François

JUCE interprète la valeur de **X Filters Taps** comme un ordre : le filtre a taps + 1 coefficients et un retard de taps/2 échantillons, alors que le plugin compense (taps − 1)/2. D'après le calcul, ce demi-échantillon de décalage limite l'atténuation des filtres obtenus par soustraction (avec FX High Cut, à 44,1 kHz : environ −43 dB à 100 Hz, et seulement −17 dB à 2 kHz pour une coupure à 5 kHz), et le coefficient central, placé à côté du centre réel, crée un plancher qui remonte avec la fréquence de coupure (environ −46 dB pour un passe-bas à 5 kHz). Faut-il passer taps − 1 à JUCE ?

À confirmer par François

En mode FIR, un filtre n'est recalculé que lorsque « sa » fréquence change (ou les taps, la fenêtre, le bêta, le suréchantillonnage). D'après le code, régler FX Low Cut **avant** FX High Cut laisse le second filtre de la bande non calculé, et remettre FX High Cut à 0 alors que FX Low Cut est actif laisse le filtre sur l'ancienne fréquence de FX High Cut ; toucher ensuite l'autre fréquence, ou X Filters Taps, corrige la situation. Pouvez-vous le vérifier à l'écoute ?

Les fenêtres

La réponse impulsionnelle d'un passe-bas idéal est infinie. Le filtre FIR n'en garde qu'un nombre fini de points ; couper brutalement aux extrémités crée des ondulations et limite l'atténuation hors de la bande. La **fenêtre** est une courbe qui adoucit ces extrémités. Le choix est un compromis :

- une fenêtre qui adoucit peu donne une transition **raide**, mais une **atténuation faible** hors de la bande ;
- une fenêtre qui adoucit beaucoup donne une **forte atténuation**, mais une transition **plus large**.

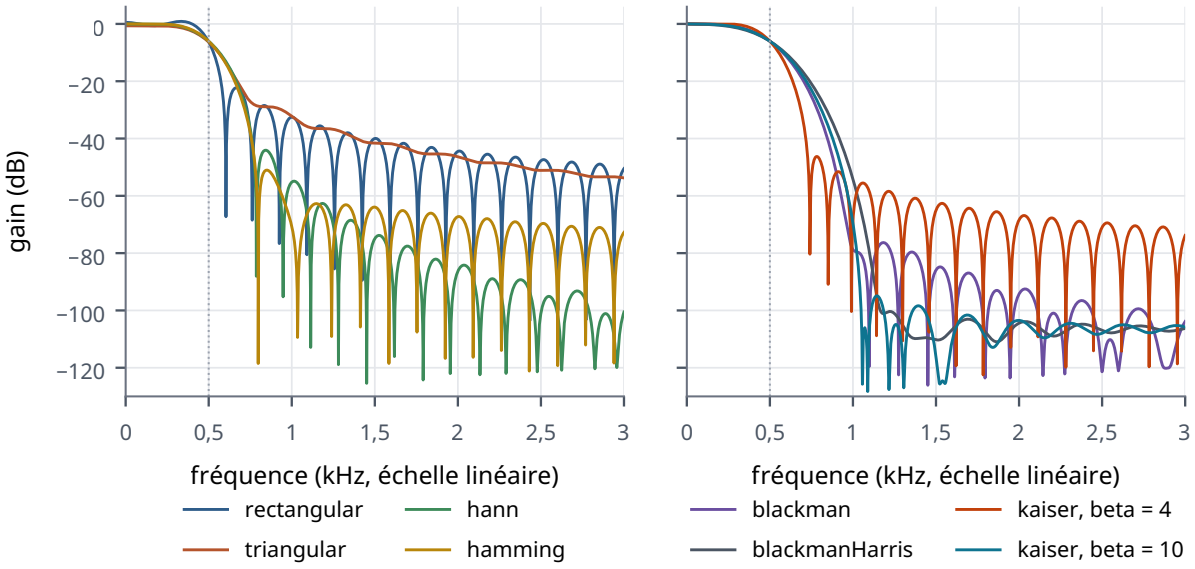


Figure 70 — Passe-bas FIR à 500 Hz, 257 taps, à 44,1 kHz : effet de la fenêtre, sur une échelle de fréquences linéaire.

Sur l'exemple de la figure, l'atténuation hors de la bande atteint environ 20 à 40 dB avec la fenêtre rectangulaire, 45 à 70 dB avec hann, 50 à 65 dB avec hamming, 75 dB avec blackman et 100 dB avec blackmanHarris ; la transition s'élargit dans le même ordre. La fenêtre triangulaire combine une transition large et une atténuation faible.

X Filters Window

onglet MAIN

Choix : blackman · blackmanHarris · flatTop · hamming · hann · kaiser · rectangular · triangular **Défaut :** blackman
Identifiant : `fir_fenetre`

Choisit la fenêtre des filtres FIR : **blackman** (défaut), **blackmanHarris**, **flatTop**, **hamming**, **hann**, **kaiser**, **rectangular** ou **triangular**. Ce menu, placé sous X Filters Taps dans l'onglet MAIN, n'a pas de nom affiché. Il est sans effet tant que X Filters Taps vaut 0.

- **rectangular** : pas d'adoucissement ; la transition la plus raide, l'atténuation la plus faible, et une légère ondulation dans la bande passante.
- **hann** et **hamming** : compromis moyens.
- **blackman** : bonne atténuation, transition un peu plus large ; un bon choix par défaut.
- **blackmanHarris** : la plus forte atténuation, la transition la plus large.
- **kaiser** : réglable par le paramètre **beta** : de l'équivalent de rectangular (bêta = 0) à l'équivalent de blackmanHarris (bêta = 12).
- **triangular** : peu intéressante ici.
- **flatTop** : voir l'encadré ci-dessous.

beta

onglet MAIN

Plage : 0 à 12 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fir_beta`

Paramètre de la fenêtre **kaiser**, de 0 à 12 ; les autres fenêtres l'ignorent. À 0 (défaut), la fenêtre kaiser est exactement la fenêtre rectangulaire. En montant, l'atténuation hors de la bande augmente et la transition s'élargit : dans l'exemple de la figure, environ 50 dB d'atténuation pour un bêta de 4, 80 dB pour 8 et 100 dB pour 12, valeur qui rejoint blackmanHarris.

Le mot de l'auteur

La fenêtre préférée de François est blackmanHarris : elle ressemble à une kaiser au bêta maximal, alors qu'une kaiser à bêta faible ressemble à la rectangulaire.

À confirmer par François

Avec la fenêtre **flatTop**, la fenêtre de JUCE n'est pas normalisée (sa valeur centrale vaut 4,6) : d'après le calcul, le passe-bas a un gain allant jusqu'à +13 dB dans sa bande passante, et les filtres obtenus par soustraction (FX High Cut, bandes) amplifient au lieu de couper. Faut-il retirer cette fenêtre du menu ?

À confirmer par François

Le code tronque **beta** à l'entier : seules les valeurs 0, 1, 2… 12 ont un effet, alors que le potentiomètre avance par pas de 0,01. Est-ce voulu ?

Pour aller plus loin

Pour une fréquence de coupure fc, une fréquence interne fs et une valeur N de X Filters Taps, JUCE calcule N + 1 coefficients h[i] = w[i] · sin(2π · fn · (i − N/2)) / (π · (i − N/2)), avec fn = fc / fs, sauf le coefficient d'indice i = (N − 1)/2, qui reçoit 2 · fn (voir le premier encadré « À confirmer » de la section FIR) ; le passe-bas obtenu passe par −6 dB à fc. Les fenêtres w ont N + 1 points ; avec $c_k = \cos(k \cdot \pi \cdot i / N)$:

- rectangular = 1 ; triangular = $1 - |i - N/2| / (N/2)$;
- hann = $0{,}5 - 0{,}5\ c_2$; hamming = $0{,}54 - 0{,}46\ c_2$;
- blackman = $0{,}42 - 0{,}5\ c_2 + 0{,}08\ c_4$;
- blackmanHarris = $0{,}35875 - 0{,}48829\ c_2 + 0{,}14128\ c_4 - 0{,}01168\ c_6$;
- kaiser = $I_0(\beta \cdot \sqrt{1 - ((i - N/2)/(N/2))^2}) / I_0(\beta)$, I_0 étant la fonction de Bessel modifiée d'ordre 0.

Avec L(f) le passe-bas à f et z le signal retardé : FX High Cut seul donne $z - L(f_1)$; FX Low Cut seul, $L(f_2)$; une bande, $L(f_2) - L(f_1)$; deux bandes, $z - L(f_1) + L(f_2)$. Le reste vaut toujours z − cible.

> **♪ En musique : pour le mastering**
>
> Sur un master, deux réglages de ce chapitre prennent tout leur sens. Le **FX Mid/Side** de l'onglet OUTPUT ne compresse que les côtés (à 1) ou que le centre (à 0) : de quoi calmer des cymbales ou une réverbération trop larges sans toucher à la voix et à la basse, qui vivent au centre, ou au contraire tenir le centre en laissant l'image respirer. L'astuce n'est pas neuve : le chapitre 7 la fait remonter au mode Lateral/Vertical du Fairchild 670. Dès que la cible est filtrée, passez aux filtres FIR (**X Filters Taps** à 257 ou plus, fenêtre **blackmanHarris**, celle que préfère François) : la cible et le reste se recomposent sans rotation de phase. François les a conçus pour ceux qui, en mastering notamment, n'aiment pas le déphasage des filtres classiques ; leur latence de quelques millisecondes est sans conséquence au mastering, mais gênante si l'on joue en direct à travers le plugin. Enfin, François voit dans l'égaliseur dynamique placé dans le détecteur, associé aux modulations du relâchement par la fréquence (chapitre 23), un moyen d'obtenir une cohérence globale qui relève presque du mastering.

Exemples de réglages

Les exemples suivants partent des réglages par défaut. Les fréquences sont indicatives.

Empêcher les graves de faire pomper. Onglet INPUT, **FX High Cut** vers 100 à 150 Hz. La cible reste le signal entier : tout le mixage est compressé, mais la grosse caisse et la basse ne déclenchent plus la compression à elles seules. Comme seule la détection est filtrée, aucune rotation de phase n'est audible.

Un de-esser. Onglet INPUT, **FX High Cut** vers 5 kHz : le compresseur ne réagit qu'aux sifflantes. Onglet OUTPUT, **FX High Cut** à la même fréquence : seuls les aigus sont atténués quand les sifflantes dépassent le seuil. Des temps d'attaque et de relâchement courts conviennent (chapitre 12). Avec la cible entière (OUTPUT sans filtre), on obtient au contraire un de-esser « large bande », qui baisse tout le signal à chaque sifflante.

Compresser les aigus d'après les graves. Onglet INPUT, **FX Low Cut** vers 150 Hz ; onglet OUTPUT, **FX High Cut** vers 3 kHz. Les aigus (cymbales, par exemple) sont baissés à chaque coup de grosse caisse. Réglez les deux filtres en écoutant **Monitor Input** puis **Monitor Output**.

Faire céder la basse à la grosse caisse. Envoyez la grosse caisse sur l'entrée sidechain de Comprendre, placé sur la basse. Onglet MAIN, **Sidechain** à 1 ; onglet INPUT, **FX Low Cut** vers 120 Hz (ce filtre s'applique aussi au sidechain) ; onglet OUTPUT, **FX Low Cut** vers 200 Hz. Seul le grave de la basse est baissé quand la grosse caisse frappe ; ses harmoniques restent intactes.

Tenir les côtés de l'image. Onglet OUTPUT, **FX Mid/Side** à 1 : seul le Side est compressé, le Mid passe intact. Onglet INPUT, **FX Mid/Side** à 1 pour que la détection mesure elle aussi le Side. **Comp Db** permet ensuite de remonter la partie compressée seule, donc d'élargir l'image de façon contrôlée. Avec en plus **FX High Cut** dans l'onglet OUTPUT, on ne traite que le Side des aigus.

Compresser les extrêmes du spectre. Onglet OUTPUT, **FX High Cut** à 5 kHz et **FX Low Cut** à 120 Hz : les graves et les aigus forment la cible, le médium passe intact.

Un compresseur feedback. Onglet INPUT, **FF->FB** à 1. À réglages égaux, la compression est plus douce ; baissez le seuil ou montez le ratio pour retrouver la même quantité de réduction. Si la cible est filtrée, **FB cmp->all** choisit si le détecteur mesure la seule bande compressée ou toute la sortie.

Filtrer la cible sans toucher à la phase. Onglet MAIN, **X Filters Taps** à 257 ou plus, fenêtre **blackman** ou **blackmanHarris** ; multipliez la valeur par le facteur de suréchantillonnage s'il est actif. La cible et le reste se recomposent exactement, au prix d'une latence de quelques millisecondes.

Récapitulatif

Réglage	Onglet	Valeur neutre	Rôle
FF->FB	INPUT	0	feed-forward (0) ou feedback (1)
FB cmp->all	INPUT	0	retour pris sur la cible compressée (0) ou toute la sortie (1)
FX High Cut	INPUT	0 Hz	passe-haut de la détection
FX Low Cut	INPUT	20 000 Hz	passe-bas de la détection
FX fb cmp	INPUT	0	ajout de la différence compressée − non compressée
FX Mid/Side	INPUT	0,5	Mid (0) ou Side (1) de la détection
FX deq, FX deq->ws, FX ws, FX deq	INPUT	0	envois du DEQ, du WS et du DEQ 2 vers la détection
Channels Mix	INPUT	Avg	réunion des canaux liés
Sidechain	MAIN	0	part du sidechain dans la détection
FX High Cut	OUTPUT	0 Hz	passe-haut de la cible
FX Low Cut	OUTPUT	20 000 Hz	passe-bas de la cible
FX Mid/Side	OUTPUT	0,5	Mid (0) ou Side (1) de la cible
deq, deq->ws, ws, deq	OUTPUT	1	dosages du DEQ, du WS et du DEQ 2 sur la cible
X Filters Taps	MAIN	0	Linkwitz-Riley (0) ou FIR de N taps
fenêtre (sans nom)	MAIN	blackman	fenêtre des filtres FIR
beta	MAIN	0	paramètre de la fenêtre kaiser

CHAPITRE 15

Réduction de gain et designer optique

Une fois que le suiveur d'enveloppe a lissé le gain visé par la courbe de transfert (chapitres 10 à 12), Comprendre peut encore le transformer avant de l'appliquer au signal. C'est le rôle des deux onglets décrits dans ce chapitre :

- l'onglet **GR (cv)** déforme l'enveloppe par des puissances et un décalage, puis contient le **designer optique**, qui imite le comportement des compresseurs optiques : des temps de réaction qui dépendent de la quantité de réduction ;
- l'onglet **F (gr)** traite le « produit de saturation » de l'opto, c'est-à-dire la différence que l'opto introduit dans le signal : on peut le retarder, le filtrer, le doser et le limiter.

Le suffixe (cv) rappelle que ces réglages agissent après la courbe (*curve*) ; le suffixe (gr) que le produit vient de la réduction de gain (*gain reduction*).

Ces deux onglets touchent à ce qui fait la personnalité d'un compresseur. La forme de l'enveloppe, d'abord : son point de repos, sa profondeur, sa courbure. Le réglage **Env Offset**, qui la décale tout entière, est celui que François utilise le plus pour imiter d'autres compresseurs : 21 des 80 presets s'en servent. Le **designer optique**, ensuite, rend accessible l'une des sensations les plus recherchées de l'histoire de la compression : la respiration d'une cellule optique, qui suit la musique avec un temps de retard, relâche vite puis traîne, et donne aux voix, aux basses et aux pianos la souplesse qui a fait la réputation du LA-2A. Sur une machine, ce comportement est figé dans la physique d'une cellule. Ici, il devient une série de réglages que l'on peut doser, accélérer, ralentir, inverser, intégrer à l'enveloppe ou traiter comme une couleur à part. Ceux qui mixent y trouveront une compression qui se fait oublier ; ceux qui imitent, des outils pour retrouver la forme exacte d'une courbe de gain ; ceux qui explorent, ce que François appelle l'« optique négatif ».



Figure 71 — L'onglet GR (cv) : mise en forme de l'enveloppe et designer optique.



Figure 72 — L'onglet F (gr) : traitement du produit de saturation de l'opto.

Où agissent ces réglages

Voici l’ordre exact des opérations, depuis la courbe de transfert jusqu’à l’application du gain :

1. la courbe de transfert fournit le gain visé (courbe violette) ;
2. **Env Pow Unpow** élève ce gain à une puissance p ;
3. les suiveurs d’enveloppe le lissent (onglets **ENV (cv)** et **A/R (cv)**) ;
4. **Env Pow Unpow** applique la puissance inverse 1/p ;
5. **Gr|Env Pow** applique une seconde puissance, à l’enveloppe ou à la réduction ;
6. **Env Offset** ajoute un décalage ;
7. l’enveloppe est bornée à 0 par le bas, mais **pas** par le haut : elle peut dépasser 1, c’est-à-dire devenir un gain ;
8. le **designer optique** calcule son propre gain, s’il est actif (**Opto** différent de 0) ;
9. selon **Opto Env**, ce gain optique est soit intégré à l’enveloppe, soit gardé à part ;
10. l’enveloppe multiplie la cible, à travers **Gr Amp** (chapitre 10) ;
11. si l’opto est gardé à part, la différence qu’il introduit (le produit de saturation) est traitée par l’onglet **F (gr)** puis ajoutée au signal.

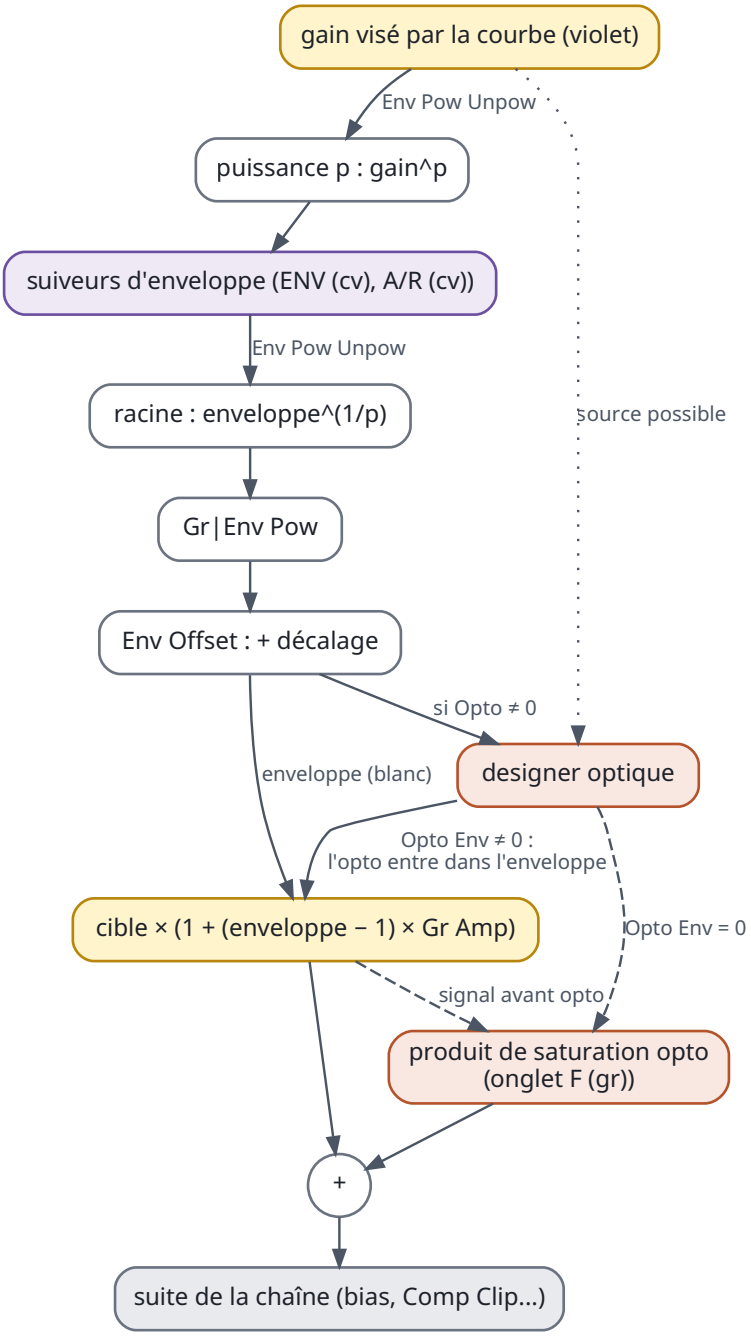


Figure 73 — La chaîne de la réduction de gain, de la courbe au signal.

> **Ces réglages activent le suiveur**
>
> Le suiveur d'enveloppe et ses post-traitements ne sont calculés que s'ils servent à quelque chose : attaque ou relâchement non nuls, ou l'un des réglages **Env Pow Unpow**, **Gr | Env Pow** ou **Env Offset** différent de sa valeur neutre. Lorsqu'ils ne sont pas calculés, l'enveloppe est simplement égale au gain visé par la courbe.

Mettre en forme l’enveloppe

Les trois premiers réglages de l’onglet modifient l’enveloppe elle-même. Ils ont des rôles bien distincts :

- **Env Pow Unpow** ne change pas la réduction obtenue sur un signal stable, seulement la façon dont l’enveloppe y arrive : c’est un réglage de **dynamique** ;
- **Gr | Env Pow** change la quantité de réduction, à tous les niveaux : c’est un réglage de **courbe**, appliqué après le lissage ;
- **Env Offset** décale toute l’enveloppe, en permanence.

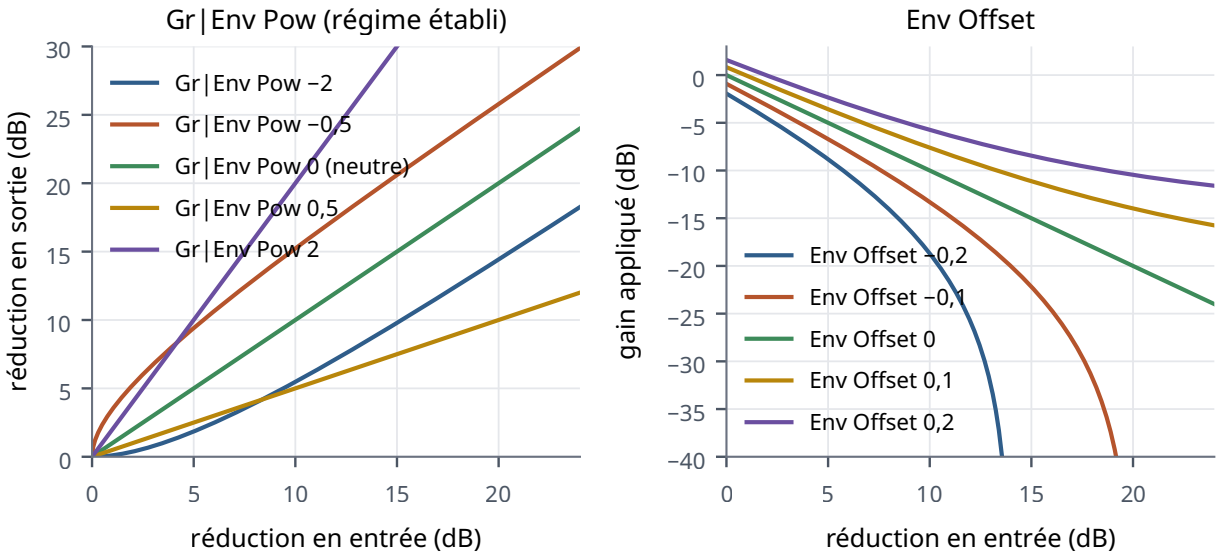


Figure 74 — À gauche, l'effet de Gr | Env Pow sur la réduction en régime établi. À droite, l'effet de Env Offset : le décalage est additif en amplitude, si bien que son effet en dB grandit avec la réduction.

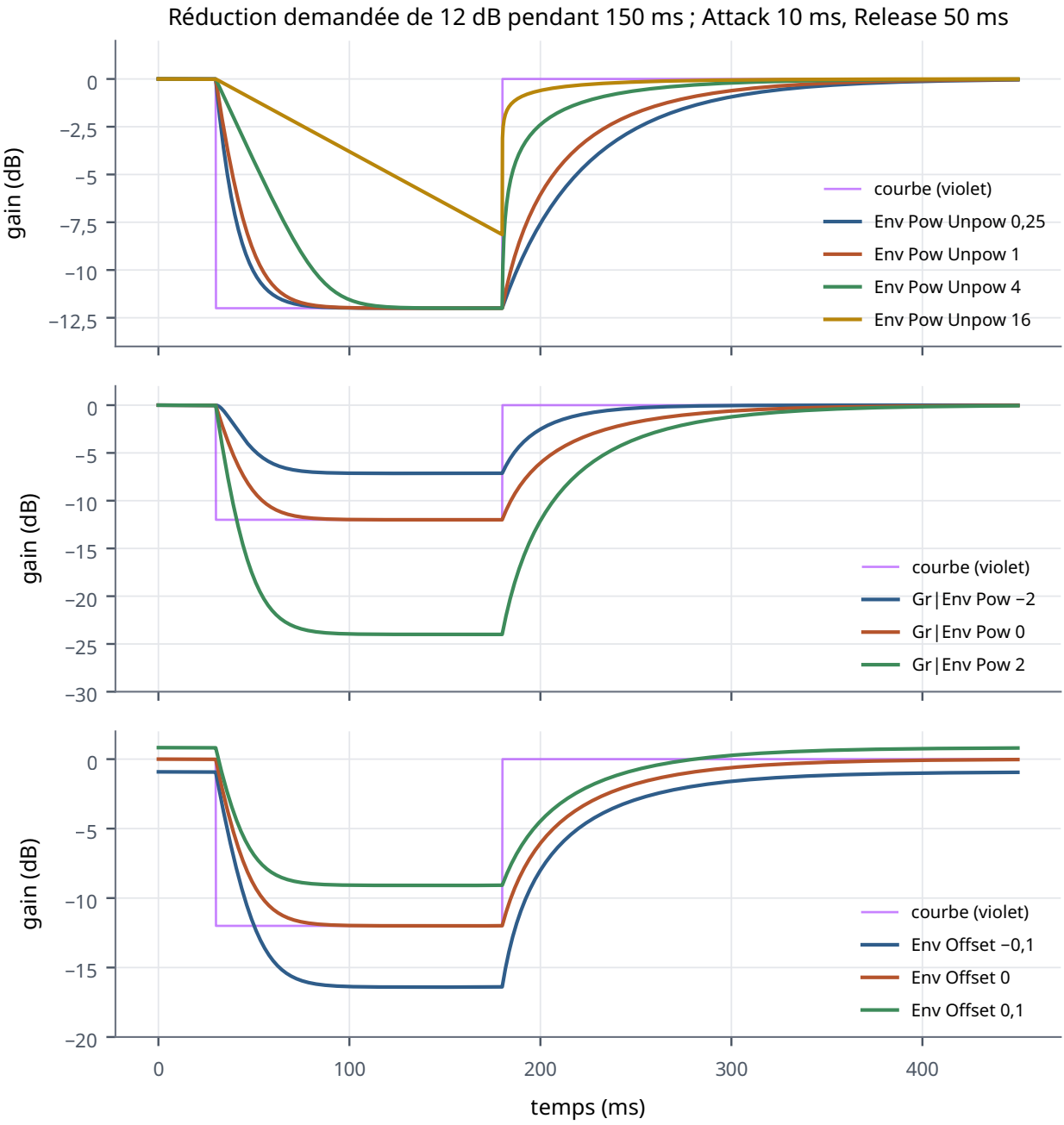


Figure 75 — Les trois réglages sur une même demande de réduction (12 dB pendant 150 ms), avec le suiveur par défaut (linéaire, Attack 10 ms, Release 50 ms).

Env Pow Unpow

onglet GR (cv)

Plage : 0,000001 à 64 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `env_puissance`

Élève le gain visé à la puissance p **avant** les suiveurs d'enveloppe, puis applique la puissance inverse 1/p à leur sortie. Élever un gain à la puissance p revient à multiplier sa réduction en dB par p : avec p = 2, une demande de 6 dB devient 12 dB pour les suiveurs, qui la lissent, puis la racine ramène le résultat à l'échelle d'origine.

Sur un signal stable, les deux opérations s'annulent : la réduction finale est exactement la même. Seule la **dynamique** change, car les suiveurs travaillent sur une réduction dilatée (p > 1) ou contractée (p < 1). Avec le suiveur linéaire par défaut :

- **p > 1** ralentit l'attaque et accélère le relâchement, d'autant plus que p est grand. Pour les grandes valeurs, la descente devient presque rectiligne en dB et s'arrête net sur la cible, tandis que le relâchement remonte presque instantanément ;
- **p < 1** accélère un peu l'attaque et ralentit un peu le relâchement. Quand p tend vers 0, le suiveur linéaire se comporte exactement comme un suiveur en dB ;
- **p = 1** (défaut) : aucun effet.

Avec les suiveurs en dB (**EvMu Lin/Db** à 1, chapitre 11), multiplier la réduction en dB avant le lissage puis la diviser après revient presque au même : l'effet se limite aux cas non linéaires (plancher de −60 dB, modes d'attaque et de relâchement).

Le mot de l'auteur

Certains suiveurs d'enveloppe utilisent cet algorithme (puissance à l'entrée, puissance inverse à la sortie) pour obtenir des propriétés différentes. Selon la valeur, il peut « radoucir » ou « brutaliser » l'enveloppe.

À confirmer par François

Env Pow Unpow élève aussi à la puissance p le gain visé tel qu'il est affiché (ligne violette de l'historique et courbe du graphe pendant le fonctionnement), et tel que le reçoivent le designer optique (source « courbe ») et le bias. Est-ce voulu, ou seule l'entrée des suiveurs devait-elle être modifiée ?

Gr|Env Pow

onglet GR (cv)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `env_diode`

Applique une puissance d à l'enveloppe ou à la réduction, selon le signe du réglage. Contrairement à **Env Pow Unpow**, elle n'est pas compensée ensuite : elle change la quantité de réduction.

- **d positif** : l'enveloppe est élevée à la puissance d, ce qui multiplie la réduction en dB par d. Avec d = 2, 6 dB de réduction deviennent 12 dB ; avec d = 0,5, ils deviennent 3 dB. Sur un signal stable et une courbe en dB, c'est comme si l'on multipliait par d la pente de réduction : 2 transforme un 2:1 en ∞:1.
- **d négatif** : la puissance |d| est appliquée à la réduction **linéaire**, c'est-à-dire à l'écart entre l'enveloppe et 1. Avec |d| > 1, les petites réductions sont fortement adoucies et les grandes le sont moins : pour d = −2, 6 dB deviennent 2,5 dB, mais 20 dB deviennent encore 14,4 dB. Avec |d| < 1, c'est l'inverse : pour d = −0,5, 6 dB deviennent 10,6 dB. Si l'enveloppe dépasse 1 (gain), la puissance s'applique de même à l'excès au-dessus de 1.
- **0, 1 et −1** : aucun effet. La valeur par défaut est 0.

Gr|Env Pow agit après le lissage : il déforme une enveloppe déjà lissée, avec ses temps d'attaque et de relâchement (figure ci-dessus).

Le mot de l'auteur

Appliquer une puissance sur l'enveloppe ou sur la réduction de gain : François ne voyait pas l'intérêt de faire les deux en même temps, d'où un seul réglage, dont le signe choisit la variante.

♪ En musique : radoucir ou brutaliser l'enveloppe

Ces deux puissances agissent sur le caractère plus que sur la quantité. **Env Pow Unpow** ne change pas la réduction d'un son tenu, seulement la manière d'y arriver : au-dessus de 1, avec le suiveur linéaire par défaut, l'attaque ralentit et le relâchement s'accélère, jusqu'à remonter presque d'un coup pour les grandes valeurs. Essayez-le sur une batterie, en écoutant le rebond entre deux coups. **Gr|Env Pow** retouche la loi de réduction elle-même : une valeur négative comprise entre −1 et 0 accentue surtout les petites réductions, et rend la compression présente dès ses premiers décibels. Plusieurs presets s'en servent ainsi : **acustica_sand3** (−0,89), **softube_ds1mk3** (−0,8), **toneproject_unisum** (−0,6888), **tr_670** (−0,6666). Côté **Env Pow Unpow**, **ssl_1_b** règle 1,173, **tc_dyn3000** 1,414, **acqua_titanium** 2, et **acustica_ivory** va jusqu'à 7. **overloud_670**, enfin, pousse **Gr|Env Pow** à 8 : la réduction en décibels y est multipliée par huit.

Env Offset

onglet GR (cv)

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `env_offset`

Ajoute une valeur constante à l'enveloppe, après les puissances. L'addition se fait en amplitude, sur une enveloppe qui vaut 1 au repos et descend vers 0 quand la réduction augmente. Il n'y a pas de plafond : l'enveloppe peut dépasser 1.

- **Au repos** (pas de réduction), un décalage positif devient un gain permanent : +0,1 donne +0,83 dB ; un décalage négatif devient une atténuation permanente : −0,1 donne −0,92 dB.
- **Pendant la réduction**, comme l'enveloppe est plus petite, le même décalage pèse plus lourd en dB : avec 6 dB de réduction, +0,1 la ramène à 4,4 dB et −0,1 la porte à 7,9 dB.
- **Un décalage négatif peut annuler l'enveloppe** : avec −0,1, la cible devient muette dès que la réduction atteint 20 dB (enveloppe à 0,1). L'enveloppe est en effet bornée à 0.

Le décalage s'applique avant le designer optique : il modifie aussi la réduction qui règle la vitesse de l'opto.

Le mot de l'auteur

L'offset est le réglage que François utilise le plus pour imiter des compresseurs : il lui a « sauvé la vie » bien des fois. Sur un LA-2A, par exemple, on sent nettement la présence d'un décalage de ce genre.

Compenser un offset positif

Un **Env Offset** positif monte le niveau même quand le compresseur ne travaille pas. Pour comparer à volume égal, compensez avec le **Makeup** ou l'**Output Db** (chapitre 7), ou laissez l'auto-volume **Out->In** le faire (chapitre 8).

♪ En musique : l'offset, outil fétiche de l'imitation

Lorsqu'on imite un compresseur en mode analyse (chapitre 24), l'écart qui reste entre les deux courbes de gain est parfois un simple décalage : une réduction un peu trop profonde ou pas assez, un niveau de repos différent. **Env Offset** le corrige d'un geste, et l'on comprend pourquoi François en a fait son outil d'imitation favori. Les presets le confirment : 21 sur 80 s'en servent, presque tous avec une valeur négative, qui abaisse le niveau de repos et creuse la réduction d'autant plus qu'elle est forte. **slate_fg2a**, imitation d'un plugin inspiré du LA-2A, règle −0,55, la valeur la plus forte de la collection, ce qui rejoint la remarque de François sur le LA-2A. Suivent **rockrue-pel_comptwo_drums** (−0,5), **softube_germanium** (−0,455), **pulsar_1178** (−0,4), **ddmf_mde** (−0,39), **kush_silka** et **voxengo_polysquasher3** (−0,303), **massenbug_drc2_groove** (−0,3). Trois presets seulement le montent : **acustica_sand3** et **pa_elysia** (+0,173), **tc_dyn3000** (+0,05). Comme un offset positif, un offset négatif change le volume même au repos : compensez-le avant de comparer, sans quoi l'oreille préférera le plus souvent la version la plus forte.

Le designer optique

Le principe

Les compresseurs optiques sont connus pour leurs temps de réaction qui dépendent de ce qu'ils compressent. Le designer optique de Comprendre en propose un modèle simple : un **second suiveur**, qui travaille en décibels et qui suit l'enveloppe (ou directement la courbe), avec des temps d'attaque et de relâchement **d'autant plus courts que la réduction est forte**.

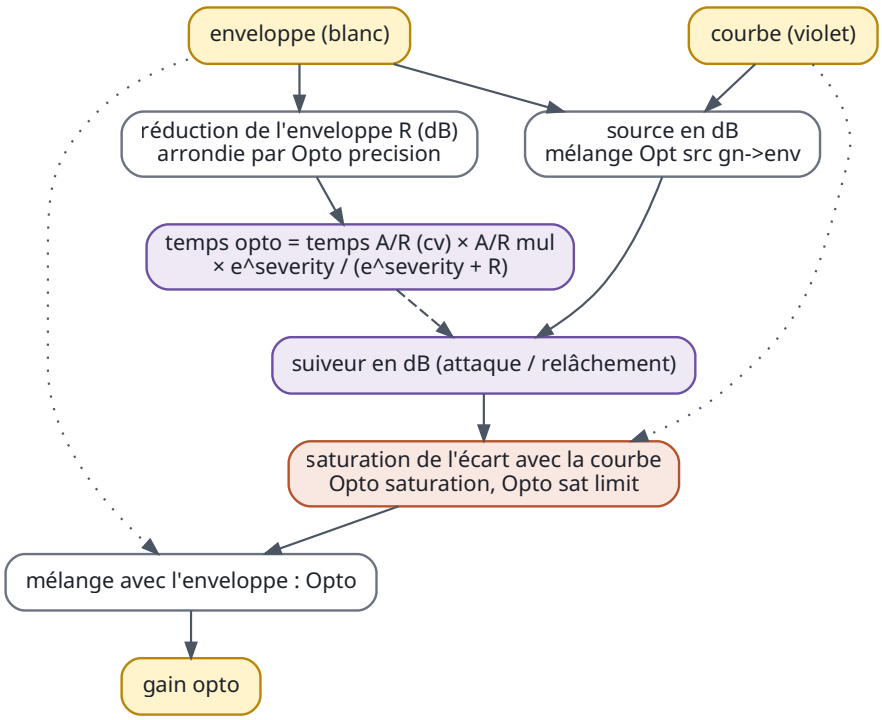


Figure 76 — Le calcul du designer optique.

À chaque échantillon :

1. on mesure **R**, la réduction de l'enveloppe en dB (après **Env Offset**), arrondie par **Opto precision** ;
2. on calcule les temps de l'opto à partir des temps d'attaque et de relâchement du suiveur principal :

   $$\text{temps opto} = \text{temps A/R} \times \text{Opto A/R mul} \times e^{\text{severity}} / (e^{\text{severity}} + R)$$

3. le suiveur optique, en dB, se rapproche de sa **source** (l'enveloppe, la courbe, ou un mélange, selon **Opt src gn->env**) : avec le temps d'attaque quand il doit descendre, avec le temps de relâchement quand il doit remonter ;
4. si l'opto est en retard sur la réduction demandée par la courbe, la **saturation** peut réduire ce retard (**Opto saturation**, **Opto sat limit**) ;
5. le gain optique obtenu est mélangé avec l'enveloppe selon **Opto**.

Les « temps A/R » sont les temps d'attaque et de relâchement effectivement utilisés par le suiveur principal : les potentiomètres **Attack** et **Release**, après les réglages automatiques et les modulations éventuels (chapitres 12 et 23). Leur sens précis (le pourcentage du chemin parcouru en ce temps) est celui des réglages d'altitude de l'onglet **A/R (cv)** ; par défaut, 63 %.

Sans réduction (R = 0), le temps de l'opto vaut donc temps A/R × Opto A/R mul. Plus la réduction augmente, plus il raccourcit, et **Opto severity** règle la force de cet effet.

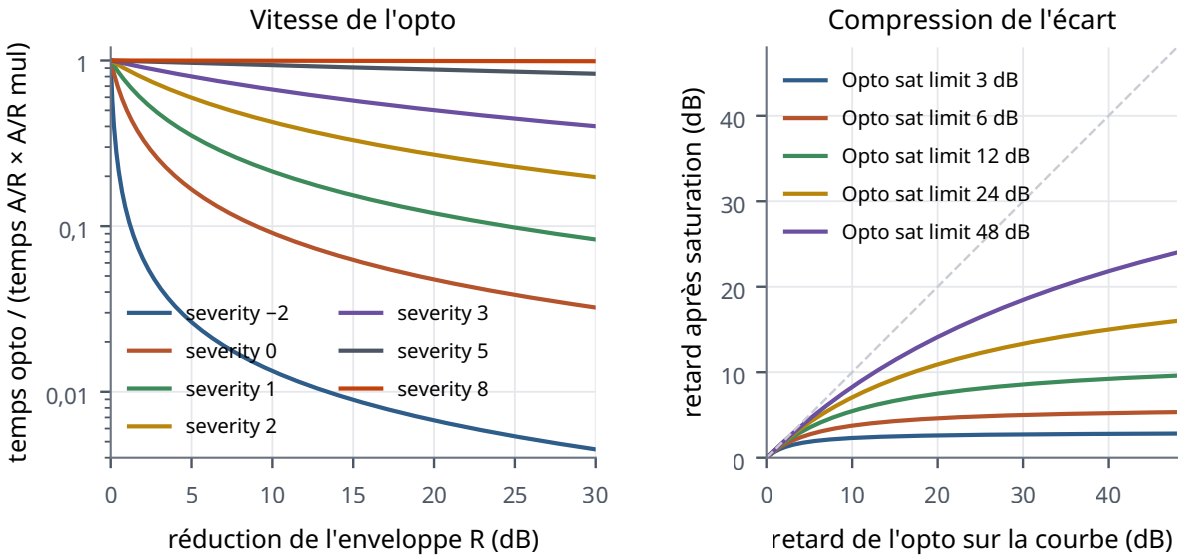


Figure 77 — À gauche, le temps de l'opto (rapporté au temps A/R × A/R mul) selon la réduction de l'enveloppe, pour différentes valeurs de severity. À droite, la compression de l'écart par Opto sat limit.

Un second lissage

Le suiveur optique est placé **après** le suiveur principal, dont il suit la sortie : il ajoute un second lissage, et donc un retard. Mais ce retard dépend de la réduction :

- au début d'une attaque, la réduction est encore faible, l'opto est lent ; dès que la réduction grandit, il accélère et rattrape l'enveloppe ;
- pendant le relâchement, c'est l'inverse : au début, la réduction est encore forte et l'opto suit bien l'enveloppe ; à mesure qu'elle diminue, il ralentit, et la fin du relâchement s'étire en une longue traîne.

C'est ce relâchement en deux temps, rapide puis lent, que l'on observe sur la figure suivante.

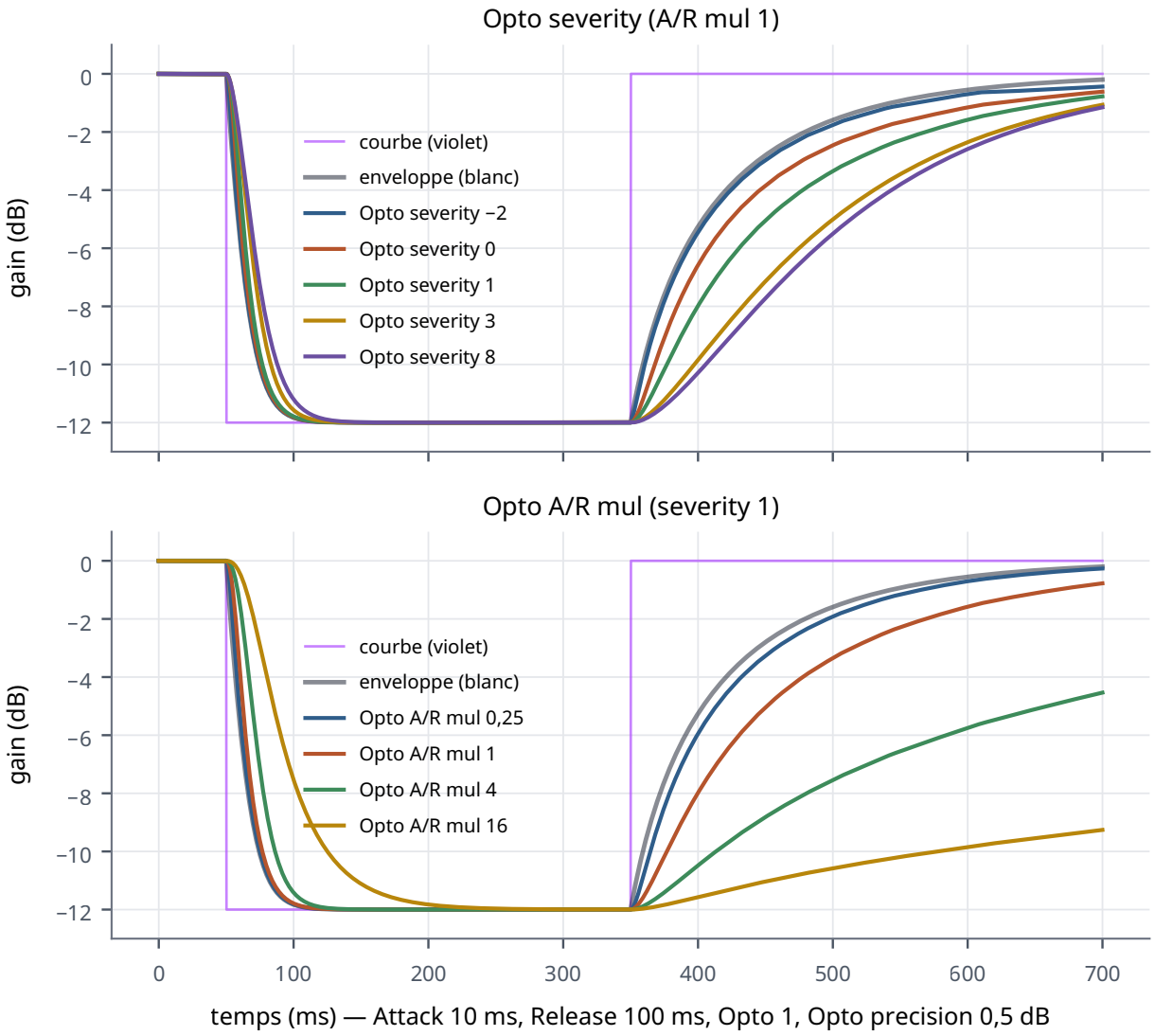


Figure 78 — Réponse de l'opto à une demande de 12 dB de réduction pendant 300 ms (Attack 10 ms, Release 100 ms, Opto 1). En haut, selon Opto severity ; en bas, selon Opto A/R mul. Les petites cassures visibles sur les courbes les plus lentes viennent de l'arrondi par Opto precision.

La cellule T4 et son relâchement en deux temps

Dans le LA-2A, le gain est réglé par la cellule T4 : un panneau électroluminescent éclaire des cellules photorésistantes au sulfure de cadmium, d'autant plus que le signal est fort. Ce panneau a d'ailleurs apporté une attaque plus rapide que celle des compresseurs optiques précédents, dont les lampes au néon ou à incandescence étaient lentes à s'allumer. Le chapitre 2 raconte l'essentiel : une attaque d'environ 10 ms qui dépend de la fréquence, un relâchement en deux étages, rapide sur la première moitié (40 à 80 ms) puis lent sur le reste, jusqu'à plusieurs secondes, et une mémoire qui ralentit ce second étage après une compression forte ou longue. Selon Will Shanks, d'Universal Audio, la T4 a en pratique « une constante de temps de plusieurs minutes ». Ce relâchement dépendant du programme, que les autres familles construisent avec des circuits, l'optique l'obtient « gratuitement », par la seule physique de la cellule. D'autres appareils l'ont repris à leur manière : le ratio 10:1 du Distressor est un mode **Opto** qui émule les compresseurs à cellule optique, avec des relâchements jusqu'à 20 s, et l'étage discret, de type VCA, du Shadow Hills a un mode « Dual » qui imite le double relâchement optique. Le designer optique de Comprendre n'imite pas la physique de la cellule : il en propose un modèle simple, centré sur ce relâchement rapide puis traînant, avec des temps qui raccourcissent quand la réduction augmente.

Lire l'opto dans le graphe

Dès que **Opto** est différent de 0, une ligne **bleu ciel** apparaît dans l'historique (chapitre 4). Elle montre le rapport entre le gain optique et l'enveloppe. En échelle linéaire, elle est à **mi-hauteur** quand l'opto n'a aucun effet ; plus haut, l'opto laisse passer plus de signal que l'enveloppe (il est en retard pendant une attaque) ; plus bas, il réduit davantage (il est en retard pendant un relâchement). Avec **opto amp** à 1, sa hauteur vaut ce rapport moins 0,5 : un rapport de 1,25 la place aux trois quarts de la hauteur. Plus généralement, son écart à la mi-hauteur est proportionnel à 1 + opto amp.

L'enveloppe **blanche** et les points verts de la courbe de transfert ne montrent l'effet de l'opto que si **Opto Env** est différent de 0.

Les réglages du designer

Opto

onglet GR (cv)

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto`

Active le designer optique et règle son mélange avec l'enveloppe. À **0** (défaut), l'opto n'est pas calculé.

L'opto produit un gain optique O ; notons E l'enveloppe. Le réglage fixe la part de l'opto dans le gain appliqué : E + (O − E) × Opto.

- **1** : l'enveloppe est entièrement remplacée par le gain optique ;
- **entre 0 et 1** : mélange, en amplitude ;
- **négatif** : l'écart est retourné. À −1, le gain vaut E − (O − E) : là où l'opto est en retard (moins de réduction que l'enveloppe), on obtient au contraire plus de réduction, et inversement.

Ce gain est appliqué comme un multiplicateur du signal déjà compressé (après **Gr Amp**). Si l'enveloppe vaut 0, l'opto n'a plus d'effet.

Les temps de l'opto étant proportionnels à ceux du suiveur principal, avec des temps **Attack** et **Release** nuls l'opto suit instantanément sa source : si cette source est l'enveloppe, il n'a alors aucun effet.

> **Le mot de l'auteur**
>
> On peut faire de l'« optique négatif ». François conseille surtout d'essayer : le designer est expérimental, et il est plus parlant d'écouter et de regarder la ligne bleue que de raisonner sur les formules.

Opt src gn->env

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_source`

Choisit ce que suit le suiveur optique :

- **1** (défaut) : l'**enveloppe**, c'est-à-dire la sortie du suiveur principal (ligne blanche). L'opto ajoute alors un second lissage ;
- **0** : directement le **gain visé par la courbe** (ligne violette), sans passer par le suiveur principal. Avec **Opto** à 1, c'est alors l'opto seul qui lisse la courbe, avec ses temps variables : le résultat est plus agressif ;
- **entre les deux** : un mélange des deux gains.

Quelle que soit la source, la vitesse de l'opto est toujours calculée d'après la réduction de l'**enveloppe**.

Opto A/R mul

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_ar`

Multiplie les deux temps de l'opto (attaque et relâchement). À 1 (défaut), sans réduction, l'opto a les mêmes temps que le suiveur principal. Au-dessus, il est plus lent et le retard sur l'enveloppe augmente ; à 16, la fin du relâchement s'étire sur plusieurs centaines de millisecondes avec les réglages de la figure.

À **0**, les temps sont nuls : l'opto suit instantanément sa source. Si la source est l'enveloppe, il n'a plus aucun effet ; si c'est la courbe, l'enveloppe est remplacée par le gain visé brut, sans aucun lissage.

Opto severity

onglet GR (cv)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_severite`

Règle à quel point la réduction accélère l'opto. Le temps de l'opto est multiplié par e^severity / (e^severity + R), où R est la réduction de l'enveloppe en dB.

- **Petites valeurs** (négatives) : la moindre réduction rend l'opto très rapide. À −2, il ne garde son temps de base qu'en l'absence de réduction ; dès 3 dB, son temps est divisé par plus de vingt, et il colle à l'enveloppe.
- **Valeur par défaut, 1** : avec un temps de base de 10 ms, l'opto met 10 ms sans réduction, 4,8 ms à 3 dB, 3,1 ms à 6 dB, 2,1 ms à 10 dB, 1,2 ms à 20 dB.
- **Grandes valeurs** : la réduction n'a presque plus d'influence. À 3, le temps ne baisse que de moitié environ à 20 dB ; à 8, il reste pratiquement constant. L'opto devient alors un simple second suiveur, qui ajoute un retard constant à l'enveloppe.

Plus la severity est élevée, plus l'opto est lent et plus son effet est marqué.

> **Le mot de l'auteur**
>
> La severity est, selon François, le réglage le plus important du designer : plus on la monte, plus l'effet est « violent ».

> **♪ En musique : la respiration d'un compresseur optique**
>
> Sur une voix, une basse ou un piano, le relâchement en deux temps du designer donne souvent l'impression d'un compresseur qui suit l'interprète : après une phrase forte, le gain remonte vite, puis la fin de la remontée s'étire et se fond dans la musique. Pour l'approcher, partez d'une compression de quelques décibels, avec **Attack** vers 10 ms et **Release** vers 100 ms, puis réglez **Opto** à 1, **Opto severity** entre 1 et 3 et **Opto A/R mul** entre 2 et 4 (voir aussi la démarche « Un relâchement optique », en fin de chapitre). Écoutez la fin des phrases, les respirations, les queues de notes : c'est là que l'opto se fait entendre. Pour un effet plus marqué, montez d'abord la severity, comme le conseille François ; pour un opto plus paresseux, montez **Opto A/R mul**. Et si vous voulez que le reste du plugin voie ce comportement (graphe, DEQ 2, bias), intégrez-le à l'enveloppe avec **Opto Env**.

Opto precision

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 60 dB **Défaut :** 0,5 dB **Identifiant :** `opto_precision`

Arrondit, vers le bas, la réduction R utilisée pour calculer la vitesse de l'opto, par pas de cette valeur. Avec 0,5 dB (défaut), R prend les valeurs 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5… : la vitesse change par paliers au lieu de varier continûment.

L'arrondi ne porte que sur le calcul des temps, pas sur le gain appliqué : on ne voit pas d'escalier dans la réduction elle-même, mais de petites cassures dans sa vitesse (visibles sur les courbes les plus lentes de la figure précédente).

- **0** : pas d'arrondi ;
- **une valeur plus grande que la réduction maximale** : R est toujours arrondi à 0, et l'opto garde un temps constant (temps A/R × A/R mul), quelle que soit la réduction.

L'arrondi a une autre conséquence : tant que la réduction reste inférieure au pas, l'opto garde son temps de base, le plus lent.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Ce réglage simule le nombre de cellules d'un compresseur optique : une cellule tous les 0,5 dB par défaut ; une valeur plus grande correspond à moins de cellules. Son effet est subtil.

Opto saturation

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_saturation`

Quantité de « saturation » de l'opto. Ce réglage n'agit que lorsque l'opto est **en retard** sur la réduction demandée par la **courbe** (la ligne violette), c'est-à-dire pendant les attaques. L'écart entre les deux, en dB, est d'abord compressé par **Opto sat limit** ; l'opto est ensuite rapproché de la courbe, au plus jusqu'à cet écart compressé :

- **0** (défaut) : aucun effet ; **Opto sat limit** n'a alors aucune influence ;
- **1** : l'opto ne peut pas rester plus loin de la courbe que l'écart compressé ;
- **entre les deux** : rapprochement partiel.

Comme la courbe réagit instantanément, la saturation fait réagir l'opto **tout de suite** au début d'une attaque, par un saut de gain, avant que le lissage ne prenne le relais. Plus l'écart est grand, plus ce saut est important : c'est cette réaction brusque, liée à l'amplitude de la réduction, qui produit l'effet de saturation.

La saturation ne modifie que le gain produit par l'opto, pas son suiveur interne : dès que l'écart disparaît, l'opto reprend sa trajectoire.

Opto sat limit

onglet GR (cv)

Plage : 0,000001 à 480 dB **Défaut :** 24 dB **Identifiant :** `opto_limite`

Règle la compression de l'écart utilisée par **Opto saturation**. Un écart d est ramené à L × d / (L + d), où L est la valeur du réglage : un écart faible passe presque inchangé, un écart grand est ramené vers L sans jamais l'atteindre. Avec 24 dB (défaut), un écart de 6 dB devient 4,8 dB, 24 dB deviennent 12 dB, 48 dB deviennent 16 dB.

Avec une petite valeur, l'opto saturé ne peut jamais être en retard de plus de L dB sur la courbe : la saturation est forte. Avec une grande valeur, l'écart est peu compressé et la saturation a peu d'effet. Sans effet si **Opto saturation** vaut 0.

> **Pour aller plus loin**
>
> Notons E l'enveloppe, R_o la réduction du suiveur optique et R_c la réduction demandée par la courbe, en dB. Si R_o < R_c, l'écart d = R_c − R_o est compressé en d' = L · d / (L + d), puis la réduction produite par l'opto devient R_o + (R_c − d' − R_o) × Opto saturation. Converti en amplitude, ce résultat donne le gain optique O, et le signal compressé est multiplié par 1 + (O / E − 1) × Opto. Le suiveur optique avance à chaque échantillon d'une fraction 1 − a^(1/(T · fs)) de l'écart à sa source, où T est le temps opto, a l'altitude de l'onglet A/R (cv) (1/e par défaut) et fs la fréquence d'échantillonnage interne.

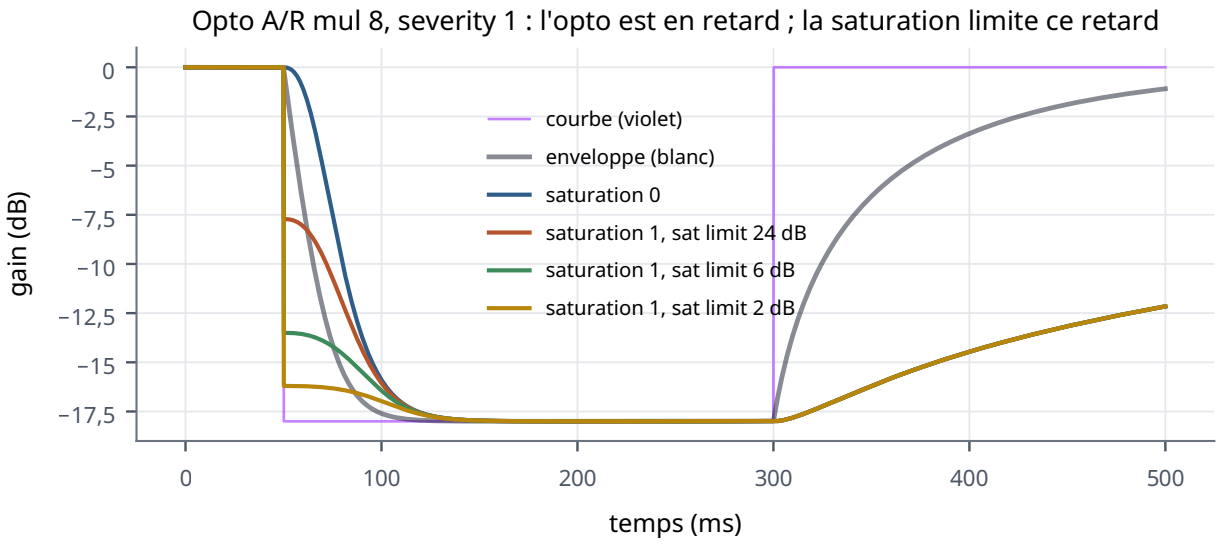


Figure 79 — Saturation de l'opto. Avec A/R mul à 8, l'opto est très en retard sur une demande de 18 dB. Avec Opto saturation à 1, il saute immédiatement à une fraction de la réduction demandée, d'autant plus grande que Opto sat limit est petit. Le relâchement n'est pas concerné.

Opto Env

onglet GR (cv)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_onenv`

Choisit où va l'effet de l'opto.

- **0** (défaut) : l'opto reste **à part**. L'enveloppe n'est pas modifiée ; l'effet de l'opto est appliqué au signal sous la forme d'un **produit de saturation**, traité par l'onglet **F (gr)** (délai, filtres, mélange, limite).
- **Toute autre valeur** : l'opto est **intégré à l'enveloppe**, avec ce facteur : enveloppe + (gain optique − enveloppe) × Opto × Opto Env. À 1 (avec Opto à 1), l'enveloppe devient le gain optique ; à 2, l'écart est doublé ; une valeur négative le retourne.

Une fois intégré, l'opto fait partie de l'enveloppe : il apparaît dans la ligne blanche et les points verts, il est amplifié par **Gr Amp**, et le second égaliseur dynamique ainsi que le bias le voient. En revanche, il n'y a plus de produit de saturation : les réglages de l'onglet **F (gr)**, le délai et **Monitor opto** n'ont plus rien à traiter (il peut seulement rester la fin d'un écho en cours). C'est le cas dès que Opto Env est différent de 0, même pour une très petite valeur.

Le mot de l'auteur

On ne peut pas avoir le beurre et l'argent du beurre : soit l'enveloppe devient le résultat de l'opto, soit l'on garde un produit de saturation que l'on peut retarder et filtrer.

Monitor opto

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `delta_opto`

Fait entendre le **produit de saturation de l'opto**, après son traitement par l'onglet **F (gr)** : c'est la différence entre le signal avec et sans l'opto. C'est le meilleur moyen d'entendre ce que fait l'opto, et de régler ses filtres.

Comme les autres moniteurs, il est exclusif : l'activer désactive les autres (chapitre 7). Le signal écouté subit encore la fin de la chaîne de sortie (retour du Headroom, Makeup, Output Db…), mais pas le post-clipper.

Le moniteur est calculé comme la sortie du compresseur moins le signal avant l'opto. Il ne donne exactement le produit de saturation que si **Comp Clip** et **Comp Db** sont neutres, si **dW** | **Dw** est à 0 et si la cible est le signal entier (pas de filtres de sortie) ; sinon, il contient aussi les différences dues à ces réglages, ou le reste non ciblé du signal. Avec **Opto Env** différent de 0, il est muet, à la fin d'un éventuel écho du délai près.

À confirmer par François

Le temps de l'opto est divisé par e^severity + R. Lorsque l'enveloppe dépasse 0 dB (Env Offset positif, GR Min positif…), R devient négatif ; si e^severity + R devient négatif, le temps devient négatif et le suiveur optique diverge. Dans une simulation fidèle du code (severity 1, enveloppe à +3,5 dB, Opto 1), la cible devient muette en moins de 0,1 s. Ce cas a-t-il été envisagé ?

> **♪ En musique : l'opto tel que l'utilisent les presets**
>
> Les presets réservent quelques surprises. Aucune des trois imitations de plugins inspirés du LA-2A (**waves_la2a**, **native_vc2a**, **slate_fg2a**) ne passe par le designer optique : elles s'appuient sur d'autres réglages, comme l'**Env Offset** de **slate_fg2a** (−0,55) ou le relâchement automatique de **waves_la2a** et de **native_vc2a** (**Release Auto** à 0,5). À l'inverse, **pulsar_mu**, imitation d'un plugin vari-mu, s'en sert pleinement : **Opto** à 1, **Opto saturation** à 0,9 avec **Opto sat limit** à 5,979 dB, **Opto A/R mul** à 0,2247, **Opto precision** à 0,6788, une source presque entièrement prise sur l'enveloppe (**Opt src gn->env** à 0,96) et un produit adouci par **opto amp** à 0,5287 (onglet F (gr)). Le designer optique est un outil de mise en forme, pas une étiquette. Plus étonnant, quatre des six presets qui activent l'opto le règlent en négatif, à −1 : **waves_76** (**Opto A/R mul** à 2,462, **Opto severity** à −2,97), **ao_britpressor** (**Opto severity** à 0, intégré à l'enveloppe par **Opto Env** à 1), **rockruepel_comptwo_drums** (**Opto severity** à −7,96, **Opto saturation** à 1) et **ssl_2_b_** (**Opto A/R mul** à 8). **acqua_eminence** le règle à −0,2, avec un opto très lent (**Opto A/R mul** à 421, **Opto severity** à 2,66) intégré à l'enveloppe. En négatif, là où l'opto serait en retard sur l'enveloppe, la réduction est au contraire accentuée : l'attaque se creuse plus vite et le relâchement remonte plus tôt. Essayez-le sur une batterie, en écoutant **Monitor opto** : c'est une manière de donner du mordant sans toucher aux temps.

Le produit de saturation de l'opto

Lorsque **Opto Env** vaut 0, l'opto n'est pas intégré à l'enveloppe : il agit comme un « saturateur » du signal compressé. Comprendre calcule le signal avec l'opto, en retranche le signal sans l'opto, et obtient une différence : le **produit de saturation**. C'est ce produit, et lui seul, qui est ensuite traité puis rajouté au signal :

1. il est multiplié par **opto amp** ;
2. il passe dans un délai à réinjection (**Opto Delai Secs**, **Opto Delai FB**, onglet GR (cv)) ;
3. trois filtres en extraient une bande basse, une bande médium et une bande haute ;
4. le produit non filtré (dosé par **opto src mix**) et les trois bandes (dosées par les réglages **mix**) sont additionnés ;
5. un écrêteur limite le résultat (**opto dst limit**) ;
6. le résultat est ajouté au signal sans opto.

Avec les réglages par défaut (amp 1, src mix 1, bandes éteintes, pas de délai, pas de limite), on retrouve exactement le signal avec l'opto. Tout ce qui suit sert à **colorer** l'effet de l'opto : n'en garder que les graves, le retarder, l'exagérer…

Cette chaîne est la même pour les trois produits de saturation de Comprendre : celui de l'opto, celui du waveshaper (onglet **F (ws)**) et celui du bias (onglet **F (bs)**). Le chapitre 16 la décrit en détail, en particulier le fonctionnement des filtres et du délai. Nous n'en donnons ici que l'essentiel.

> **Avec le bias**
>
> Quand le bias est actif (chapitre 19), toute l'application du gain (Gr Amp, opto et produit de saturation) est refaite une seconde fois après le bias, avec un second jeu de filtres et de délai, indépendant du premier, mais avec les mêmes réglages.

Le délai

Opto Delai Secs

onglet GR (cv)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `opto_delai_nb`

Durée du délai appliqué au produit de saturation de l'opto. Ce délai n'agit **que si Opto Delai FB est différent de 0** : avec FB à 0, ce réglage est sans effet.

Le retard réel vaut cette durée, arrondie à l'échantillon inférieur (à la fréquence interne, sur-échantillonnage compris), plus un échantillon. Avec 0 s et un FB non nul, le délai est donc d'un échantillon : le « délai » devient un simple filtre.

Il ne s'agit pas d'une réverbération : l'idée est d'utiliser des retards très courts pour simuler une nouvelle excitation harmonique. Des retards plus longs en font un délai créatif, qui ne répète que la coloration de l'opto (chapitre 16).

Opto Delai FB

onglet GR (cv)

Plage : −64 à 64 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_delai_fb`

Réinjection du délai du produit de saturation. Le produit retardé est mélangé au produit courant : la part du produit courant vaut 1/(|FB| + 1), celle du retour 1 − 1/(|FB| + 1). C'est un filtre en peigne récursif : chaque répétition est plus faible que la précédente, et plus |FB| est grand, plus la queue est longue.

- **0** (défaut) : pas de délai ;
- **positif** : retours de même signe. Les composantes très graves du produit sont conservées (gain 1 au continu) ;
- **négatif** : retours de signe alterné. Les composantes très graves sont atténuées.

Avec **Opto Delai Secs** à 0, le délai d'un échantillon donne un filtre passe-bas (FB positif) ou un filtre qui atténue les graves (FB négatif), d'autant plus marqué que |FB| est grand.

Le gain et les filtres (onglet F (gr))

opto amp

onglet F (gr)

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_amp`

Gain du produit de saturation de l'opto, appliqué avant le délai et les filtres.

- **1** (défaut) : l'effet de l'opto tel quel ;
- **plus de 1** : effet exagéré ; **entre 0 et 1** : atténué ;
- **0** : l'opto n'est plus appliqué au signal du tout, même si **Opto** est différent de 0 (le calcul continue, et la ligne bleu ciel reste affichée) ;
- **négatif** : l'effet de l'opto est inversé.

Ce gain modifie aussi l'écart de la ligne bleu ciel à la mi-hauteur, dans l'historique (voir plus haut). Il n'agit pas lorsque **Opto Env** est différent de 0, puisqu'il n'y a plus de produit à amplifier.

opto src mix

onglet F (gr)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_src_mix`

Part du produit **non filtré** dans le mélange final. À 1 (défaut), le produit complet est conservé, et les bandes filtrées viennent s'y **ajouter**. À 0, seules les bandes filtrées sont conservées : par exemple, avec seulement la bande basse active, on n'entend plus que les graves du produit.

À 0 avec toutes les bandes éteintes, le produit est supprimé : l'opto n'a plus d'effet audible.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Il y a deux écoles. Soit on part de rien (src mix à 0) et l'on construit le produit avec un filtre, par exemple un passe-bas sur le produit complet ; soit l'on garde tout le produit (src mix à 1) et les bandes filtrées s'y ajoutent.

Les trois bandes fonctionnent de la même façon. Chacune est **éteinte** tant que sa fréquence vaut 0 (défaut) ; elle n'est alors pas calculée. Les filtres sont des filtres numériques « à retard nul » (structure TPT) :

- la bande **basse** est un passe-bas, mélange d'un filtre du premier ordre (6 dB/octave, noté « zdf ») et d'un filtre d'état du second ordre (12 dB/octave, résonance réglable, noté « svf ») ;
- la bande **médium** est toujours un passe-bande du second ordre (svf) ;
- la bande **haute** est un passe-haut, mélange d'un premier ordre et d'un second ordre, comme la bande basse.

opto low herz

onglet F (gr)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `opto_bas_coupe`

Fréquence de coupure du passe-bas de la bande basse. À 0 (défaut), la bande est éteinte.

opto low reso

onglet F (gr)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `opto_bas_resonance`

Résonance (facteur de qualité) de la partie second ordre (svf) du passe-bas. La valeur par défaut, $1/\sqrt{2} \approx 0{,}707$, donne une réponse sans bosse ; au-dessus, une bosse apparaît à la fréquence de coupure. Sans effet sur la partie premier ordre.

opto low mix

onglet F (gr)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_bas_mix`

Dosage de la bande basse dans le mélange final : la bande filtrée, multipliée par cette valeur, est ajoutée au produit. À 0 (défaut), elle n'est pas ajoutée. Une valeur négative la **retranche** : avec **opto src mix** à 1 et ce réglage à −1, on retire les graves du produit, ce qui revient à peu près à un passe-haut.

opto low zdf->svf

onglet F (gr)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_bas_type`

Mélange entre les deux passe-bas : **0** = premier ordre seul (6 dB/octave, pas de résonance), **1** (défaut) = second ordre seul (12 dB/octave, avec la résonance réglée), valeurs intermédiaires = mélange des deux sorties.

opto mid herz

onglet F (gr)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `opto_mid_coupe`

Fréquence centrale du passe-bande de la bande médium. À 0 (défaut), la bande est éteinte.

opto mid reso

onglet F (gr)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `opto_mid_resonance`

Résonance du passe-bande : elle règle la **largeur** de la bande (plus elle est élevée, plus la bande est étroite) et aussi son **gain** au centre, qui lui est égal. À $1/\sqrt{2}$ (défaut), le centre est à −3 dB ; à 4, il est à +12 dB.

opto mid mix

onglet F (gr)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_mid_mix`

Dosage de la bande médium dans le mélange final, comme **opto low mix** (négatif = soustraction).

opto hgh zdf->svf

onglet F (gr)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `opto_top_type`

Mélange entre les deux passe-haut de la bande haute : **0** = premier ordre (6 dB/octave), **1** (défaut) = second ordre (12 dB/octave, avec résonance), valeurs intermédiaires = mélange.

opto hgh herz

onglet F (gr)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `opto_top_coupe`

Fréquence de coupure du passe-haut de la bande haute. À 0 (défaut), la bande est éteinte.

opto hgh reso

onglet F (gr)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `opto_top_resonance`

Résonance de la partie second ordre du passe-haut, comme pour la bande basse.

opto hgh mix

onglet F (gr)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `opto_top_mix`

Dosage de la bande haute dans le mélange final, comme **opto low mix** (négatif = soustraction).

opto dst limit

onglet F (gr)

Plage : 0 à 42 **Défaut :** 42 **Identifiant :** `opto_dst_limit`

Écrêteur appliqué au produit de saturation traité, juste avant de l'ajouter au signal. La valeur est une **amplitude** (et non des décibels) : le produit est borné entre −limit et +limit.

- **42** (défaut) : écrêteur désactivé ;
- **petites valeurs** : le produit est écrêté, ce qui ajoute de la distorsion au produit seul ;
- **0** : le produit est supprimé, l'opto n'a plus d'effet audible.

Il sert de garde-fou quand le produit devient trop fort, par exemple avec un **opto amp** élevé ou un délai très réinjecté.

Démarches pratiques

Découvrir l'opto

1. Partez d'une compression audible, par exemple Attack 10 ms, Release 100 ms, quelques décibels de réduction.
2. Réglez **Opto** sur 1 : la ligne bleu ciel apparaît dans l'historique.
3. Activez **Monitor opto** pour entendre le produit de saturation seul ; au besoin, montez **opto amp** pour l'exagérer pendant le réglage.
4. Faites varier **Opto severity** puis **Opto A/R mul** : plus ils sont élevés, plus l'opto est en retard sur l'enveloppe, et plus la ligne bleue s'écarte de la mi-hauteur.
5. Désactivez le moniteur, remettez **opto amp** à 1, et comparez avec **Opto** à 0.

Un relâchement « optique »

Le relâchement en deux temps (rapide au début, puis une longue traîne) apparaît dès que l'opto suit l'enveloppe avec une severity moyenne (1 à 3) et un **Opto A/R mul** de 2 à 4. Pour obtenir ce comportement dans l'enveloppe elle-même, et donc dans tout ce qui en dépend (graphe, second égaliseur dynamique, bias), réglez **Opto Env** sur 1 ; le produit de saturation disparaît alors.

Colorer l'effet de l'opto

Avec **Opto Env** à 0, le produit de saturation peut être traité comme un signal à part entière : **opto src mix** à 0 et une bande basse vers 200 Hz ne gardent que les graves de l'effet optique ; un délai très court réinjecté épaissit l'effet ; **opto dst limit** l'empêche de devenir trop fort. Le chapitre 16 donne d'autres exemples.

Mettre en forme l'enveloppe pour imiter un compresseur

Pour approcher un compresseur existant (chapitre 24), commencez par la courbe et les temps, puis :

- **Env Offset** légèrement positif ou négatif pour retrouver un niveau de repos ou une profondeur de réduction ;
- **Gr|Env Pow** en dessous de −1 pour adoucir les petites réductions sans toucher beaucoup aux grandes, au-dessus de 1 pour accentuer toute la réduction ;
- **Env Pow Unpow** pour modifier la forme de l'attaque et du relâchement sans changer la réduction en régime établi.

CHAPITRE 16

Le produit de saturation

Comprendre contient trois saturateurs : le **designer optique** (chapitre 15), le **waveshaper** ou FET designer (chapitre 17) et le **bias** ou Vari-Mu designer (chapitres 19 à 21). Aucun des trois ne remplace directement le signal par sa version saturée. Chacun calcule d'abord ce que la saturation **ajoute** au signal : la différence entre le signal saturé et le signal d'origine. Cette différence s'appelle le **produit de saturation**. C'est elle que l'on traite (amplification, délai, filtres, limite), puis que l'on réinjecte dans le signal d'origine.

Pourquoi tant d'attention à la saturation dans un compresseur ? Parce qu'elle fait partie de son caractère. Une machine ne se contente pas de baisser le volume : ses lampes, ses transistors, ses transformateurs colorent le son, et souvent d'autant plus qu'elle compresse. C'est l'idée qui guide les designers de Comprendre. Dans sa vidéo sur le FET designer, François l'explique ainsi : par défaut, c'est la réduction de gain qui fait saturer, comme sur un vrai compresseur, qui sature davantage quand il compresse davantage. Travailler sur le produit de saturation permet d'aller plus loin que ne le permet une machine : ne garder que le grave des harmoniques pour épaissir une basse, ne garder que leur aigu pour donner du mordant à une caisse claire, les retarder de quelques millisecondes pour « multiplier » la saturation, ou les écrêter pour qu'elles ne remontent pas le volume que le compresseur vient de baisser. Le mixeur y trouvera un réglage de couleur d'une grande finesse ; le sound designer, un terrain de jeu ; celui qui imite un compresseur, le moyen de retrouver le grain d'une machine en plus de son mouvement.

Ce chapitre décrit cette mécanique commune. Les trois saturateurs ont chacun un onglet de traitement de leur produit : **F (gr)** pour l'opto, **F (ws)** pour le waveshaper, **F (bs)** pour le bias. Ces onglets ont exactement la même disposition et le même fonctionnement. L'onglet **F (ws)** sert ici d'exemple de référence : toutes ses fiches sont dans ce chapitre. Les fiches de **F (gr)** sont au chapitre 15, celles de **F (bs)** au chapitre 21.



Figure 80 — L'onglet F (ws) : traitement du produit de saturation du waveshaper. F (gr) et F (bs) ont la même disposition.

Le principe : traiter ce que la saturation ajoute

Notons x le signal qui entre dans un saturateur et S(x) le signal qui en sort. Le produit de saturation vaut :

P = (S(x) − x) × quantité

Le signal traité est ensuite x + P, après que P a traversé la chaîne de traitement décrite plus loin. Avec ses réglages par défaut, cette chaîne est neutre. Si, de plus, la quantité vaut 1, on retrouve exactement x + S(x) − x = S(x), le signal saturé. Pour l'opto et le bias, la quantité vaut 1 par défaut ; pour le waveshaper, elle suit par défaut la réduction de gain du compresseur (chapitre 17).

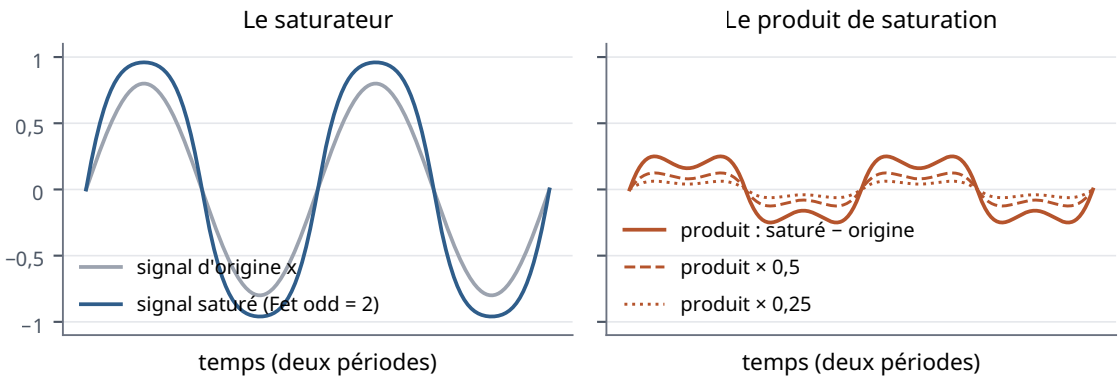


Figure 81 — À gauche, un sinus et sa version saturée par le waveshaper (Fet odd = 2). À droite, le produit de saturation : la différence entre les deux. Multiplier le produit par 0,5 ou 0,25 revient à doser la saturation.

Travailler sur la différence plutôt que sur le signal saturé a plusieurs avantages :

- **Doser** la saturation se fait en multipliant le produit : à 0, il n'y a plus de saturation ; à 0,5, on est à mi-chemin entre le signal d'origine et le signal saturé ; au-delà de 1, on exagère l'effet ; en négatif, on le retourne.
- **Filtrer** le produit permet de ne garder que certaines des harmoniques créées (seulement les graves, seulement les aigus), sans toucher au signal d'origine.
- **Limiter** le produit empêche la saturation de prendre le dessus quand elle devient trop forte.
- **Retarder** le produit, avec réinjection, colore la saturation sans retarder le signal d'origine.
- **Écouter** le produit seul devient possible : chaque saturateur a un moniteur qui le fait entendre isolé.

> **Une saturation peut aussi ajouter de la fondamentale**
>
> Le produit ne contient pas que des harmoniques nouvelles. Une courbe qui amplifie les faibles niveaux (par exemple **Fet odd** au-dessus de 1) produit aussi une copie du signal d'origine : le signal saturé est plus fort que l'original, et le produit le reflète. C'est l'une des raisons d'être de la limite **dst limit**, décrite plus loin.

Les trois saturateurs

Le principe est le même pour les trois, mais le signal « avant », le signal « après » et la quantité diffèrent :

	Opto	Waveshaper	Bias
Signal d'origine	la cible compressée (après le gain du compresseur)	l'entrée du waveshaper, **avant** le gain du compresseur	la sortie du compresseur sans le bias
Signal saturé	la cible compressée multipliée par l'enveloppe opto	la sortie de la courbe du waveshaper	la sortie du compresseur avec le bias
Quantité	**opto amp**	**Fet gr** et **Fet env** (dosent la réduction de gain et l'enveloppe), multipliés par **fet amp**	**bias amp**
Délai	**Opto Delai Secs**, **Opto Delai FB** (onglet GR (cv))	**Fet Delai Secs**, **Fet Delai FB** (onglet WS)	**Bias Delay Secs**, **Bias Delay FB** (onglet BIAS dst)
Filtres, mélange, limite	onglet **F (gr)**	onglet **F (ws)**	onglet **F (bs)**
Dosage final	aucun	**ws** (OUTPUT) et **FX ws** (INPUT)	aucun
Écoute	**Monitor opto** (GR (cv))	**Monitor Fet** (WS)	**Mon bias sat** (BIAS dst)
Chapitres	15	17	19 à 21

Le waveshaper a deux particularités. Il est placé **avant** le gain du compresseur, alors que l'opto et le bias sont placés après (chapitre 18). Et il peut agir à deux endroits : sur la cible (ce que l'on entend) et sur la détection (ce que le compresseur mesure, chapitre 14). Les deux utilisent les mêmes réglages de l'onglet **F (ws)**, mais chacun a ses propres filtres et sa propre mémoire de délai.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François présente les trois onglets F comme une seule et même boîte à outils : un filtre et un délai qui n'agissent que sur le produit de saturation, identiques pour le saturateur optique, le waveshaper et le bias. Une fois l'un compris, les deux autres le sont aussi.

> **Quand la couleur fait partie du compresseur**
>
> Les ingénieurs ont toujours su que leurs compresseurs coloraient le son, et ils s'en servent. Le Fairchild 670 sert autant à embellir qu'à réduire le gain : selon Jack Joseph Puig, il rend les notes « longues, luxuriantes et belles ». Le LA-2A, poussé à fond, distord par sa dernière lampe : Joe Chiccarelli l'a ainsi surchargé pour la voix de Jack White, des White Stripes. Sur le Neve 2254, les attaques ultra-rapides produisent une distorsion transitoire évidente. Les consoles SSL 4000 sont, selon Jason Goldstein, « toujours à deux doigts de distordre », et le mode **4K** de la SSL Bus+ fait exprès travailler son VCA en mode asymétrique, comme dans ces consoles, et y ajoute une distorsion harmonique réglable, pour un son plus « coloré ». Le Distressor va jusqu'à proposer un ratio 1:1 qui ne compresse pas du tout et ne garde que ses circuits de « réchauffement ». Le chapitre 17 complète ce tableau avec le 1176 et les modes Dist 2 et Dist 3 du Distressor. Comprendre fait de ces couleurs, d'ordinaire soudées au circuit, des produits que l'on dose, filtre et retarde.

La chaîne de traitement

Dans les trois saturateurs, le produit traverse les mêmes étapes, dans cet ordre :

1. **Quantité** : le produit est multiplié par le réglage **amp** du saturateur (et, pour le waveshaper, par la quantité dynamique **Fet gr** / **Fet env**) ;
2. **Délai à réinjection** : un filtre en peigne, actif seulement si le réglage FB du délai est différent de 0 ;
3. **Trois bandes de filtres** calculées sur le produit : une bande basse (passe-bas), une bande médium (passe-bande) et une bande haute (passe-haut) ;
4. **Mélange** : le produit non filtré, multiplié par **src mix**, plus chaque bande multipliée par son **mix** ;
5. **Limite** : un écrêtage dur du produit traité à ± **dst limit** ;
6. pour le waveshaper seulement, **dosage** par **ws** (cible) ou **FX ws** (détection) ;
7. **Ajout** au signal d'origine.

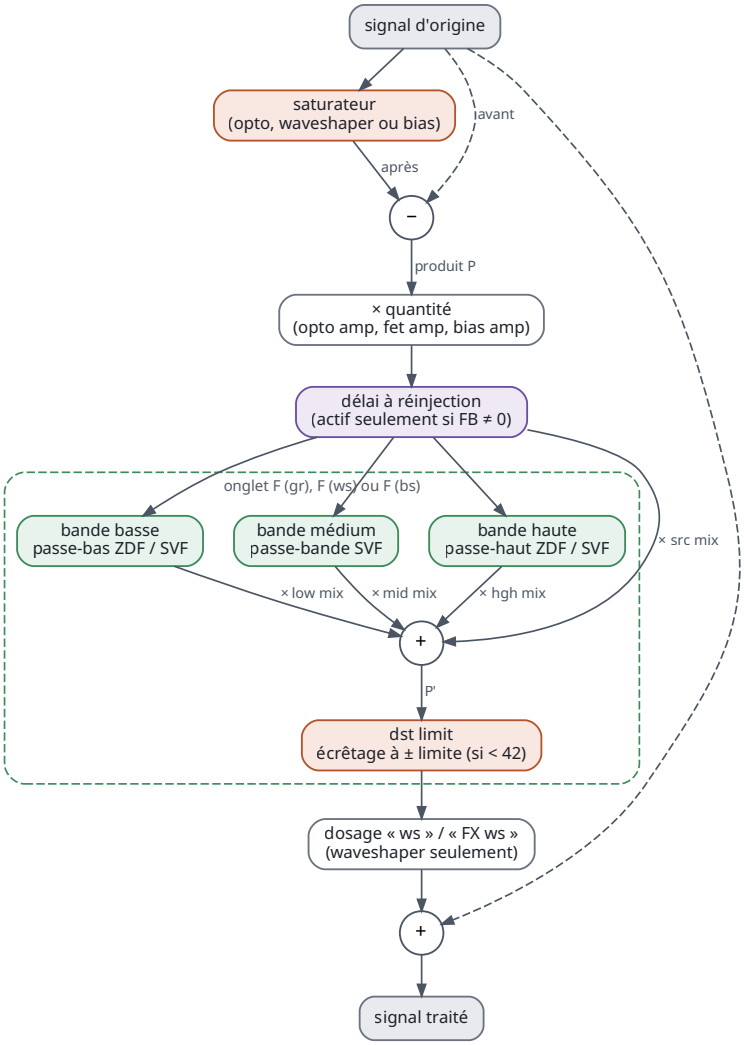


Figure 82 — La chaîne de traitement du produit de saturation, commune aux trois saturateurs.

Pour aller plus loin

En notant $P_0 = (S(x) - x) \times \text{quantité}$:

- délai (si FB ≠ 0) : $P_1[n] = s \cdot P_0[n] + c \cdot P_1[n - D]$, avec $s = 1/(1 + |FB|)$ et $c = \pm(1 - s)$, du signe de FB ;
- bandes : $B = t_b \cdot LP_2(P_1) + (1 - t_b) \cdot LP_1(P_1)$; $M = BP_2(P_1)$; $H = t_h \cdot HP_2(P_1) + (1 - t_h) \cdot HP_1(P_1)$, où LP_2, BP_2, HP_2 sont les sorties du filtre à variable d'état (2 pôles) et LP_1, HP_1 celles du filtre à un pôle, t_b et t_h les réglages **zdf->svf** ;
- mélange : $P_2 = P_1 \cdot \text{src mix} + B \cdot \text{low mix} + M \cdot \text{mid mix} + H \cdot \text{hgh mix}$;
- limite : $P_3 = P_2$ borné à [−dst limit, +dst limit] si dst limit < 42 ;
- sortie : $x + P_3$ (× dosage pour le waveshaper).

Une bande dont la fréquence vaut 0 n'est pas calculée.

Tout ce traitement se fait échantillon par échantillon, à la fréquence interne du plugin (suréchantillonnage compris). Il n'ajoute aucune latence.

La quantité : amp

Chaque onglet F commence par un réglage **amp** qui multiplie le produit avant toute autre opération. Pour l'opto et le bias, c'est la seule quantité. Pour le waveshaper, **fet amp** multiplie la quantité dynamique réglée dans l'onglet WS (**Fet gr**, **Fet env**, chapitre 17).

fet amp

onglet F (ws)

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_amp`

Multiplie le produit de saturation du waveshaper, juste après son calcul et avant le délai, les filtres et la limite. Il agit aussi bien sur le waveshaper de la cible que sur celui de la détection.

- **1** (défaut) : le produit est intact ; la courbe du waveshaper est appliquée telle qu'elle est dessinée, dans la proportion fixée par **Fet gr** et **Fet env**.
- **Entre 0 et 1** : la saturation est atténuée. Le signal est un mélange entre le signal d'origine et le signal saturé.
- **0** : le produit est nul. Le waveshaper est toujours calculé, mais il n'a plus aucun effet audible.
- **Au-delà de 1** : l'effet de la courbe est exagéré. À 2, le signal s'écarte deux fois plus de l'original que ne le ferait la courbe dessinée.
- **Négatif** : le produit est soustrait au lieu d'être ajouté. Une courbe qui compresse les crêtes se met alors à les accentuer, et inversement : c'est une « anti-saturation ». À −1, le signal s'écarte de l'original autant que la courbe, mais dans l'autre sens.

Comme **fet amp** multiplie la quantité dynamique, il change l'intensité de la saturation sans changer sa loi : avec les réglages par défaut, la saturation reste proportionnelle à la réduction de gain.

Le potentiomètre va de −42 à +42 et il est très resserré autour du centre : la valeur 1 se trouve vers les quatre cinquièmes de la course. Pour des valeurs précises, saisissez-les au clavier.

> **♪ En musique : doser la couleur**
>
> Le réglage **amp** est le bouton « couleur » de chaque saturateur : il dose le grain sans toucher à la compression. Plusieurs presets s'en servent pour ne garder qu'une touche de saturation : **kiive_xstressor**, imitation d'un plugin inspiré du Distressor, règle **fet amp** à 0,0625 ; **mixland_vacattack** le règle à 0,5 et **blackrooster_omnitec436** à 0,5287. Sur le produit de l'opto, **pulsar_mu** règle **opto amp** à 0,5287 ; sur celui du bias, **pulsarmodular_p42** règle **bias amp** à 0,475, et **softube_germanium** le passe en négatif, à −0,5 : la saturation du bias y est retournée. À l'autre extrême, **rockruepel_comptwo_drums** pousse **fet amp** à 42, le maximum, mais ne réinjecte qu'une bande filtrée et inversée du produit (voir plus loin). Pour trouver votre dosage, écoutez le produit seul avec le moniteur du saturateur, remontez **amp** depuis 0 jusqu'à ce que le grain se fasse sentir dans le mix, puis redescendez d'un cran : une saturation qu'on remarque à peine manque souvent dès qu'on la retire.

Le délai à réinjection

Chaque saturateur dispose d'un délai qui n'agit que sur son produit. Pour le waveshaper, ses deux réglages, **Fet Delai Secs** et **Fet Delai FB**, sont dans l'onglet **WS** et ont leurs fiches au chapitre 17. Pour l'opto, ils sont dans l'onglet **GR (cv)** (chapitre 15) ; pour le bias, dans l'onglet **BIAS dst** (chapitre 21). Les trois fonctionnent de la même façon.

Un filtre en peigne, pas un écho

Contrairement à ce que son nom suggère, ce délai n'ajoute pas un écho au produit. C'est un **filtre en peigne à réinjection** :

- le produit entrant est d'abord atténué par le facteur s = 1/(1 + |FB|) ;
- on lui ajoute la sortie du délai, retardée de **Delai Secs**, multipliée par c = 1 − s (ou −(1 − s) si FB est négatif) ;
- le résultat est à la fois la sortie et ce qui est réécrit dans la ligne à retard.

Deux conséquences en découlent.

1. **À FB = 0, le délai est désactivé**, quelle que soit la valeur de **Delai Secs**. Il n'y a pas de position « un seul écho, sans réinjection ».
2. **Plus FB est grand, plus le produit direct est atténué** et plus la réinjection est forte. Le gain total reste égal à 1 pour les fréquences qui « tombent juste » dans la boucle (les multiples de 1/retard), mais il baisse ailleurs : le produit se concentre sur une série de fréquences régulièrement espacées.

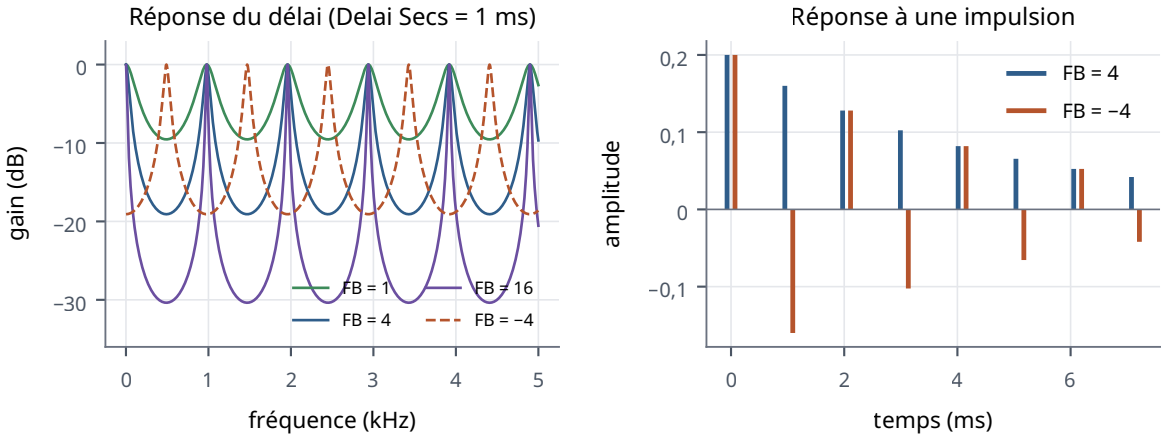


Figure 83 — À gauche, la réponse en fréquence du délai pour un retard de 1 ms : avec FB positif, les pics sont aux multiples de 1 kHz environ ; avec FB négatif, ils sont décalés d'un demi-intervalle. À droite, la réponse à une impulsion : des répétitions qui décroissent, de même signe (FB = 4) ou alternées (FB = −4).

Entre les pics, le gain descend à 1/(1 + 2·|FB|) : −9,5 dB pour FB = ±1, −19 dB pour FB = ±4, −30 dB pour FB = ±16. Avec FB négatif, les pics sont aux multiples **impairs** de la moitié de 1/retard, et le continu (0 Hz) est atténué au lieu d'être conservé.

Dans le temps, chaque répétition vaut la précédente multipliée par c : 0,5 pour FB = 1, 0,8 pour FB = 4, environ 0,94 pour FB = 16 et 0,985 pour FB = 64. Avec un FB élevé et un retard long, la traîne devient très longue : à FB = 64, il faut environ 65 répétitions pour que le produit retombe à un tiers de sa valeur.

> **Pour aller plus loin**
>
> Le retard est compté en échantillons internes : N = partie entière de (Delai Secs × fréquence interne), et la lecture précède l'écriture, si bien que le retard effectif vaut D = N + 1 échantillons. La fonction de transfert est H(z) = s / (1 − c·z^(−D)), un filtre en peigne récursif stable puisque |c| < 1. Pour FB > 0, son gain vaut 1 aux fréquences k·fs/D et s/(1 + c) entre deux pics ; pour FB < 0, les pics sont aux fréquences (k + ½)·fs/D et le gain au continu vaut 1/(1 + 2·|FB|).

Avec un retard nul : un filtre à un pôle

Quand **Delai Secs** vaut 0 et FB est différent de 0, le retard effectif vaut un seul échantillon. Le peigne devient un simple filtre à un pôle, qui agit sur tout le spectre :

- avec **FB positif**, un passe-bas : le grave est conservé, l'aigu est atténué, d'autant plus bas en fréquence que FB est grand ;
- avec **FB négatif**, l'inverse : tout le produit est atténué de 1/(1 + 2·|FB|), sauf l'extrême aigu, qui remonte vers 0 dB à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

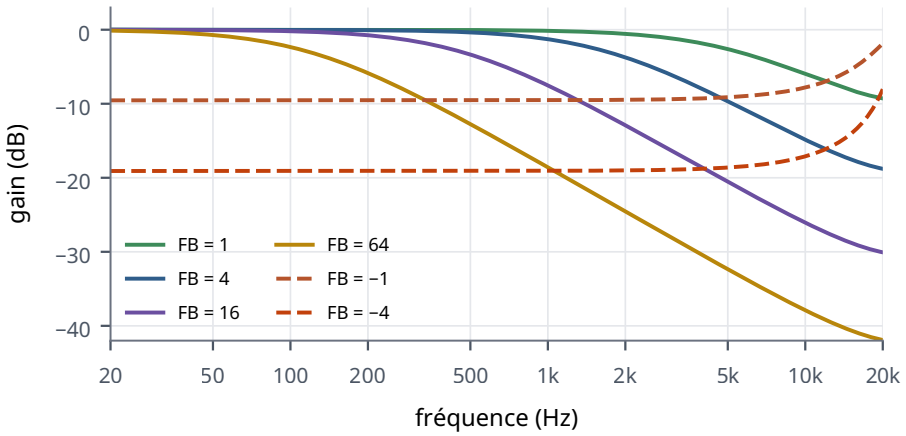


Figure 84 — Délai réglé à 0 s : réponse du filtre à un pôle obtenu, à 48 kHz sans suréchantillonnage.

> **Le filtre à un pôle dépend du suréchantillonnage**
>
> Ce retard d'un échantillon est un échantillon **interne**. Avec un suréchantillonnage ×4, il dure quatre fois moins longtemps, et toutes les fréquences de la figure ci-dessus sont multipliées par 4. Si vous utilisez le délai à 0 s comme filtre, réglez-le après avoir choisi le suréchantillonnage. Pour un retard non nul, la durée en secondes est conservée, à un échantillon près.

Le mot de l'auteur

Ce délai n'est pas fait pour obtenir une réverbération. François l'a conçu pour des retards très courts, qui simulent une nouvelle excitation des harmoniques et « multiplient » la saturation. Rien n'interdit pourtant de s'en servir comme d'un délai créatif sur le produit seul, plus subtil qu'un délai sur tout le signal.

À confirmer par François

La mémoire du délai contient 16 secondes à la fréquence de l'hôte, mais le retard est compté à la fréquence suréchantillonnée. Avec un suréchantillonnage ×8, un retard de 2 s revient à un retard d'un seul échantillon ; avec ×16, tout retard supérieur à 1 s est raccourci. Est-ce voulu ?

♪ En musique : multiplier la saturation

Le délai du produit est l'une des idées les plus singulières de Comprendre. Avec un retard de quelques millisecondes et une réinjection modérée, le produit se concentre sur une série de fréquences régulièrement espacées : la saturation semble résonner, comme si ses harmoniques étaient excitées une seconde fois, alors que le signal d'origine n'est pas retardé. C'est l'usage pour lequel François l'a conçu. Essayez-le sur une guitare, un synthé ou une voix que le compresseur fait saturer : **Fet Delai Secs** entre 0,5 et 5 ms, **Fet Delai FB** entre 1 et 4, en écoutant **Monitor Fet**, puis réduisez **fet amp** si le produit devient trop présent. Pour le sound design, allongez le retard et montez la réinjection : vous obtenez un écho qui ne répète que la couleur, jamais le son lui-même. Parmi les presets fournis, un seul utilise un délai de produit : **acqua_ash-ultra**, imitation d'un plugin d'écrêtage, sur le produit du bias (**Bias Delay Secs** à 0,01454 s, **Bias Delay FB** à 0,1854).

Les trois bandes de filtres

Le produit, après le délai, alimente trois filtres en parallèle :

Bande	Filtre	Fréquence	Résonance	Type
basse	passe-bas	**low herz**	**low reso**	**low zdf->svf**
médium	passe-bande	**mid herz**	**mid reso**	(toujours SVF)
haute	passe-haut	**hgh herz**	**hgh reso**	**hgh zdf->svf**

Une bande est **éteinte** tant que sa fréquence vaut 0 (réglage par défaut) : elle n'est alors pas calculée et son réglage **mix** n'a aucun effet.

ZDF et SVF

Les filtres sont ceux de la bibliothèque JUCE, de la famille dite « zero-delay feedback » (topologie TPT). Ils réagissent sans retard et restent stables quand on tourne les fréquences en cours de lecture. Comprendre en utilise deux sortes, qu'il appelle ZDF et SVF :

- le **ZDF** est un filtre à **un pôle** : pente de 6 dB par octave, pas de résonance ;
- le **SVF** (*state variable filter*, filtre à variable d'état) est un filtre à **deux pôles** : pente de 12 dB par octave, avec une **résonance** réglable.

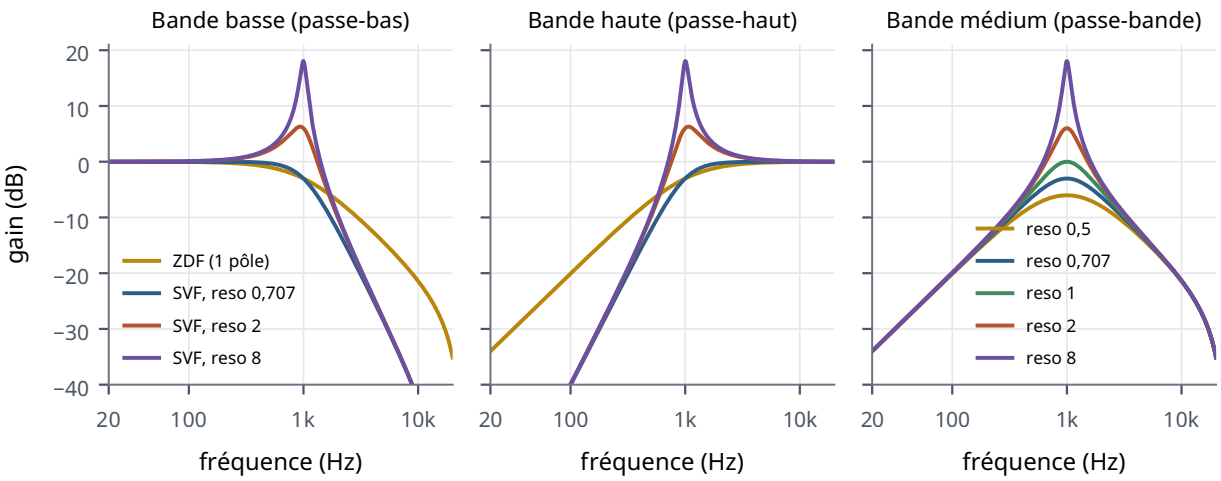


Figure 85 — Réponses des trois bandes pour une fréquence de 1 kHz, à 48 kHz. Bandes basse et haute : ZDF, puis SVF pour trois résonances. Bande médium : passe-bande SVF pour cinq résonances.

La résonance est le facteur de qualité Q du filtre SVF. Sa valeur par défaut, $1/\sqrt{2} \approx 0{,}707$, donne une réponse sans bosse (filtre de Butterworth) : le passe-bas et le passe-haut sont à −3 dB à la fréquence réglée. Au-dessus, une bosse apparaît autour de la fréquence, d'autant plus haute et plus étroite que la résonance est grande (environ +6 dB pour une résonance de 2, +18 dB pour 8). En dessous, le filtre s'adoucit et la coupure s'étale.

Pour la bande **médium**, le passe-bande n'est **pas normalisé** : son gain au centre est égal à la résonance. À 0,707, le centre est à −3 dB ; à 1, à 0 dB ; à 2, à +6 dB ; à 16, à +24 dB. La résonance règle donc à la fois la **largeur** de la bande (plus elle est grande, plus la bande est étroite) et son **niveau**. Pour une bande étroite qui ne soit pas plus forte, compensez avec le **mid mix**.

Le mélange zdf->svf

Pour les bandes basse et haute, le réglage **zdf->svf** mélange les **sorties** des deux filtres : à 0, seul le ZDF est entendu ; à 1 (défaut), seul le SVF ; entre les deux, la somme pondérée des deux. Il n'existe pas de réglage de type pour la bande médium, qui est toujours un passe-bande SVF.

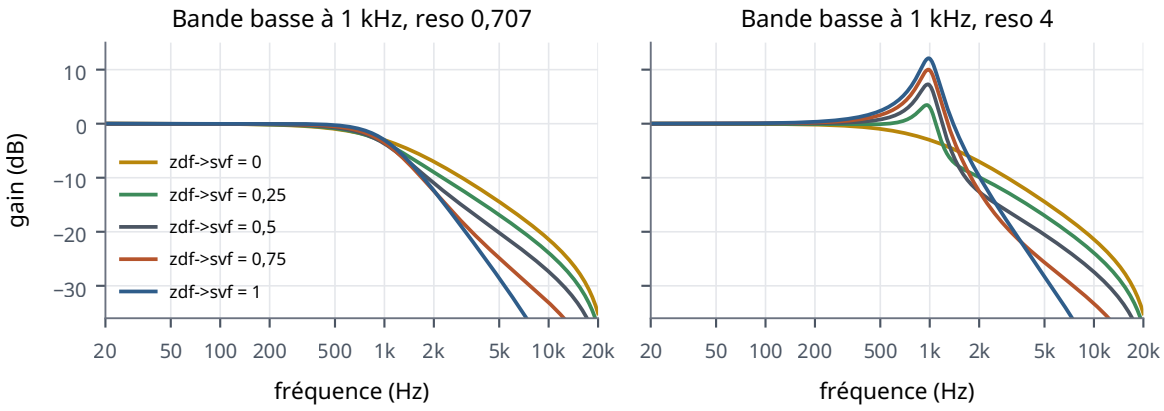


Figure 86 — Effet du réglage zdf->svf sur la bande basse à 1 kHz, avec la résonance par défaut de 0,707 (à gauche) et une résonance de 4 (à droite).

Le mélange donne des pentes intermédiaires : la coupure commence comme celle du SVF puis s'adoucit en 6 dB par octave dans l'extrême aigu (ou grave). La résonance, qui n'existe que dans le SVF, diminue en proportion de sa part.

> **Le mot de l'auteur**
> Le SVF permet d'utiliser la résonance, le ZDF non ; les deux se mélangent. Pour la bande médium, c'est forcément un SVF, et sa résonance sert à régler la largeur de la bande.

Les réglages des bandes

fet low herz

onglet F (ws)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `fet_bas_coupe`

Fréquence de coupure du passe-bas de la bande basse du produit. À **0** (défaut), la bande est éteinte et n'est pas calculée.

La bande basse ne contient que le grave du produit, en dessous de cette fréquence. Ce qu'elle apporte au résultat dépend de **fet low mix** : on peut l'ajouter (renforcer les harmoniques graves), la soustraire (les retirer) ou s'en servir seule (avec **fet src mix** à 0).

Le potentiomètre est progressif : le milieu de sa course vaut 1 000 Hz, le quart 62,5 Hz et les trois quarts environ 5 kHz. La fréquence maximale est 16 kHz.

fet low reso

onglet F (ws)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `fet_bas_resonance`

Résonance (facteur Q) du passe-bas SVF de la bande basse. Elle n'agit que sur la part SVF du filtre : avec **fet low zdf->svf** à 0, elle est sans effet.

- **0,707** (défaut) : coupure franche, sans bosse.
- **Plus haut** : bosse autour de la fréquence de coupure. Elle permet de faire ressortir une zone précise du grave du produit, à la manière de la résonance d'un filtre de synthétiseur.
- **Plus bas** : coupure très douce, qui commence bien avant la fréquence réglée.

fet low zdf->svf

onglet F (ws)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_bas_type`

Mélange entre le passe-bas à un pôle (ZDF, 6 dB par octave, à **0**) et le passe-bas à deux pôles (SVF, 12 dB par octave, à **1**, défaut) de la bande basse. Les valeurs intermédiaires additionnent les deux sorties dans la proportion choisie.

Le ZDF est utile quand on veut une soustraction exacte : un produit moins son passe-bas ZDF donne exactement son passe-haut ZDF (voir **fet low mix**).

fet mid herz

onglet F (ws)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `fet_mid_coupe`

Fréquence centrale du passe-bande de la bande médium. À **0** (défaut), la bande est éteinte.

La bande médium est toujours un passe-bande SVF : il n'y a pas de réglage de type pour elle. Le potentiomètre a la même progressivité que celui de la bande basse (1 000 Hz au milieu).

fet mid reso

onglet F (ws)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `fet_mid_resonance`

Résonance du passe-bande médium. Elle règle la **largeur** de la bande : plus elle est grande, plus la bande est étroite autour de la fréquence centrale.

Attention : le gain au centre de la bande est égal à cette valeur. À **0,707** (défaut), le centre est à −3 dB ; à **1**, à 0 dB ; à **4**, à +12 dB ; à **16** (maximum), à +24 dB. Une résonance élevée rend donc la bande à la fois plus étroite et beaucoup plus forte ; ajustez **fet mid mix** en conséquence.

fet hgh herz

onglet F (ws)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `fet_top_coupe`

Fréquence de coupure du passe-haut de la bande haute. À **0** (défaut), la bande est éteinte.

La bande haute ne contient que l'aigu du produit, au-dessus de cette fréquence. Elle sert typiquement à doser séparément le « grain » aigu de la saturation, souvent le plus agressif.

fet hgh reso

onglet F (ws)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `fet_top_resonance`

Résonance du passe-haut SVF de la bande haute. Comme pour la bande basse, 0,707 (défaut) donne une coupure sans bosse, une valeur plus élevée crée une bosse autour de la fréquence de coupure, et elle est sans effet sur la part ZDF.

fet hgh zdf->svf

onglet F (ws)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_top_type`

Mélange entre le passe-haut à un pôle (ZDF, à **0**) et le passe-haut à deux pôles (SVF, à **1**, défaut) de la bande haute. Même fonctionnement que **fet low zdf->svf**.

Le mélange : src mix et mix des bandes

Le produit traité est la somme de quatre termes : le produit non filtré, multiplié par **src mix**, et chacune des trois bandes, multipliée par son **mix**. Les **mix** des bandes ne sont pas des gains en décibels mais des coefficients : la bande est **ajoutée** au produit dans cette proportion, en positif ou en négatif.

Avec les réglages par défaut (**src mix** à 1, les trois **mix** à 0, les trois fréquences à 0), le produit passe intact. Les combinaisons utiles se répartissent en deux familles, que François appelle les « deux écoles » :

- **remplacer** le produit par une ou plusieurs de ses bandes : **src mix** à 0, et les **mix** des bandes voulues à 1. Par exemple, src mix 0 et low mix 1 : seule la partie grave de la saturation est réinjectée ;
- **corriger** le produit : **src mix** à 1, et des **mix** positifs (pour renforcer une zone) ou négatifs (pour l'affaiblir).

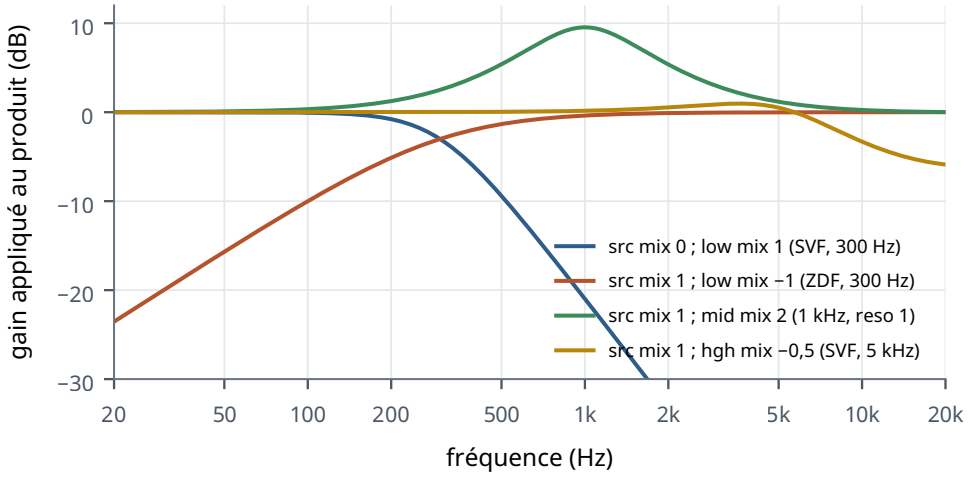


Figure 87 — Gain appliqué au produit pour quelques combinaisons de mélange, à 48 kHz.

Quelques repères pour une bande dont le filtre laisse passer le signal avec un gain de 1 (le grave pour un passe-bas, le centre pour un passe-bande de résonance 1) :

- **mix** = **1** ajoute la bande une fois : le produit est doublé dans cette zone, soit +6 dB ;
- **mix** = **−1** retire la bande : avec un filtre ZDF, le résultat est exactement le complémentaire (le produit moins son passe-bas ZDF est son passe-haut ZDF) ; avec le passe-bande médium de résonance 1, on obtient un creux total au centre ;
- **mix** < **−1** retire plus que la bande : elle revient avec la polarité inversée ;
- **mix** = **2** sur un passe-bande de résonance 1 donne +9,5 dB au centre (1 + 2 = 3 fois).

Avec un SVF, les déphasages du filtre font que la somme n'est pas aussi simple : de petites bosses ou de petits creux apparaissent autour de la fréquence de coupure.

fet src mix

onglet F (ws)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_src_mix`

Proportion du produit **non filtré** dans le produit traité. Il va de 0 à 1.

- **1** (défaut) : le produit entier est conservé ; les bandes éventuelles s'y ajoutent ou s'y soustraient.
- **0** : seul ce que fournissent les bandes est conservé. Si aucune bande n'est active, le produit est supprimé et le saturateur n'a plus d'effet.
- **Entre les deux** : on mélange le produit complet et ses versions filtrées.

Ce réglage ne peut pas être négatif ; pour retirer une zone du produit, utilisez un **mix** de bande négatif.

fet low mix

onglet F (ws)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_bas_mix`

Coefficient de la bande basse dans le produit traité. Il va de −8 à +8 ; à **0** (défaut), la bande n'est pas utilisée. Il n'a d'effet que si **fet low herz** est différent de 0.

- **Positif** : le grave du produit est renforcé (ou constitue à lui seul le produit, avec **fet src mix** à 0).
- **Négatif** : le grave du produit est retiré. À −1 avec un filtre ZDF (**fet low zdf->svf** à 0), le résultat est un passe-haut exact à 6 dB par octave.

Le potentiomètre est très resserré autour de 0 ; saisissez les valeurs précises au clavier. Malgré son nom côté hôte (« fet low env mix »), ce coefficient est constant : il ne dépend d'aucune enveloppe.

fet mid mix

onglet F (ws)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_mid_mix`

Coefficient de la bande médium dans le produit traité, de −8 à +8 ; à **0** (défaut), la bande n'est pas utilisée. Il n'a d'effet que si **fet mid herz** est différent de 0.

N'oubliez pas que le passe-bande a un gain au centre égal à sa résonance : avec une résonance de 4 et un mix de 1, le centre de la bande est multiplié par 1 + 4 = 5 (+14 dB). Pour creuser exactement le centre, réglez une résonance de 1 et un mix de −1.

fet hgh mix

onglet F (ws)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_top_mix`

Coefficient de la bande haute dans le produit traité, de −8 à +8 ; à **0** (défaut), la bande n'est pas utilisée. Il n'a d'effet que si **fet hgh herz** est différent de 0.

Un mix négatif adoucit la saturation en retirant ses harmoniques aiguës ; un mix positif la rend plus brillante. À −1 avec un filtre ZDF, le produit devient exactement son passe-bas ZDF.

> **♪ En musique : choisir quelles harmoniques on garde**
>
> Les presets montrent deux manières opposées de sculpter la saturation. Les uns ne gardent que son **grave**, pour épaissir sans ajouter de grain : **softube_germanium** (**fet src mix** à 0, **fet low herz** à 450 Hz, **fet low mix** à 1, en 6 dB par octave avec **fet low zdf->svf** à 0) ou **pulsar_1178** (**fet src mix** à 0, bande basse à 100 Hz, **fet low mix** à 4, **fet low reso** à 0,25). **ao_dbcomp** retire l'aigu d'un produit complet (**fet hgh herz** à 1 000 Hz, **fet hgh mix** à −1, en ZDF) : il ne reste que son passe-bas à 1 kHz. Les autres ne gardent que l'**aigu**, le grain le plus mordant : **waves_76** (**fet src mix** à 0, **fet hgh herz** à 5 566,29 Hz, **fet hgh mix** à 1,179, en ZDF) et **softube_cl1b** (**fet src mix** à 0, **fet hgh herz** à 6 000 Hz, **fet hgh mix** à 0,75). Remarquez que **waves_76** et **pulsar_1178**, deux imitations de plugins de la famille 1176, font des choix opposés : une imitation se règle sur le plugin imité, à l'oreille et en mode analyse, pas sur une recette. Sur vos pistes, partez de la même question : la saturation doit-elle épaissir le bas, ou éclairer le haut ? Sur une basse, le grave du produit donne souvent du poids sans salir l'attaque ; sur une caisse claire ou une guitare, l'aigu du produit lui donne du mordant sans épaissir le bas.

La limite : dst limit

Dernière étape avant la réinjection, la limite est un écrêtage dur du produit traité : chaque échantillon du produit est borné entre −**dst limit** et +**dst limit**.

fet dst limit

onglet F (ws)

Plage : 0 à 42 **Défaut :** 42 **Identifiant :** `fet_dst_limit`

Valeur maximale, en amplitude linéaire, du produit traité du waveshaper. La valeur 1 correspond au plein niveau interne (0 dBFS après le Headroom).

- **42** (défaut) : la limite est désactivée.
- **Entre 0 et 42** : le produit est écrêté à ± cette valeur. Par exemple, 0,1 limite le produit à −20 dBFS, 0,01 à −40 dBFS.
- **0** : le produit est entièrement supprimé ; le waveshaper n'a plus d'effet.

L'écrêtage porte sur le produit seul, pas sur le signal : le signal d'origine passe toujours en entier, et seule la part ajoutée par la saturation est plafonnée. Sur le waveshaper, la limite agit avant le dosage **ws** / **FX ws** et avant le gain du compresseur.

Le potentiomètre est extrêmement progressif : la valeur 1 se trouve vers 80 % de sa course, et toute la première moitié correspond à des valeurs inférieures à 0,001. Saisir la valeur au clavier est plus simple.

> **Le mot de l'auteur**
>
> La limite répond à un paradoxe de la saturation dynamique : plus le compresseur réduit le gain, plus le waveshaper déforme le signal, mais déformer, c'est souvent amplifier. Sans garde-fou, la saturation peut alors remonter le niveau que le compresseur vient de baisser. La limite, un clipper qui n'agit que sur le produit de saturation, permet de garder la couleur sans ce retour de volume.

Comme c'est un écrêtage dur, une limite basse ajoute elle-même des harmoniques au produit. C'est sans conséquence quand le produit est faible devant le signal, mais audible si l'on écrête beaucoup.

> **♪ En musique : de la couleur sans remonter le niveau**
>
> Sur un bus ou un master, le paradoxe décrit par François se manifeste vite : plus le compresseur travaille, plus le waveshaper déforme, et plus le produit fait remonter les crêtes que la compression vient de tenir. **dst limit** permet de garder le grain tout en plafonnant ce qu'il ajoute. Écoutez le produit seul avec **Monitor Fet**, repérez la hauteur de ses crêtes sur les passages les plus forts, puis placez la limite un peu en dessous : la couleur reste, l'excès disparaît. Si l'écrêtage du produit devient lui-même audible, préférez baisser **fet amp**, qui réduit le produit en proportion au lieu de le raboter.

Le retour dans le signal

Le produit traité est enfin ajouté au signal d'origine du saturateur :

- pour l'**opto** et le **bias**, directement ;
- pour le **waveshaper** de la cible, après multiplication par le réglage **ws** de l'onglet OUTPUT (de 0 à 1, défaut 1) ;
- pour le **waveshaper** de la détection, après multiplication par le réglage **FX ws** de l'onglet INPUT (de −1 à 1, défaut 0 : par défaut, le waveshaper n'agit pas sur la détection).

Ces dosages sont décrits au chapitre 14.

Pour entendre ce que fait la chaîne, le plus simple est d'écouter le produit seul. Le moniteur **Monitor Fet** (onglet WS, chapitre 17) fait entendre le produit du waveshaper de la cible, après tout le traitement de l'onglet F (ws) et le dosage **ws**, sans le gain du compresseur. **Monitor opto** et **Mon bias sat** jouent le même rôle pour les deux autres saturateurs (chapitres 15 et 21).

Démarches pratiques

Ne garder que le grave de la saturation. Réglez **fet src mix** à 0, **fet low herz** vers 200 à 400 Hz et **fet low mix** à 1. Seules les harmoniques graves sont réinjectées : la saturation épaissit le bas du spectre sans ajouter de grain dans l'aigu.

Retirer le grave de la saturation. Gardez **fet src mix** à 1, réglez **fet low herz** sur la fréquence voulue, **fet low zdf->svf** à 0 et **fet low mix** à −1. Le produit passe alors par un passe-haut exact à 6 dB par octave. Avec une fréquence basse (quelques dizaines de hertz), cette combinaison retire aussi la composante continue que peuvent créer certains réglages du waveshaper (**Fet even**, biais : chapitre 17).

Faire ressortir une zone. Avec **fet src mix** à 1, activez la bande médium sur la zone voulue, avec une résonance entre 1 et 4 et un **fet mid mix** positif. La saturation semble alors « chanter » à cette fréquence.

Adoucir une saturation agressive. Activez la bande haute vers 3 à 6 kHz et donnez-lui un **fet hgh mix** négatif, entre −0,5 et −1.

Dompter un produit trop fort. Écoutez le produit avec **Monitor Fet**, puis baissez **fet dst limit** jusqu'à ce que les crêtes du produit soient contenues. Une autre approche consiste à réduire **fet amp**, qui baisse le produit en proportion au lieu de l'écrêter.

Ajouter une résonance à la saturation. Réglez **Fet Delai Secs** sur quelques millisecondes et **Fet Delai FB** entre 2 et 8. Le produit se concentre sur une série de fréquences espacées de 1/retard (1 kHz pour 1 ms) : la saturation prend une couleur métallique, sans que le signal d'origine soit retardé.

Les onglets F (gr) et F (bs)

Les onglets **F (gr)** et **F (bs)** ont les mêmes quatorze réglages que **F (ws)**, dans le même ordre, préfixés « opto » et « bias » : **amp**, **src mix**, les trois bandes (**herz**, **reso**, **mix**, et **zdf->svf** pour les bandes basse et haute) et **dst limit**. Leur fonctionnement est celui décrit dans ce chapitre. Seuls changent ce qui entre dans la chaîne et la signification de **amp** :

- **F (gr)** traite le produit de l'opto, calculé après le gain du compresseur. Ses fiches et ses particularités (en particulier l'effet du réglage **Opto Env**, qui intègre l'opto dans l'enveloppe et rend le produit nul) sont au chapitre 15.
- **F (bs)** traite le produit du bias, différence entre la sortie avec bias et la sortie sans bias. Ses fiches et ses particularités sont au chapitre 21.

Idées de départ

Ces points de départ valent pour les trois onglets F : remplacez simplement « fet » par « opto » ou « bias ».

- **Épaissir une basse ou une grosse caisse** : ne gardez que le grave du produit (**fet src mix** à 0, **fet low herz** vers 200 à 450 Hz, **fet low mix** à 1), comme **softube_germanium**.
- **Donner du mordant à une caisse claire ou à une guitare** : ne gardez que l'aigu du produit (**fet src mix** à 0, **fet hgh herz** vers 5 à 6 kHz, **fet hgh mix** entre 0,75 et 1,2), comme **waves_76** et **softube_cl1b**.
- **Adoucir une voix saturée** : gardez le produit complet et retirez-en l'aigu, avec une bande haute vers 3 à 6 kHz et un **hgh mix** négatif ; ou, comme **ao_dbcomp**, un **hgh mix** à −1 en ZDF.
- **Colorer un master sans le faire remonter** : un **amp** modeste (0,1 à 0,5) et une **dst limit** juste sous les crêtes du produit.
- **Faire chanter la saturation** : une bande médium étroite (résonance de 2 à 4) sur la zone voulue, avec un **mid mix** positif, et le délai réglé sur quelques millisecondes.
- **Sound design** : un **amp** négatif pour une anti-saturation, qui accentue les crêtes au lieu de les arrondir ; un délai de plusieurs dizaines de millisecondes, très réinjecté, pour un écho de la seule couleur ; un **dst limit** très bas pour un grain écrêté qui ne touche jamais au signal d'origine.
- **Pour comprendre**, enfin : écoutez le produit seul avec le moniteur du saturateur, puis tournez un à un les réglages de ce chapitre. Entendre isolément ce qu'ajoute une saturation est une expérience rare, et l'une des meilleures écoles de l'oreille.

CHAPITRE 17

Le waveshaper (FET designer)

Poussez un 1176 sur une basse ou une caisse claire : à mesure qu'il serre, sa légère distorsion de transistor se mêle au son, et l'on dit de lui qu'il éclaircit le timbre et ajoute du mordant. Sur la machine, cette couleur est soudée au circuit : on la prend telle qu'elle est, ou l'on change d'appareil. Dans Comprendre, elle devient un instrument. Vous choisissez quelles harmoniques naissent (la deuxième seule, les impaires, ou toutes), à quel moment (seulement quand le compresseur travaille, en permanence, ou au contraire dans les passages calmes) et avec quel grain : courbe douce, écrêtage franc, bruit blanc réservé aux crêtes, marches d'escalier d'un bit crusher. La courbe se dessine sous vos yeux dans le petit graphe en haut à droite de la fenêtre, et **Monitor Fet** vous fait entendre la saturation seule.

Pour le mixage, c'est le mordant d'un compresseur FET sur une basse ou un bus de batterie, ou une pointe de deuxième harmonique qui épaissit une voix. Pour le mastering, une coloration à peine perceptible, dosée par la compression elle-même. Pour le sound design, un saturateur à six étages qui peut réagir à la dynamique. Le waveshaper est l'un des modules les plus utilisés par les presets fournis : 26 des 80 presets modifient l'onglet **WS**, signe que la saturation fait partie du caractère des machines que François a imitées.

Un compresseur à transistor à effet de champ (FET) colore le son davantage quand il compresse fort. Le **waveshaper** de Comprendre, que François appelle aussi le **FET designer**, sert à reproduire ce type de comportement, et bien d'autres. C'est une courbe de transfert : chaque échantillon d'entrée est transformé en un échantillon de sortie selon une fonction que l'on dessine avec les réglages de l'onglet **WS**. Comme pour les autres saturateurs du plugin, ce n'est pas la sortie de la courbe qui est réinjectée, mais le **produit de saturation**, la différence entre la sortie et l'entrée (chapitre 16). Par défaut, la quantité de ce produit suit la réduction de gain : plus le compresseur réduit le gain, plus le signal est déformé.

Le waveshaper est placé dans la cible **avant** le gain du compresseur, entre les deux égaliseurs dynamiques : DEQ, puis WS, puis DEQ 2 (chapitre 18). Il peut aussi être envoyé dans la détection (chapitre 14). Son produit est traité par l'onglet **F (ws)**, décrit au chapitre 16.

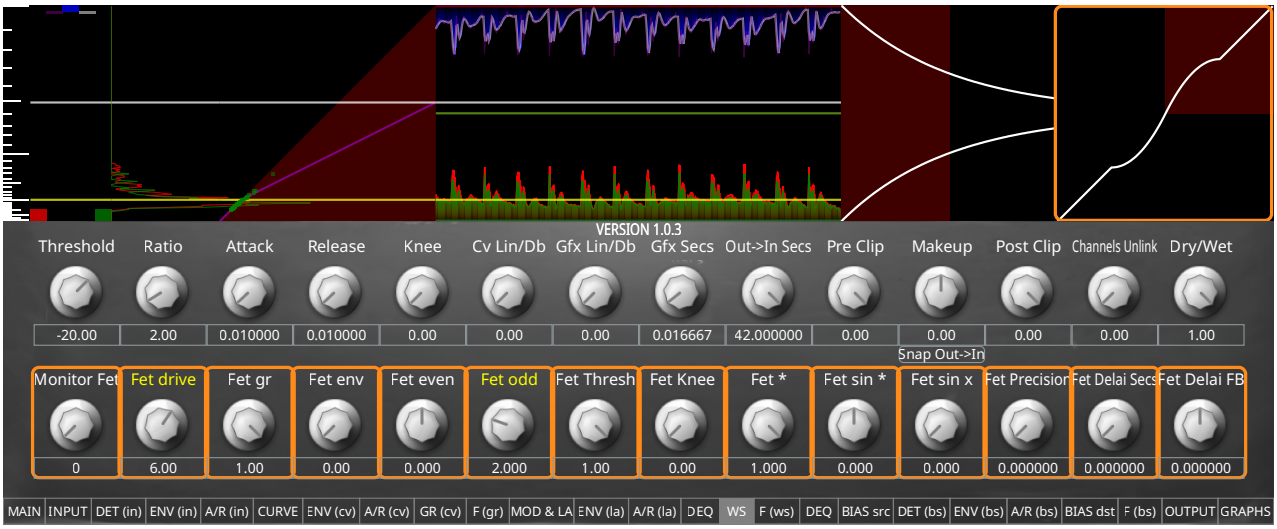


Figure 88 — L'onglet WS et ses quatorze réglages. En haut à droite (encadré), la courbe du waveshaper, ici pour Fet odd = 2 et Fet drive = +6 dB.

Le principe

Six étages cumulables

La courbe du waveshaper est la mise bout à bout de six étages, toujours dans le même ordre. Chacun est neutre à son réglage par défaut, et on peut les combiner librement :

1. **Fet even** : mélange du signal et de son carré, qui crée la deuxième harmonique ;
2. **Fet odd** : une courbe symétrique qui crée des harmoniques impaires ;
3. **Fet Thresh** et **Fet Knee** : un écrêteur, dur ou à genou ;
4. **Fet *** : une simple multiplication ;
5. **Fet sin *** et **Fet sin x** : l'ajout d'une sinusoïde de l'entrée (ou d'un décalage constant, le biais) ;
6. **Fet Precision** : une quantification, à la manière d'un bit crusher.

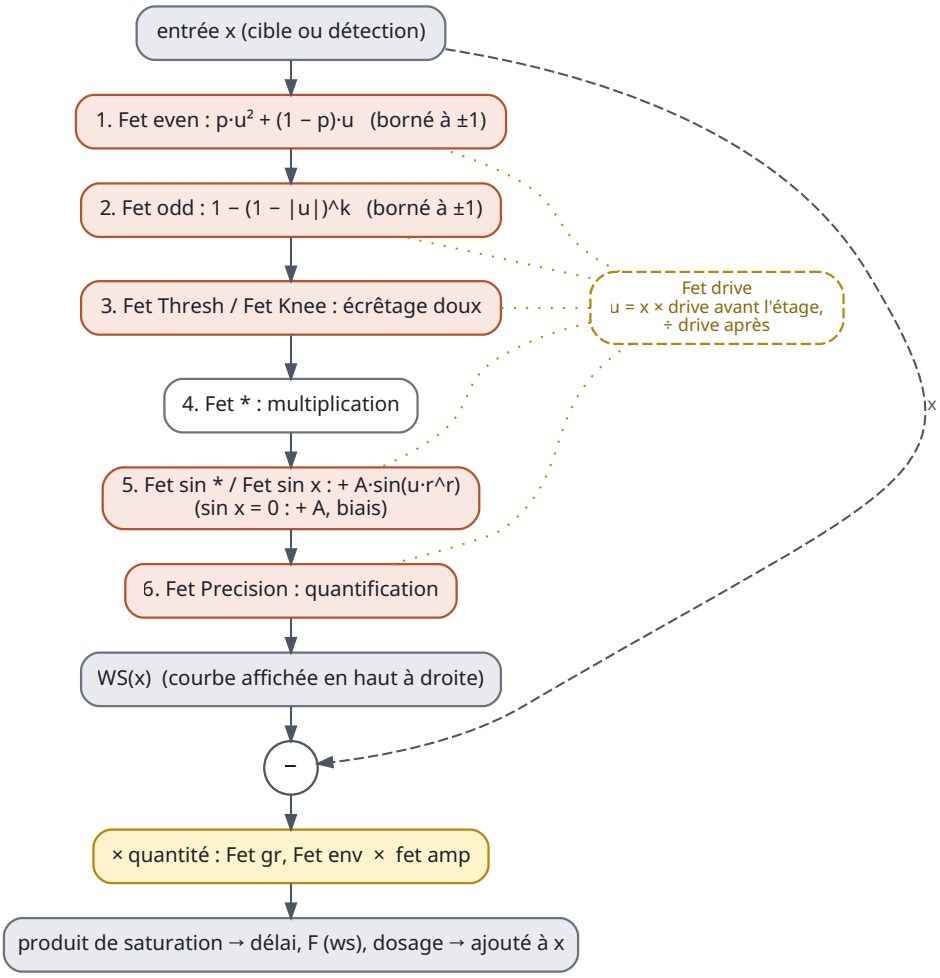


Figure 89 — Les six étages du waveshaper. Le Fet drive encadre les étages 1, 2, 3, 5 et 6 : le signal est multiplié par le drive avant l'étage et divisé après.

Le waveshaper ne s'active que si au moins un étage s'écarte de son réglage neutre. Le **Fet drive** seul ne l'active pas : il ne change rien tant qu'aucun étage n'est engagé.

Le niveau d'entrée

La courbe travaille sur des amplitudes : ±1 correspond au plein niveau interne, c'est-à-dire 0 dBFS **après le Headroom** (chapitre 7). Les réglages de seuil, de précision ou de sinus se lisent donc par rapport à ce niveau. Un signal qui crête à −12 dBFS n'utilise que la partie centrale de la courbe, entre −0,25 et +0,25.

Monter le **Headroom** fait entrer le signal plus fort dans le waveshaper. Comme le gain du Headroom est retiré juste après le compresseur, l'effet ressemble à celui du **Fet drive** ; mais le Headroom fait aussi compresser davantage, donc, avec les réglages par défaut, davantage saturer.

Du signal à la saturation

Le waveshaper calcule la courbe WS(x), puis le produit :

P = (WS(x) − x) × quantité × **fet amp**

La quantité, réglée par **Fet gr** et **Fet env**, vaut par défaut la réduction de gain du compresseur, entre 0 (pas de compression) et 1 (réduction totale). Le produit traverse ensuite l'onglet **F (ws)** (délai, filtres, limite), puis il est ajouté au signal d'origine.

Avec un traitement F (ws) neutre, le signal entendu suit donc une courbe **intermédiaire** entre la diagonale (signal intact) et la courbe dessinée : x + quantité × (WS(x) − x). La courbe affichée est celle que l'on obtient quand la quantité vaut 1. Avec les réglages par défaut, à 6 dB de réduction de gain, la quantité vaut 0,5 et le signal suit une courbe à mi-chemin entre la diagonale et la courbe affichée.

> **La saturation dépend du niveau non compressé**
>
> Le waveshaper agit avant la multiplication par le gain du compresseur : la courbe voit le signal **non compressé**. La quantité de saturation, elle, dépend de la réduction de gain de l'échantillon en cours. Sur la détection, où le gain de l'échantillon en cours n'est pas encore calculé, c'est celui de l'échantillon précédent qui est utilisé.

La courbe affichée

Le petit graphe carré en haut à droite de la fenêtre (graphe 8, chapitre 4) montre la courbe WS(x) : en abscisse, l'entrée de −1 à +1 ; en ordonnée, la sortie, sur la même échelle. Le quart supérieur droit est teinté de rouge. Avec les réglages par défaut, la courbe est la diagonale.

La courbe est calculée avec exactement les mêmes formules que le traitement audio, drive compris, et elle est mise à jour en permanence quand on tourne les réglages. Elle ne montre en revanche que la courbe elle-même :

- elle ne tient pas compte de la quantité (**Fet gr**, **Fet env**), ni de **fet amp** : c'est la courbe pour une quantité de 1 ;
- elle ignore tout le traitement du produit (délai, filtres, limite) et les dosages **ws** et **FX ws** ;
- elle est tracée même quand le waveshaper est désactivé (**Fet gr** et **Fet env** à 0) ;
- les valeurs de sortie qui dépassent ±1 sortent du cadre et sont dessinées sur son bord.

La quantité de saturation : Fet gr et Fet env

La quantité de saturation se calcule à partir de l'enveloppe de gain du compresseur, notée e : e = 1 quand il n'y a pas de réduction de gain, e = 0,5 à −6 dB, e = 0 en réduction totale. La réduction de gain, en linéaire, vaut 1 − e. Les deux réglages dosent chacune de ces deux grandeurs :

quantité = **Fet gr** × (1 − e) + **Fet env** × e

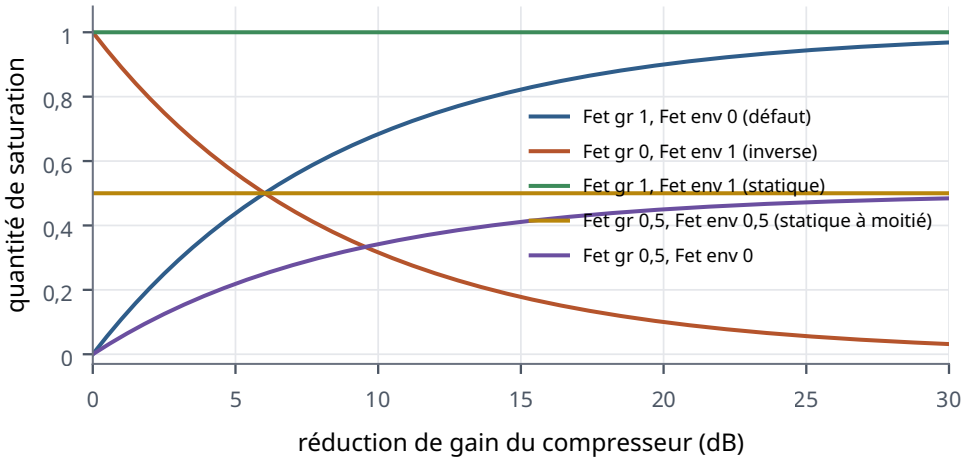


Figure 90 — Quantité de saturation en fonction de la réduction de gain, pour quelques combinaisons de Fet gr et Fet env.

Cela donne trois façons de travailler :

- **waveshaping dynamique** (défaut : Fet gr 1, Fet env 0) : la saturation suit la réduction de gain. Elle est nulle sans compression, vaut 0,5 à 6 dB de réduction, 0,75 à 12 dB, 0,9 à 20 dB. C'est le comportement d'un compresseur réel qui sature davantage quand il compresse ;
- **waveshaping dynamique inversé** (Fet gr 0, Fet env 1) : la saturation est maximale quand le compresseur ne compresse pas, et diminue quand il compresse ;
- **waveshaping statique** (Fet gr et Fet env égaux) : la quantité ne dépend plus de la compression. À 1 et 1, la courbe est appliquée en entier en permanence ; à 0,5 et 0,5, à moitié.

Les valeurs intermédiaires mélangent ces comportements. Lorsque les canaux sont déliés (**Channels Unlink**, chapitre 7), la quantité utilise l'enveloppe de chaque canal, dans la proportion du déliement.

Fet gr

onglet WS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_gr`

Part de la **réduction de gain** dans la quantité de saturation, de 0 à 1.

- **1** (défaut) : avec **Fet env** à 0, la quantité est égale à la réduction de gain linéaire. Sans compression, le waveshaper n'a aucun effet ; plus le compresseur réduit le gain, plus la courbe est appliquée.
- **0** : la réduction de gain n'intervient plus. Si **Fet env** est aussi à 0, le waveshaper est complètement désactivé : la courbe reste affichée, mais aucun traitement n'est fait et **Monitor Fet** est muet.
- **Valeur intermédiaire** : la saturation suit la réduction de gain, mais plus faiblement. À 0,5, elle plafonne à 0,5 en réduction totale.

Si **Fet gr** et **Fet env** valent tous deux 1, la quantité est constante et vaut 1 : c'est le waveshaping statique.

Fet env

onglet WS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_env`

Part de l'**enveloppe de gain** dans la quantité de saturation, de 0 à 1. L'enveloppe vaut 1 sans compression et diminue quand le compresseur réduit le gain : la saturation qu'elle commande est donc maximale **quand le compresseur ne compresse pas**.

- **0** (défaut) : l'enveloppe n'intervient pas.
- **1**, avec **Fet gr** à 0 : saturation « à l'envers ». La courbe est appliquée en entier au repos et s'efface à mesure que la compression augmente.
- **Égal à Fet gr** : les deux parts se compensent et la quantité devient constante (waveshaping statique).

Ce réglage permet, par exemple, une saturation qui colore les passages calmes et laisse les passages compressés plus propres.

Le mot de l'auteur

Par défaut, le waveshaping est dynamique et fondé sur la réduction de gain, parce que c'est ce qui a le plus de sens : un vrai compresseur sature davantage quand il compresse. On peut ensuite lui demander de faire l'inverse, et saturer quand l'enveloppe est haute, ou de saturer de manière constante, en waveshaping statique.

La quantité est enfin multipliée par **fet amp**, le premier réglage de l'onglet F (ws) (chapitre 16).

Régler la courbe à l'oreille

Avec les réglages par défaut, le waveshaper ne fait rien tant que le compresseur ne compresse pas. Pour régler la forme de la courbe sur un passage peu compressé, passez temporairement **Fet gr** et **Fet env** à 1 (waveshaping statique), écoutez avec **Monitor Fet**, puis revenez au mode dynamique.

Le 1176 et la non-linéarité du FET

En 1966, Bill Putnam remplace les lampes de ses compresseurs 175 et 176 par des transistors à effet de champ : le 1176, commercialisé en 1967, utilise un FET comme résistance commandée en tension. Son manuel le reconnaît, les FET sont des composants intrinsèquement non linéaires, et tout le défi de Putnam a été de garder celui-ci dans sa zone linéaire pour limiter la distorsion ; le circuit « LN » de 1970 y travaille encore. Il en reste une couleur : face au Fairchild, doux et chaud, le 1176 éclaircit le timbre et ajoute du mordant, et, hors de ses réglages les plus rapides, sa subtile distorsion de FET aide la basse à percer. Même l'attaque réglée sur **Off** a son usage : l'appareil ne compresse plus, mais le signal traverse toujours l'électronique, ce qui permet d'ajouter la couleur seule. Le mode dynamique du waveshaper suit l'intuition de François, pour qui un vrai compresseur sature davantage quand il compresse ; le mode statique rappelle l'attaque sur Off : la couleur sans la compression. Le chapitre 2 raconte l'histoire de la machine.

> **♪ En musique : une saturation qui grandit avec la compression**
>
> Sur une basse, une caisse claire ou un bus de batterie, laissez **Fet gr** à 1, montez **Fet odd** vers 1,5 et réglez le compresseur pour qu'il travaille surtout sur les attaques. Les notes tenues et les passages calmes restent propres ; les coups qui font réduire le gain se chargent d'harmoniques, au moment précis où leur niveau baisse. L'oreille perçoit souvent la compression comme plus dense, plus « accrochée », sans qu'elle soit plus forte. Basculez sur **Monitor Fet** : vous entendez la saturation apparaître et disparaître au rythme de la réduction de gain. C'est le réglage que gardent presque tous les presets qui modifient l'onglet WS.
>
> Deux presets choisissent au contraire le mode statique. **pa_hg2**, imitation d'un saturateur à lampes, ne compresse pas du tout (**Ratio** à 1, **Threshold** à 0 dB) : avec **Fet env** à 1, sa courbe (**Fet odd** à 0,907, **Fet Thresh** à 0,22, **Fet Knee** à 27,92) s'applique en permanence, et le waveshaper devient un saturateur à part entière. **arturia_diode**, imitation d'une émulation de compresseur à pont de diodes, règle lui aussi **Fet env** à 1, avec **Fet odd** à 1,56 : sa couleur ne dépend plus de la compression.

Le drive

Fet drive

onglet WS

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `fet_input`

Gain appliqué au signal avant chaque étage de mise en forme, et retiré après lui. Il va de −24 à +24 dB ; à **0 dB** (défaut), il est neutre.

Le drive encadre les étages **Fet even**, **Fet odd**, **Fet Thresh**/**Fet Knee**, **Fet sin *** et **Fet Precision** : le signal est multiplié par le drive, mis en forme, puis divisé par le drive. Il n'agit ni sur **Fet *** ni sur le biais (**Fet sin x** à 0).

Le drive ne monte donc pas le niveau. Il agit comme une **loupe** centrée sur l'origine de la courbe : avec +6 dB, le signal parcourt une portion deux fois plus grande de chaque étage, et le résultat est ramené à l'échelle d'origine. Les petits signaux gardent la même pente, mais la mise en forme commence plus tôt. Concrètement :

- **Fet even** produit davantage de deuxième harmonique (le terme carré est proportionnel au drive) ;
- **Fet odd** ne met en forme que les niveaux inférieurs à 1/drive (voir sa fiche) ;
- le seuil effectif de **Fet Thresh** est divisé par le drive : un seuil de 0,5 avec +6 dB de drive écrête à 0,25 ;
- la sinusoïde de **Fet sin x** oscille plus vite sur la plage d'entrée ;
- les pas de **Fet Precision** sont plus fins et la zone morte autour de zéro plus étroite.

Un drive négatif fait l'inverse : il éloigne la mise en forme, qui ne concerne plus que les forts niveaux, voire plus aucun.

Le drive seul n'active pas le waveshaper : il faut qu'au moins un étage soit engagé.

> **Le mot de l'auteur**
> François précise que le drive est un vrai drive en décibels, dont on voit directement l'effet sur la courbe affichée.

Fet even : la deuxième harmonique

Fet even

onglet WS

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_pair`

Mélange le signal et son carré. Le réglage p va de −1 à +1 ; à **0** (défaut), l'étage est inactif. La sortie de l'étage vaut, à drive nul :

sortie = $p \times x^2 + (1 - p) \times x$

puis elle est bornée entre −1 et +1.

Le carré d'une sinusoïde ne contient que deux choses : une composante continue et la deuxième harmonique. **Fet even** crée donc la seule harmonique 2, sans les harmoniques paires suivantes (4, 6, 8…). Comme la courbe n'est pas symétrique, il crée aussi une **composante continue**, et il **atténue la fondamentale** dans la proportion 1 − p.

- **Entre 0 et 1** : la deuxième harmonique et le continu augmentent, la fondamentale diminue. À 1, la courbe est une parabole : la sortie de l'étage ne contient plus du tout le signal d'origine, seulement son carré.
- **Entre −1 et 0** : la deuxième harmonique est en polarité inverse, et la fondamentale est **renforcée** (× (1 + |p|)). Les forts niveaux négatifs atteignent vite la borne −1, ce qui ajoute d'autres harmoniques.

Le **Fet drive** augmente la part du carré : à drive d, le terme carré devient $p \times d \times x^2$.

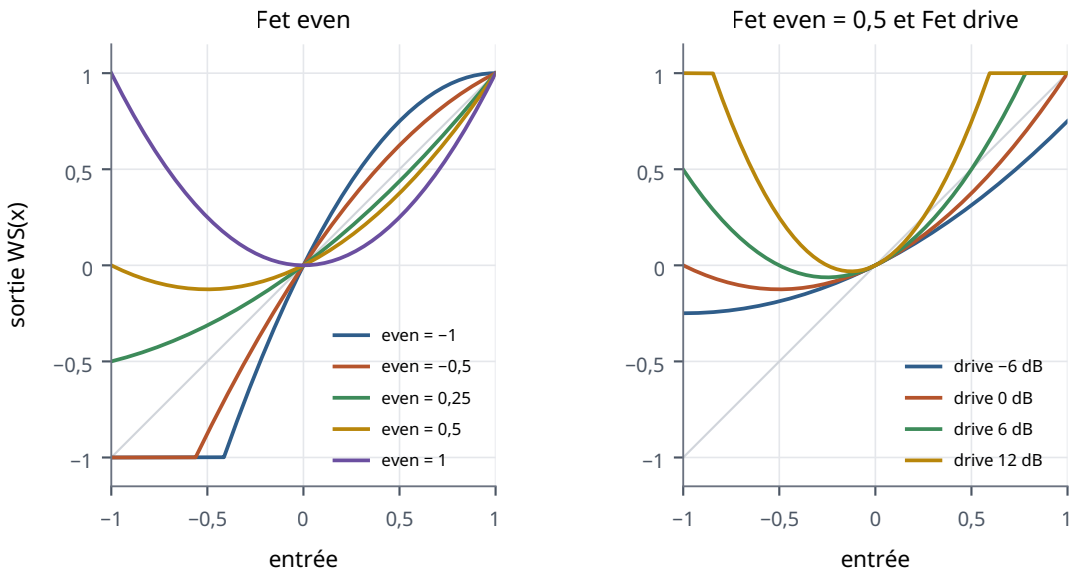


Figure 91 — Courbes de Fet even seul (à gauche) et effet du drive sur Fet even = 0,5 (à droite).

Le mot de l'auteur

Le générateur pair ne produit que la deuxième harmonique. Une formule qui ferait apparaître les harmoniques 4, 6, 8 serait bien plus compliquée, et elle n'est pas nécessaire : il suffit d'ajouter un peu de **Fet odd**. La courbe impaire, appliquée à un signal rendu asymétrique, fait apparaître les autres harmoniques paires.

À confirmer par François

Fet even et le biais (**Fet sin x** à 0) ajoutent une composante continue au produit de saturation, et aucun filtre de la chaîne ne semble la retirer ensuite. Comme ce produit est dosé par la réduction de gain, ce continu varie avec la compression. Est-ce voulu, ou faut-il conseiller de le retirer avec la bande basse de F (ws) ?

Fet odd : les harmoniques impaires

Fet odd

onglet WS

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_impair`

Exposant k d'une courbe symétrique qui crée des harmoniques impaires. Il va de 0,125 à 8 ; à **1** (défaut), l'étage est inactif (les valeurs comprises entre 0,999 et 1,001 sont ramenées à 1). À drive nul, pour une entrée x entre 0 et 1 :

sortie = 1 − (1 − x)^k

et symétriquement pour les valeurs négatives.

- **k > 1** : la courbe monte vite puis s'aplatit en arrivant à ±1. C'est une saturation douce. Sa pente à l'origine vaut k : les faibles niveaux sont **amplifiés** k fois (×2, soit +6 dB, pour k = 2). Le signal saturé est donc plus fort que l'original, ce que reflète le produit.
- **k < 1** : la courbe part lentement puis se redresse brutalement en arrivant à ±1. Les faibles niveaux sont **atténués** (pente k à l'origine) et les crêtes conservées : c'est une forme expansive.

La sortie est bornée entre −1 et +1.

Avec un **Fet drive** positif, l'étage ne met en forme que les entrées inférieures à 1/drive en valeur absolue ; au-delà, il laisse passer le signal tel quel. La courbe affichée présente alors un palier, puis rejoint la diagonale avec une cassure. Avec un drive négatif, toute la plage est mise en forme ; pour k > 1, la sortie, amplifiée, atteint alors la borne ±1 avant la fin de la plage : la saturation douce se termine par un écrêtage dur.

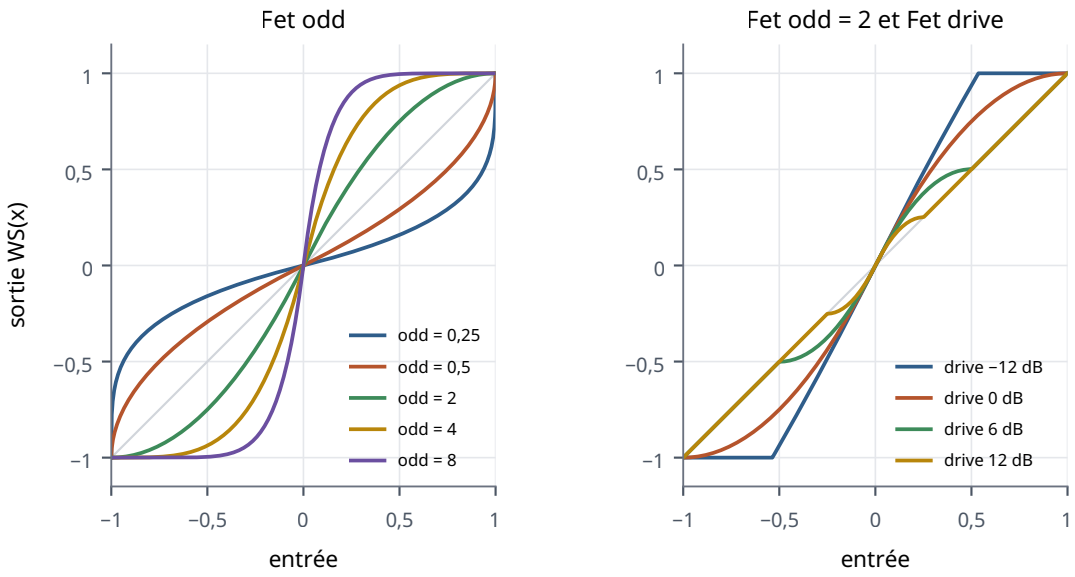


Figure 92 — Courbes de Fet odd seul (à gauche) et effet du drive sur Fet odd = 2 (à droite).

À confirmer par François

Avec un **Fet drive** positif, **Fet odd** ne déforme que les niveaux inférieurs à 1/drive : au-delà, la courbe revient sur la diagonale, avec une rupture de pente visible sur le graphe (par exemple au-dessus de 0,5 avec +6 dB de drive). Est-ce le comportement voulu ?

Fet Thresh et Fet Knee : l'écrêteur

L'étage 3 est un écrêteur : sous le seuil, le signal passe intact ; au-dessus, il est plafonné au seuil. Le genou arrondit la transition.

Fet Thresh

onglet WS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_seuil`

Seuil de l'écrêteur, en amplitude **linéaire** de 0 à 1. À **1** (défaut), il n'y a pas d'écrêtage (tant que **Fet Knee** est à 0).

Le seuil se lit par rapport au plein niveau interne : 0,5 correspond à −6 dBFS, 0,25 à −12 dBFS, 0,1 à −20 dBFS. Au-dessus du seuil, la sortie est constante, égale au seuil : sans genou, c'est un écrêtage dur.

Le **Fet drive** divise le seuil effectif : avec un seuil de 0,5 et +6 dB de drive, l'écrêtage se fait à 0,25 en entrée comme en sortie.

Fet Knee

onglet WS

Plage : 0 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_genou`

Largeur du genou de l'écrêteur. Bien que son potentiomètre ressemble à celui du genou principal (en décibels), cette largeur est **linéaire** : elle vaut **Fet Knee** / 120, de 0 à 2. À **0** (défaut), l'écrêtage est dur.

Le genou est centré sur le seuil : la mise en forme commence à seuil − largeur/2 et le plafond est atteint à seuil + largeur/2. Entre les deux, la courbe est un arc de parabole qui raccorde la diagonale au plafond sans cassure. Par exemple, avec un seuil de 0,5 et **Fet Knee** à 60 (largeur 0,5), l'arrondi va de 0,25 à 0,75.

Un genou non nul active l'étage même si **Fet Thresh** vaut 1 : il arrondit alors les crêtes à partir de 1 − largeur/2.

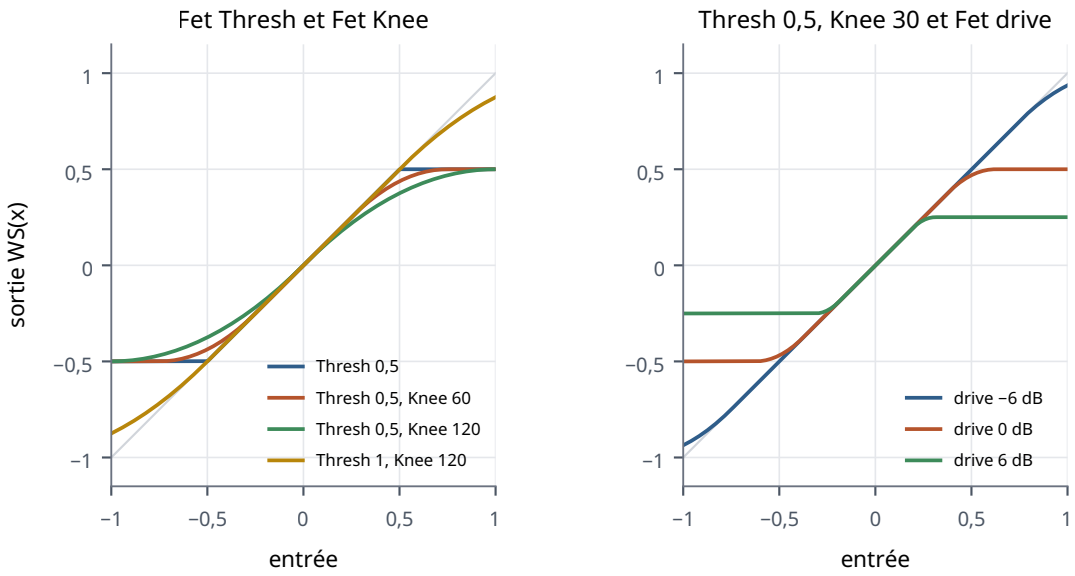


Figure 93 — Courbes de l'écrêteur : seuil et genou (à gauche), effet du drive sur un seuil de 0,5 avec un genou de 30 (à droite).

Le mot de l'auteur

Seuil et genou sont tous deux linéaires, et tous les étages sont cumulables : on peut écrêter après avoir créé des harmoniques paires et impaires.

À confirmer par François

Quand la moitié de la largeur du genou dépasse le seuil (**Fet Knee** / 240 > **Fet Thresh**, par exemple un seuil de 0,2 avec un genou de 120), la zone de genou englobe le zéro et la courbe présente un petit saut au passage par zéro. Est-ce voulu ?

Fet * : le multiplicateur

Fet *

onglet WS

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `fet_rebond_min`

Multiplie le signal à la sortie de l'étage 3, sans passer par le drive. Il va de −1 à +1 ; à **1** (défaut), il est neutre.

Ce réglage simple a des effets forts, parce que le waveshaper réinjecte une **différence** :

- **Entre 0 et 1** : la sortie de la courbe est atténuée ; le produit retire au signal une partie de lui-même. Le waveshaper devient une commande de gain supplémentaire, pilotée par la quantité de saturation.
- **0** : la courbe est nulle et le produit vaut exactement −x × quantité. Avec les autres réglages par défaut, la cible est alors multipliée par l'enveloppe du compresseur **avant** de l'être une seconde fois par le gain du compresseur : en décibels, la réduction de gain est **doublée**.
- **Négatif** : la courbe inverse la polarité. À −1, avec les réglages par défaut, la cible vaut x × (2e − 1) : intacte sans compression, nulle à 6 dB de réduction de gain, puis en polarité inverse au-delà.

Fet * sert aussi de commutateur : quand il vaut exactement **0** et que **Fet Precision** est supérieur à 0, le waveshaper passe en mode **écarteur** (voir plus loin). Dans ce mode, la multiplication n'est pas faite.

> **Fet * à 0 et Fet Precision**
>
> Avec **Fet *** à 0, monter **Fet Precision** au-dessus de 0 change complètement le comportement : on passe d'une commande de gain à l'écarteur. Pensez-y si le son change brutalement en touchant l'un de ces deux réglages.

Fet sin * et Fet sin x : sinusoïde et biais

L'étage 5 ajoute au signal une sinusoïde de lui-même : sortie = x + A × sin(x × r^r), où A est **Fet sin *** et r est **Fet sin x** (à drive nul). Quand **Fet sin x** vaut 0, l'étage ajoute simplement la constante A : c'est le **biais**.

La fréquence de la sinusoïde varie énormément avec **Fet sin x**, parce que le réglage est élevé à sa propre puissance :

Fet sin x	0,25	0,5	1	2	3	4	8
r^r	0,71	0,71	1	4	27	256	16 777 216

La valeur r^r passe par un minimum (environ 0,69) vers r = 0,37 : entre 0 et 1, le réglage n'est pas monotone, mais l'effet reste doux. À partir de 3, la sinusoïde fait plusieurs oscillations sur la plage d'entrée et crée des harmoniques élevées ; à partir de 4, elle varie si vite d'un échantillon à l'autre que son résultat est pratiquement aléatoire : le waveshaper ajoute un **bruit** dont l'amplitude suit le signal.

Fet sin *

onglet WS

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_rebond_max`

Amplitude A de la sinusoïde ajoutée par l'étage 5, ou valeur du biais si **Fet sin x** vaut 0. Il va de −1 à +1 ; à **0** (défaut), l'étage est inactif.

- Avec **Fet sin x** différent de 0, le signal reçoit A × sin(x × r^r). Une valeur négative inverse la sinusoïde. Pour **Fet sin x** inférieur ou égal à 1, l'effet ressemble à une légère amplification (A > 0) ou atténuation (A < 0) des faibles niveaux, avec une courbure douce ; pour des valeurs plus élevées, il crée des ondulations, puis du bruit.
- Avec **Fet sin x** à 0, l'étage ajoute la constante A au signal : c'est le **biais**. Il n'est pas multiplié par le drive.

Le biais est ajouté **après** les étages de mise en forme : seul, il ne crée aucune harmonique, seulement un décalage continu dans le produit (que la quantité de saturation fait varier avec la compression). Il ne déforme que l'étage **Fet Precision**, qui le suit : la quantification devient alors asymétrique et crée des harmoniques paires.

Fet sin x

onglet WS

Plage : 0 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_rebond_ratio`

Fréquence r de la sinusoïde de l'étage 5. Il va de 0 à 8 ; l'argument de la sinusoïde est l'entrée multipliée par r^r. À **0** (défaut), l'étage ajoute une constante (le biais) au lieu d'une sinusoïde.

- **Jusqu'à 1** : variation lente, qui courbe doucement la caractéristique.
- **2 à 3** : des ondulations sur la plage d'entrée (environ une sur toute la plage à 2, huit à 3) ; harmoniques impaires élevées.
- **4 et au-delà** : résultat pseudo-aléatoire, un bruit qui suit l'amplitude du signal.

Le **Fet drive** accélère la sinusoïde, puisque le signal est multiplié par le drive avant l'étage. Le potentiomètre est progressif : la valeur 1 est vers 60 % de la course, la valeur 2 vers 71 %.

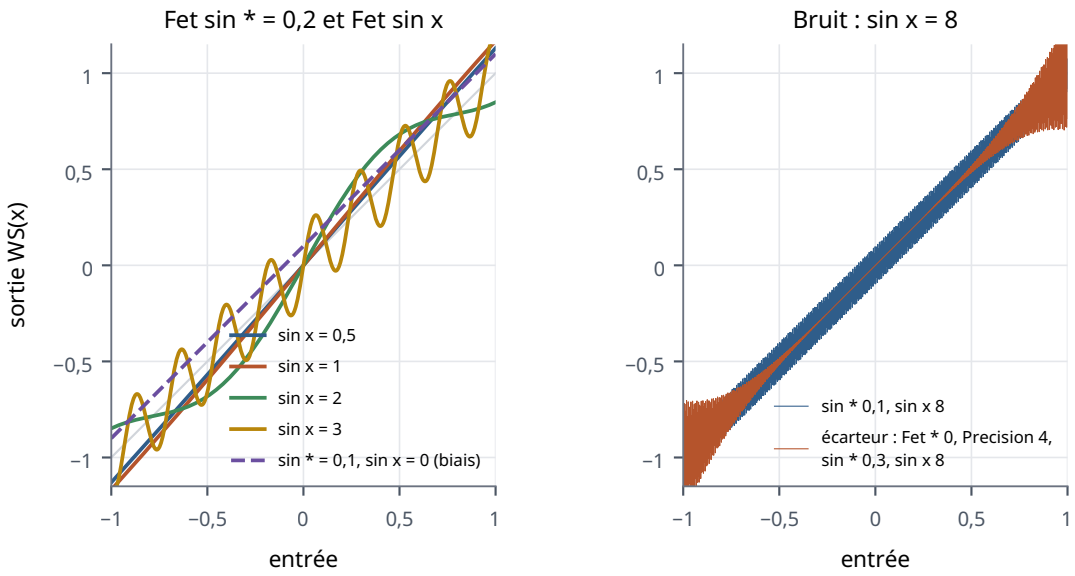


Figure 94 — Sinusoïde et biais (à gauche) ; à droite, le bruit obtenu avec Fet sin x = 8, et le même bruit en mode écarteur, cantonné aux forts niveaux.

Le mot de l'auteur

François a ajouté la sinusoïde parce qu'il voulait une saturation proche du bruit blanc : réglée très haut, elle donne une saturation granuleuse. Son défaut est d'être partout, même sur les faibles niveaux ; c'est ce qu'il a résolu avec le mode écarteur.

Fet Precision : bit crusher et écarteur

Fet Precision

onglet WS

Plage : 0 à 256 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_precision`

Selon le réglage de **Fet ***, ce réglage a deux rôles.

Bit crusher (cas général, **Fet *** différent de 0). Le signal est quantifié en pas de 1/P, où P est la valeur du réglage, en arrondissant vers zéro. Par exemple, à 4, les seules valeurs possibles sont 0, ±0,25, ±0,5, ±0,75 et ±1. À **0** (défaut), l'étage est inactif.

- Le nombre de niveaux sur la plage −1 à +1 vaut 2P + 1 : une précision de 128 correspond à peu près à une quantification sur 8 bits, 8 à 4 bits.
- L'arrondi vers zéro crée une **zone morte** : toute entrée plus petite que 1/P en valeur absolue devient 0. Comme le waveshaper réinjecte une différence, les faibles niveaux sont alors retirés du signal, dans la proportion de la quantité de saturation. En dessous de 1, la courbe est nulle sur toute la plage (à drive nul) : l'effet est celui de **Fet *** à 0.
- La quantification est symétrique : elle ne crée que des harmoniques impaires, sauf si un étage asymétrique la précède (**Fet even** ou le biais).
- Le **Fet drive** affine les pas : avec un drive d, ils valent 1/(P × d) en entrée.

Écarteur (**Fet *** exactement à 0). La quantification n'est plus faite. **Fet Precision** devient l'exposant d'une pondération de la sinusoïde de l'étage 5 : son amplitude n'est plus A mais A × |x|^P. La sinusoïde, ou le bruit, ne touche plus que les forts niveaux, et laisse le centre du signal propre. Plus la valeur est grande, plus le bruit est cantonné aux crêtes. Sans sinusoïde (**Fet sin *** à 0), ce mode n'ajoute rien aux étages 1 à 3 ; avec **Fet sin x** à 0, l'étage 5 redevient un simple biais.

Le potentiomètre est extrêmement progressif : la valeur 1 se trouve vers 71 % de sa course, la valeur 16 vers 84 %. Saisir la valeur au clavier est souvent plus simple.

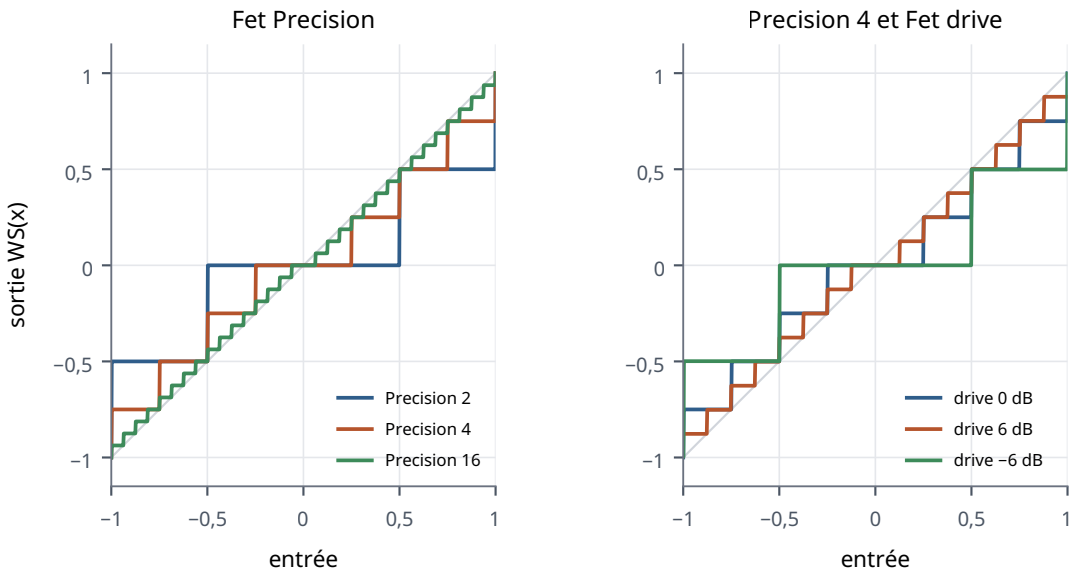


Figure 95 — Quantification par Fet Precision (à gauche) et effet du drive sur une précision de 4 (à droite).

Le mot de l'auteur

Le problème de la sinusoïde, c'est qu'elle est partout. François voulait que le milieu du signal reste normal et que le grain n'apparaisse que sur les bords : d'où l'idée de mettre **Fet *** à 0 et d'engager la précision, qui devient alors un « écarteur ». On retrouve ainsi le caractère de certains saturateurs (François évoque le germanium) dont le bruit n'apparaît que quand le signal est fort, ce qui sert à simuler la saturation de certains compresseurs.

À confirmer par François

En mode écarteur, l'amplitude de la sinusoïde est multipliée par $|x \times \text{drive}|$ à la puissance **Fet Precision**. Avec un drive positif et une précision élevée (par exemple +24 dB et 40), ce facteur dépasse les capacités de calcul en virgule flottante et le résultat devient infini. Faut-il borner ce calcul ?

♪ En musique : du grain seulement sur les crêtes

C'est le timbre que François cherchait pour imiter la saturation de certains compresseurs : un bruit blanc qui n'apparaît que lorsque le signal est fort, et un centre qui reste propre. Réglez **Fet *** à 0, **Fet sin *** vers 0,2, **Fet sin x** à 8 et **Fet Precision** entre 2 et 8. Sur une caisse claire ou une guitare rythmique, le grain vient se poser sur les attaques et les crêtes, et seulement quand le compresseur réduit le gain : la saturation semble s'allumer avec la frappe, puis s'éteindre. Montez **Fet Precision** pour la repousser vers les crêtes les plus fortes, et écoutez-la seule avec **Monitor Fet**.

Deux presets reposent sur ce mode. **waves_76**, imitation d'une émulation de 1176, règle **Fet *** à 0, **Fet Precision** à 2,677, **Fet sin *** à 1 et **Fet sin x** à 8, ajoute un écrêteur arrondi (**Fet Thresh** à 0,74, **Fet Knee** à 240) et ne garde, dans l'onglet F (ws), que la partie aiguë du produit, au-dessus de 5,5 kHz environ. **rockruepel_comptwo_drums**, dont le nom indique la batterie, utilise **Fet *** à 0, **Fet Precision** à 7,804, **Fet sin *** à 1 et **Fet sin x** à 4, puis remodèle fortement le produit dans l'onglet F (ws).

Quelles harmoniques ?

La figure suivante montre le spectre de la sortie de la courbe pour un sinus d'amplitude 0,7, en waveshaping statique (quantité 1), avec un étage à la fois puis une combinaison.

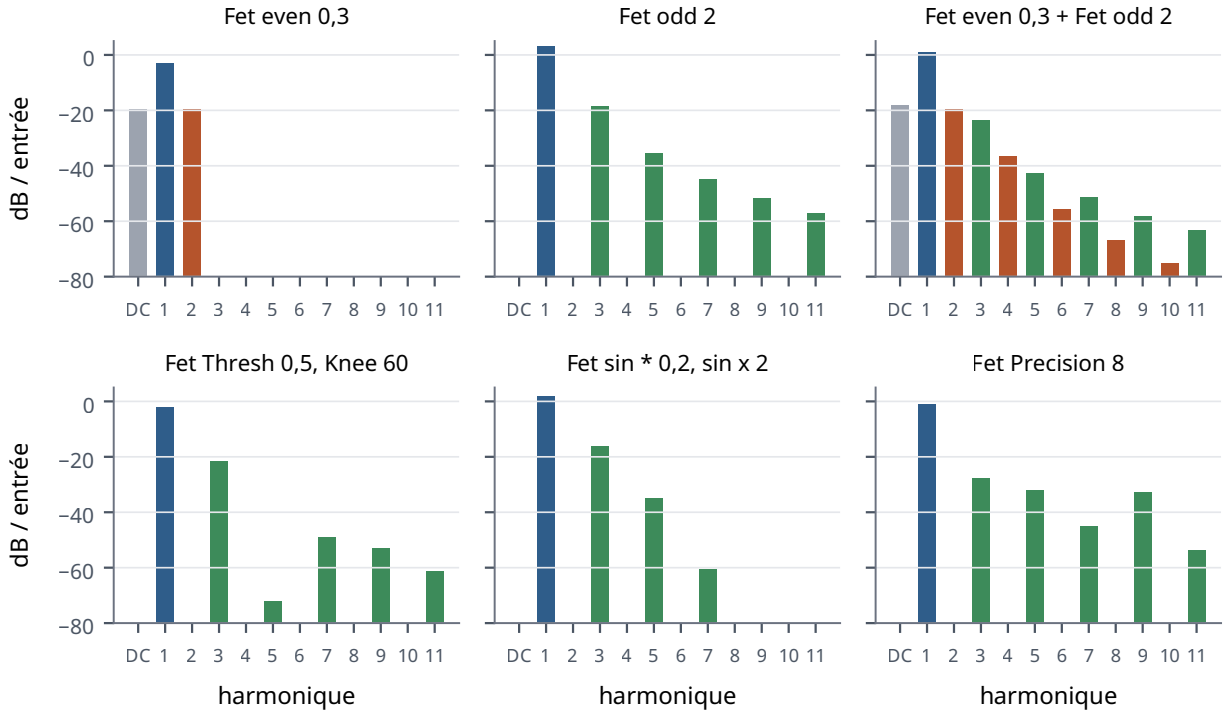


Figure 96 — Spectre de la sortie du waveshaper pour un sinus d'amplitude 0,7, en dB par rapport à l'amplitude d'entrée. Bleu : fondamentale ; orange : harmoniques paires ; vert : harmoniques impaires ; gris : composante continue.

On retient :

- les étages symétriques (**Fet odd**, l'écrêteur, la sinusoïde, la précision) ne créent que des harmoniques **impaires** ;
- **Fet even** crée la composante continue et la seule harmonique 2, et atténue la fondamentale ;
- combiner **Fet even** avec un étage symétrique fait apparaître **toutes** les harmoniques, paires comprises ;
- **Fet odd** au-dessus de 1 et la sinusoïde renforcent aussi la fondamentale : le signal saturé est plus fort que l'original.

Ces spectres sont ceux de la courbe pleine. Dans le fonctionnement par défaut, le produit est multiplié par la réduction de gain, puis filtré et limité par l'onglet F (ws) : le niveau des harmoniques varie donc avec la compression.

Dist 2, Dist 3 : choisir ses harmoniques

En 1995, les premiers Empirical Labs Distressor sont vendus. Conçu par Dave Derr, un ancien d'Eventide, ce compresseur à VCA emprunte à plusieurs machines classiques, du 1176 au LA-2A. Deux de ses modes de distorsion parlent directement au waveshaper. **Dist 2** apporte une chaleur « classe A », surtout de l'harmonique 2, quand l'appareil compresse ; son manuel rappelle que la distorsion des lampes est connue pour son harmonique 2. **Dist 3** ajoute l'harmonique 3 à la deuxième et aplatit progressivement le haut et le bas de l'onde, comme une bande magnétique. Le manuel propose même une recette pour donner à un enregistrement numérique le caractère d'une bande : ratio 2:1, Dist 3, et 1 à 3 dB de compression. D'autres appareils séparent aussi le pair et l'impair : l'élément de gain de l'elysia alpha compressor enrichit le signal en harmoniques 2 et 3, et la section **Colour** du Bettermaker Mastering Limiter a deux générateurs d'harmoniques, l'un impairs, l'autre pairs. Dans Comprendre, **Fet even** joue le rôle du générateur d'harmonique 2, **Fet odd** celui des impaires, et l'écrêteur aplatit le haut et le bas de l'onde ; les trois se combinent librement.

♪ En musique : la deuxième, les impaires, ou les deux

Commencez par écouter chaque étage seul, en waveshaping statique et avec **Monitor Fet**. **Fet even** entre 0,1 et 0,2 ne crée qu'une harmonique, à l'octave : l'oreille la perçoit souvent comme un corps supplémentaire plutôt que comme une distorsion, ce qui en fait un bon candidat pour une voix, une basse ou un bus de mix. **Fet odd** au-dessus de 1 apporte les impaires : le son gagne en arête et en présence, et la saturation devient plus reconnaissable. Les deux ensemble donnent toutes les harmoniques ; ajoutez enfin un peu d'écrêteur pour aplatir les crêtes.

Les presets montrent les dosages choisis par François. Dans la famille Distressor, **kiive_xstressor** associe **Fet even** à 0,168 et **Fet odd** à 1,5, avec un écrêteur (**Fet Thresh** à 0,4, **Fet Knee** à 50), le tout réinjecté avec parcimonie (**fet amp** à 0,0625) ; **slate_fgstress** pousse **Fet odd** à 1,299 avec +6 dB de **Fet drive**. Du côté des 1176, **pulsar_1178** mise sur la deuxième harmonique (**Fet even** à 0,2, drive de +1 dB). Beaucoup de presets se contentent d'une touche : **Fet odd** à 1,269 pour **native_vc2a** et **spl_iron**, à 1,299 pour **blackrooster_omnitec436**, à 1,706 avec **Fet even** à 0,072 pour **tr_670**. **ao_dbcomp** associe **Fet odd** à 1,24 et **Fet even** à 0,088, puis atténue dans l'onglet F (ws) la part de la saturation située au-dessus de 1 kHz environ : la couleur reste dans le grave et le médium. À l'autre extrême, **kiive_filk2_saturation**, de la famille des saturateurs, va jusqu'à **Fet odd** à 8 et **Fet even** à −1, avec un écrêteur à 0,6 et +4,5 dB de drive.

Le délai du produit

Ces deux réglages règlent le délai à réinjection propre au produit du waveshaper. Son fonctionnement, commun aux trois saturateurs, est décrit en détail au chapitre 16 : c'est un filtre en peigne, pas un écho simple.

Fet Delai Secs

onglet WS

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `fet_delai_nb`

Retard du délai à réinjection appliqué au produit de saturation du waveshaper, de 0 à 2 s. À **0** (défaut), le retard vaut un seul échantillon interne.

Ce réglage est **sans effet tant que Fet Delai FB vaut 0**. Le retard réel est arrondi à l'échantillon interne inférieur, plus un échantillon. Le signal d'origine n'est jamais retardé : seul le produit passe par le délai.

- **0 s** (avec FB différent de 0) : un filtre à un pôle, passe-bas si FB est positif ; sa fréquence dépend du facteur de suréchantillonnage (chapitre 16).
- **Quelques millisecondes** : le produit se concentre sur une série de fréquences espacées de 1/retard, ce qui colore la saturation.
- **Plusieurs dizaines de millisecondes et plus** : on entend des répétitions du produit seul.

Le potentiomètre est progressif : le milieu de la course vaut 0,125 s, le quart environ 8 ms. Le délai agit séparément sur le waveshaper de la cible et sur celui de la détection, chacun avec sa propre mémoire.

Fet Delai FB

onglet WS

Plage : −64 à 64 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `fet_delai_fb`

Réinjection du délai du produit, de −64 à +64. À **0** (défaut), le délai est désactivé.

Le produit entrant est multiplié par 1/(1 + |FB|), et la sortie retardée est réinjectée avec le coefficient 1 − 1/(1 + |FB|), du signe de FB :

- **positif** : répétitions de même signe ; les fréquences multiples de 1/retard sont conservées, les autres atténuées ;
- **négatif** : répétitions de signe alterné ; les fréquences conservées sont décalées d'un demi-intervalle, et le grave est atténué.

Plus |FB| est grand, plus la traîne est longue et plus le produit est atténué en dehors des fréquences conservées : à FB = 1, chaque répétition vaut la moitié de la précédente ; à FB = 4, 80 % ; à FB = 64, plus de 98 %. Le potentiomètre est symétrique et resserré autour de 0 : aux trois quarts de la course, la valeur est 4.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Ce délai sert d'abord à multiplier la saturation avec des temps très courts, comme une nouvelle excitation des harmoniques. On peut aussi l'utiliser comme un délai créatif qui ne porte que sur le produit de saturation.

> **♪ En musique : le waveshaper pour le sound design**
>
> Sur une boucle de batterie ou un synthé, **Fet Precision** entre 8 et 32 en waveshaping statique donne un bit crusher : le grain de quantification se mêle au son, et les fins de notes, plus faibles que le premier pas, sont rognées. En mode dynamique, ce grain n'apparaît qu'avec la compression : une texture lo-fi qui respire avec la frappe. En mode inversé (**Fet gr** à 0, **Fet env** à 1), c'est l'inverse : les passages calmes et les queues de notes se dégradent, les coups restent nets.
>
> **Fet sin x** autour de 3, avec un peu de **Fet sin ***, ajoute des ondulations qui font naître des harmoniques élevées, que l'oreille entend souvent comme métalliques. Enfin, le délai du produit, réglé sur quelques millisecondes avec un **Fet Delai FB** de quelques unités, fait « chanter » la saturation sur une série de fréquences, sans retarder le son d'origine ; avec plusieurs dizaines de millisecondes, seule la saturation se répète, comme un écho de grain. Écoutez toujours le résultat avec **Monitor Fet** avant de le mêler au son.

Écouter le produit : Monitor Fet

Monitor Fet

onglet WS

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `delta_fet`

Remplace la sortie par le **produit de saturation** du waveshaper de la cible, pour l'écouter seul. C'est un interrupteur : 0 (défaut) ou 1.

On entend le produit après tout le traitement de l'onglet F (ws) (délai, filtres, limite) et après le dosage **ws** de l'onglet OUTPUT, mais **sans** le gain du compresseur, sans le DEQ 2 et sans le signal d'origine. Comme les autres moniteurs (chapitre 7), il subit encore le retour du Headroom, le Makeup et l'Output Db, mais pas le post-clipper, et il est exclusif des autres moniteurs.

Si le waveshaper de la cible est inactif, **Monitor Fet** donne le silence. C'est aussi le cas, avec les réglages par défaut, tant que le compresseur ne réduit pas le gain : la quantité de saturation est alors nulle.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Écouter la saturation seule est très pratique pour savoir exactement ce que fait le waveshaper : c'est le meilleur moyen de régler la courbe et le traitement du produit.

Démarches pratiques

Une saturation de compresseur FET. Laissez **Fet gr** à 1 et **Fet env** à 0. Montez **Fet odd** entre 1,5 et 3 et réglez éventuellement **Fet drive**. Écoutez le produit avec **Monitor Fet** pendant un passage qui compresse, puis revenez à l'écoute normale. Si le niveau remonte trop quand la compression est forte (c'est le cas avec **Fet odd** au-dessus de 1, qui amplifie), baissez **fet dst limit** ou **fet amp** dans l'onglet F (ws).

Seulement une deuxième harmonique. Réglez **Fet even** entre 0,1 et 0,3. Pour retirer la composante continue qu'il crée, dans l'onglet F (ws), réglez **fet low herz** vers 20 Hz, **fet low zdf->svf** à 0 et **fet low mix** à −1. Pour obtenir aussi les harmoniques 4, 6, 8, ajoutez un peu de **Fet odd**.

Un grain bruité seulement sur les crêtes (écarteur). Mettez **Fet *** à 0, **Fet Precision** entre 2 et 8, **Fet sin *** entre 0,1 et 0,3 et **Fet sin x** à 8. Le bruit n'apparaît que sur les forts niveaux, et seulement quand le compresseur réduit le gain. Augmentez **Fet Precision** pour le cantonner davantage aux crêtes.

Un bit crusher qui suit la compression. Réglez **Fet Precision** entre 8 et 32 : le grain de quantification se mêle au signal à mesure que le compresseur travaille. En mode statique (**Fet gr** et **Fet env** à 1), c'est un bit crusher permanent.

Une réduction de gain supplémentaire. Avec **Fet *** entre 0 et 1, le waveshaper retire au signal une partie de lui-même, dans la proportion de la réduction de gain. À 0, la réduction de gain est doublée en décibels. Ce n'est pas une saturation, mais une façon de rendre la compression plus profonde sans toucher à la courbe de transfert.

Saturer la détection. Le réglage **FX ws** de l'onglet INPUT (chapitre 14) ajoute le produit du waveshaper au signal de détection. Le compresseur réagit alors à un signal plus riche en harmoniques, sans que la saturation s'entende. Le waveshaper de la détection utilise les mêmes réglages des onglets WS et F (ws).

Idées de départ

- **Basse. Fet odd** entre 1,3 et 1,8, **Fet gr** par défaut, une attaque rapide : la basse gagne en présence sur les notes qui font compresser. Pour comparer, chargez un preset de la famille FET (chapitre 25), comme **waves_76** ou **pulsar_1178**, et écoutez son onglet WS avec **Monitor Fet**.
- **Voix. Fet even** entre 0,05 et 0,15, éventuellement **fet amp** réduit : une épaisseur discrète qui n'apparaît que lorsque la voix pousse.
- **Bus de batterie.** Le grain sur les crêtes (mode écarteur), ou **Fet odd** avec quelques décibels de **Fet drive**, comme dans **slate_fgstress**. Le preset **rockruepel_comptwo_drums** est un bon point de départ.
- **Mix et mastering.** Une touche de **Fet odd** (autour de 1,25, comme **spl_iron** et **native_vc2a**), puis, dans l'onglet F (ws), ne gardez que la partie de la saturation qui vous intéresse, à la manière d'**ao_dbcomp**.
- **Saturation sans compression. Ratio** à 1, **Fet env** à 1 : le waveshaper devient un saturateur statique, comme dans **pa_hg2**.
- **Sound design.** Bit crusher en mode statique ou inversé, **Fet sin x** élevé, délai du produit : le chapitre 26 propose d'autres points de départ selon votre métier.
- **Sans l'entendre.** Le waveshaper peut aussi servir uniquement de source de modulation : **pa_elysia** met le dosage **ws** de l'onglet OUTPUT à 0 et se sert de son écrêteur (**Fet Thresh** à 0,11, **Fet Knee** à 32,8) comme source **ws mod** (à −1) pour faire varier le ratio (**mod ratio** à 1,75, chapitre 23).

CHAPITRE 18

Les égaliseurs dynamiques

Une compression ne change pas seulement le niveau : elle change aussi le timbre. Quand le compresseur appuie sur les coups de grosse caisse, le corps de la batterie peut s'aplatir ; quand il serre une voix, le grave s'en va ou la dureté ressort. Les égaliseurs dynamiques de Comprendre répondent à ce problème d'une façon originale : au lieu d'écouter le signal avec un détecteur à eux, ils suivent le **mouvement du compresseur lui-même**. Chaque bande bouge exactement au rythme de la réduction de gain. Vous pouvez ainsi faire **respirer** une batterie, avec une bosse de corps qui apparaît à chaque frappe, rendre au grave ce que la compression lui enlève, adoucir l'aigu quand le compresseur serre, nourrir la saturation avec une seule zone du spectre, ou rendre le compresseur plus ou moins sensible à certaines fréquences.

Ces égaliseurs comptent parmi les modules les plus utilisés des presets fournis : 24 des 80 presets modifient au moins l'un des deux, le plus souvent pour une correction discrète qui accompagne la compression, parfois comme simple égaliseur fixe, pour imiter la couleur d'un saturateur ou d'un transformateur. Ils parleront à l'ingénieur de mixage comme à celui de mastering, et au producteur qui veut qu'une compression forte garde du corps.

Comprendre contient deux égaliseurs dynamiques à trois bandes. Ils n'ont pas de détecteur propre : leurs bandes suivent l'**enveloppe de gain du compresseur**. Une bande peut ainsi monter quand le compresseur réduit le gain et redescendre quand il relâche, ou l'inverse. On s'en sert pour compenser ce que la compression enlève (du grave, par exemple), pour accentuer ce qu'elle fait, ou pour rendre la saturation et la détection sensibles à la fréquence.

Les deux égaliseurs sont identiques. Seule leur place change :

- **DEQ** (onglet **DEQ**, à gauche de **WS**) est placé **avant** le waveshaper ;
- **DEQ 2** (onglet affiché lui aussi **DEQ**, à droite de **F (ws)**) est placé **après** le waveshaper.



Figure 97 — L'onglet DEQ, avec un exemple de réglage : la bande basse à 300 Hz, résonance 2, min 1, max 0. Les libellés modifiés et le nom de l'onglet passent en jaune.



Figure 98 — L'onglet DEQ 2 : mêmes réglages, onglet affiché « DEQ » à droite de F (ws).

Le principe

Trois bandes ajoutées au signal

Un égaliseur dynamique de Comprendre filtre le signal par trois filtres en parallèle, les mêmes que ceux du produit de saturation (chapitre 16) :

- une bande **basse** : un passe-bas, mélange réglable d'un filtre à un pôle (ZDF) et d'un filtre à deux pôles avec résonance (SVF) ;
- une bande **médium** : un passe-bande SVF, dont la résonance règle la largeur ;
- une bande **haute** : un passe-haut, mélange réglable ZDF et SVF.

Chaque bande est ensuite **ajoutée** au signal, multipliée par un coefficient :

sortie = signal + c_basse × bande basse + c_médium × bande médium + c_haute × bande haute

Ce qui rend l'égaliseur dynamique, c'est que chaque coefficient varie avec l'enveloppe de gain du compresseur, notée e :

c = **min** + (**max** − **min**) × e

L'enveloppe vaut 1 quand le compresseur ne réduit pas le gain et 0 en réduction totale. Donc :

- **max** est le coefficient de la bande **au repos**, quand le compresseur ne compresse pas ;
- **min** est le coefficient de la bande en **réduction de gain totale** ;
- entre les deux, le coefficient varie en ligne droite avec l'enveloppe.

Une bande est éteinte tant que sa fréquence vaut 0. L'égaliseur ne fait rien tant qu'aucune bande n'a à la fois une fréquence non nulle et un **min** ou un **max** différent de 0.

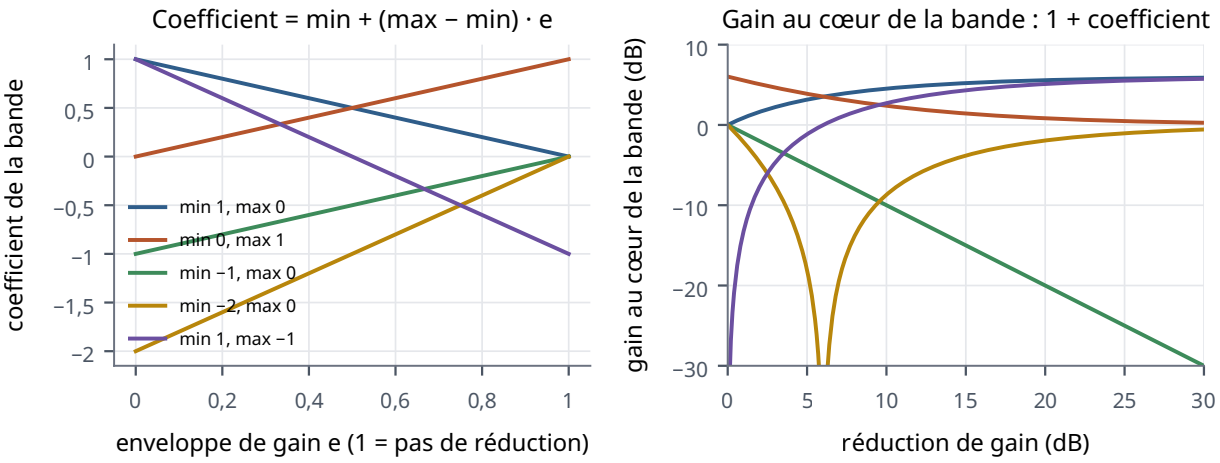


Figure 99 — À gauche, le coefficient d'une bande en fonction de l'enveloppe, pour quelques couples min/max. À droite, le gain obtenu au cœur de la bande (là où le filtre laisse passer le signal avec un gain de 1), en fonction de la réduction de gain du compresseur.

> **La moitié du chemin en 6 dB**
>
> Le coefficient varie linéairement avec l'enveloppe, pas avec la réduction de gain en décibels. À 6 dB de réduction, l'enveloppe vaut 0,5 : la bande est déjà à mi-chemin entre **max** et **min**. À 12 dB, elle en a parcouru les trois quarts ; à 20 dB, 90 %. L'essentiel du mouvement se fait donc dans les premiers décibels de compression.

Un coefficient, pas un gain en décibels

Le coefficient dit combien de fois la bande filtrée est ajoutée au signal. Au cœur de la bande (le grave pour la bande basse, le centre pour une bande médium de résonance 1, l'aigu pour la bande haute), le gain obtenu vaut 1 + c :

Coefficient	Gain au cœur de la bande
3	+12 dB
1	+6 dB
0,41	+3 dB
0	0 dB (bande sans effet)
−0,5	−6 dB
−1	la bande est retirée
−2	la bande revient, en polarité inversée

Avec un filtre ZDF, un coefficient de −1 retire exactement la bande : le signal moins son passe-bas ZDF est son passe-haut ZDF. Avec le passe-bande médium de résonance 1, un coefficient de −1 creuse complètement le centre. Avec les filtres SVF, les déphasages font apparaître de petites bosses ou de petits creux autour de la fréquence de coupure ; la figure des mélanges du chapitre 16 en donne des exemples.

Pour la bande médium, n'oubliez pas que le gain du passe-bande au centre est égal à sa résonance : avec une résonance de 4, un coefficient de 1 donne 1 + 4 = 5 fois le signal au centre, soit +14 dB.

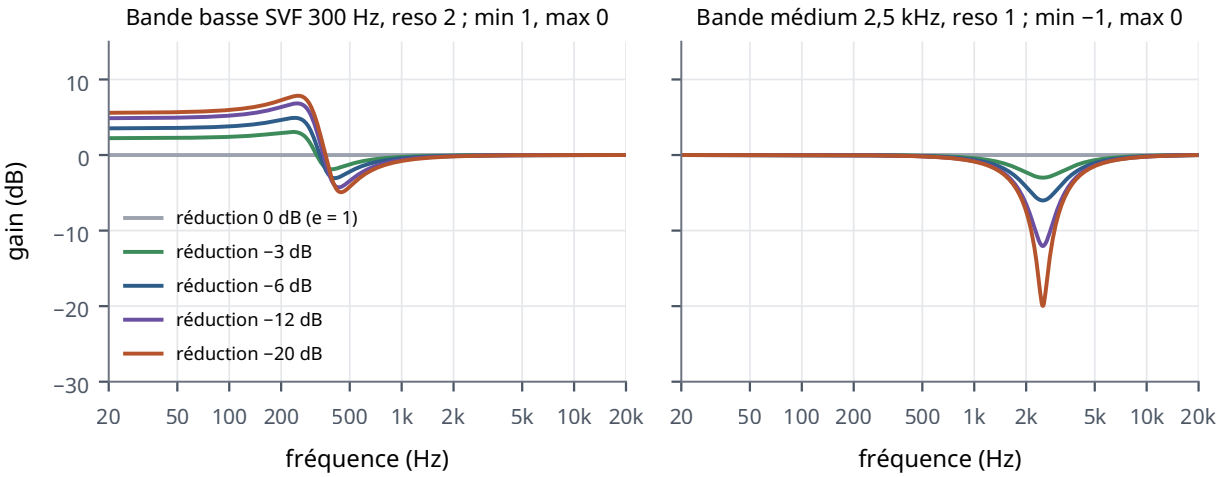


Figure 100 — Réponse en fréquence d'un égaliseur dynamique pour plusieurs niveaux de réduction de gain, à 48 kHz. À gauche : plus de grave quand le compresseur réduit le gain. À droite : un creux dans le médium qui se creuse avec la compression.

Dans le premier exemple, la résonance de la bande basse crée une petite bosse juste sous la fréquence de coupure, puis un creux juste au-dessus : c'est l'effet du déphasage du filtre quand on l'ajoute au signal.

> **Pour aller plus loin**
>
> Pour une enveloppe e donnée, la réponse en fréquence est H(f) = 1 + Σ c_b(e) × H_b(f), où H_b est la réponse complexe du filtre de la bande b (les sommes sont complexes : les phases comptent). Les filtres sont les filtres TPT de JUCE (chapitre 16). Par exemple, à 44,1 kHz, une bande basse SVF à 300 Hz (résonance 0,707) avec un coefficient de 1 donne +6 dB à 50 Hz, +1,8 dB à 300 Hz et −0,7 dB à 1 kHz.

L'écrêtage de sécurité

Dès qu'une bande au moins a une fréquence non nulle, le signal qui sort de l'égaliseur est **écrêté** à ±1, c'est-à-dire au plein niveau interne (0 dBFS après le Headroom). Cet écrêtage dur porte sur tout le signal, et il a lieu avant le gain du compresseur. Avec un Headroom positif ou un signal déjà proche de 0 dBFS, une bande qui monte de quelques décibels peut donc faire écrêter.

> **À confirmer par François**
>
> Dès qu'une bande d'un égaliseur dynamique est active, le signal est écrêté à ±1 (0 dBFS interne), avant le gain du compresseur. Avec un Headroom positif ou une bande qui monte fort, cet écrêtage s'entend. Est-ce voulu comme sécurité ?

Monter ou baisser une bande avec la compression

Le sens de l'effet dépend de l'ordre de **min** et **max** :

- **min** > **max** : la bande **augmente** avec la compression. Avec min 1 et max 0, la bande est neutre au repos et monte jusqu'à +6 dB en réduction totale (+3,5 dB à 6 dB de réduction). C'est le réglage le plus naturel pour compenser ce que la compression retire.
- **max** > **min** : la bande **diminue** avec la compression. Avec min 0 et max 1, la bande est à +6 dB au repos et revient à 0 dB quand le compresseur réduit fortement le gain.
- **valeurs négatives** : la bande est atténuée au lieu d'être renforcée. Avec min −1 et max 0, la bande est neutre au repos et disparaît en réduction totale (−6 dB à 6 dB de réduction).
- **min** = **max** : le coefficient est constant ; la bande est **statique**. Le DEQ devient un égaliseur fixe, utile pour corriger la cible ou la détection.

> **Ne pas dépasser −1 par inadvertance**
>
> Un coefficient inférieur à −1 ne retire pas « plus » la bande : il la fait revenir en polarité inversée. Avec min −2 et max 0, la bande se creuse jusqu'à disparaître à 6 dB de réduction, puis **remonte** au-delà. Pour atténuer une bande avec la compression, gardez le coefficient atteint entre −1 et 0.

Les réglages **min** et **max** vont pourtant de −8 à +8. C'est voulu : si la compression est modérée, l'enveloppe ne descend jamais près de 0, et il faut des valeurs plus fortes pour obtenir l'effet voulu. Par exemple, si la réduction de gain ne dépasse pas 6 dB (enveloppe 0,5), un **min** de −2 avec un **max** de 0 donne exactement −1 au plus fort de la compression.

> **Le mot de l'auteur**
>
> **max** dit où doit se situer l'amplitude du signal filtré quand l'enveloppe est à 1, **min** quand elle est à 0. Le plus naturel est de mettre **min** à 1 : plus il y a de réduction de gain, plus la bande est amplifiée, et sans réduction de gain, il ne se passe rien. On peut faire l'inverse et soustraire la bande quand le compresseur travaille, mais il ne faut pas que ce coefficient dépasse −1, sinon la bande se remet à monter. La plage va jusqu'à ±8 pour le cas où l'enveloppe ne descendrait pas assez.

> **♪ En musique : une batterie qui respire**
>
> C'est l'exemple que François fait entendre dans sa vidéo sur les égaliseurs dynamiques : sur une batterie compressée, une bande basse vers 300 Hz, avec un peu de résonance, **Deq low min** à 1 et **Deq low max** à 0. À chaque frappe, quand le compresseur réduit le gain, une bosse de grave résonante apparaît sous 300 Hz ; entre les coups, le son revient à son équilibre. La batterie garde son corps malgré la compression, et le mouvement de la bande donne une impression de souffle. Réglez d'abord le compresseur, puis montez la résonance jusqu'à entendre la bosse, et dosez avec **Deq low min** (vers 0,5 pour un effet discret).
>
> Le même principe vaut pour l'aigu. Le preset **waves_la2a**, imitation d'une émulation de LA-2A, règle la bande haute du DEQ à 7 kHz avec **Deq hgh min** à 0,5 : l'extrême aigu s'éclaircit à mesure que le compresseur travaille, d'environ 2 dB à 6 dB de réduction de gain et jusqu'à 3,5 dB en réduction totale. Sur une voix, c'est une façon de garder de l'air quand la compression appuie.

La place dans la chaîne

Les deux égaliseurs dynamiques et le waveshaper forment un trio, toujours dans le même ordre : **DEQ**, puis **WS**, puis **DEQ 2**. Ce trio existe à deux endroits :

- sur la **cible**, c'est-à-dire la partie du signal que le compresseur va atténuer (chapitre 14) ;
- sur la **détection**, c'est-à-dire le signal que le compresseur mesure (désactivé par défaut).

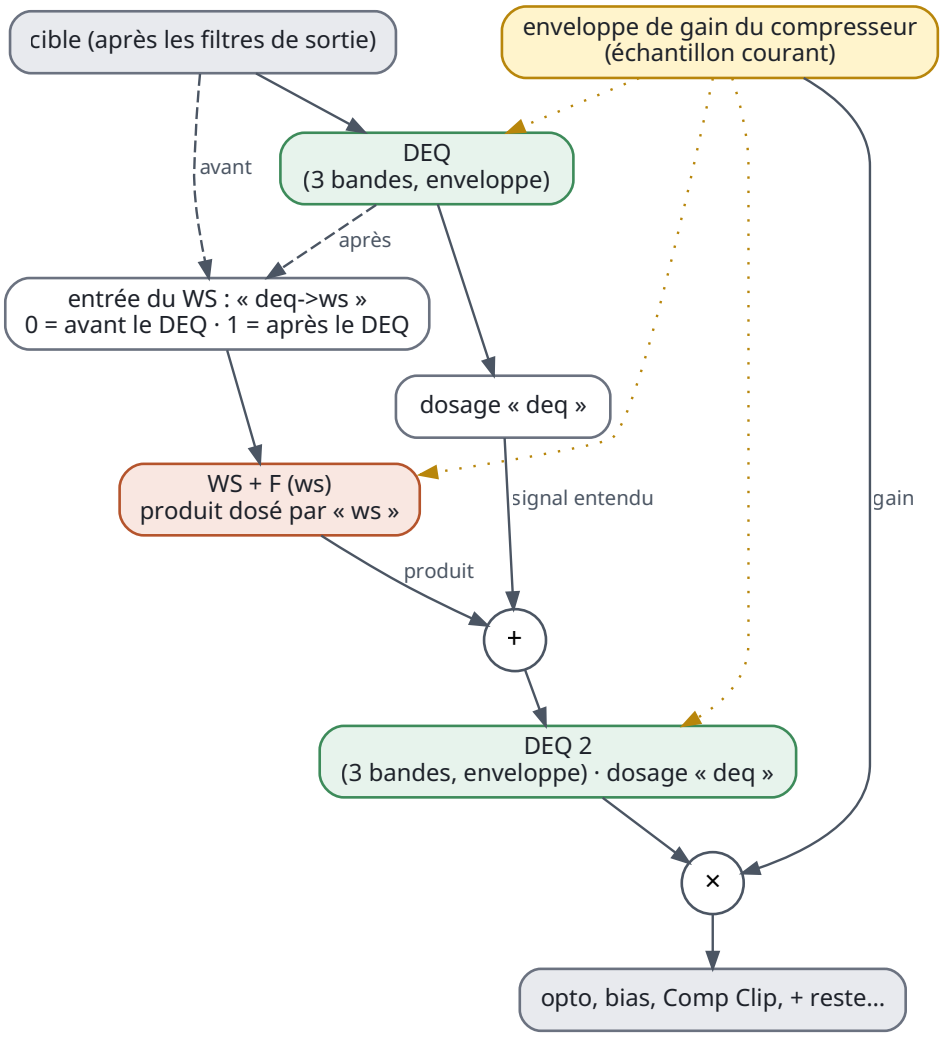


Figure 101 — Le trio DEQ, WS, DEQ 2 sur la cible. Les pointillés indiquent ce que pilote l'enveloppe de gain du compresseur.

Sur la cible, le trio agit **après** le calcul de l'enveloppe de gain, mais **avant** que la cible ne soit multipliée par le gain du compresseur. Viennent ensuite l'opto, le bias, le clipper du compresseur et l'ajout du reste du signal.

Le filtrage et la multiplication par le gain sont deux opérations linéaires : tant que le gain varie lentement, placer les égaliseurs avant ou après la multiplication revient presque au même. La différence apparaît avec ce qui n'est pas linéaire : l'écrêtage à ±1 des égaliseurs et le waveshaper voient le niveau **non compressé** du signal.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Comme la compression est une multiplication, François fait remarquer qu'appliquer l'égaliseur dynamique juste avant ou juste après le compresseur ne change pas grand-chose à l'oreille.

L'enveloppe utilisée

L'enveloppe e est l'enveloppe de gain finale du compresseur, celle que trace la ligne blanche du graphe d'historique (chapitre 4).

- Sur la **cible**, c'est l'enveloppe de l'échantillon en cours.
- Sur la **détection**, le gain de l'échantillon en cours n'est pas encore connu au moment où l'on prépare le signal mesuré : c'est l'enveloppe de l'**échantillon précédent** qui est utilisée. Ce décalage d'un échantillon est minime ; il fait du DEQ de la détection une petite boucle de rétroaction, comparable au feedback (chapitre 14).
- Lorsque les canaux sont déliés (**Channels Unlink**, chapitre 7), l'enveloppe de chaque canal intervient dans la proportion du déliement.
- Le réglage **Gr Amp** (onglet CURVE, chapitre 10) ne modifie pas l'enveloppe vue par les égaliseurs dynamiques : il ne s'applique qu'au gain appliqué à la cible.

> **À confirmer par François**
>
> L'enveloppe de gain peut dépasser 1 (par exemple avec un **Env Offset** positif ou un **GR Min** au-dessus de 0 dB). Les coefficients des égaliseurs dynamiques sont alors extrapolés au-delà de **max**, et la quantité **Fet gr** du waveshaper devient négative (le produit de saturation est inversé). Est-ce un cas d'usage prévu ?

Les envois : cible, détection et waveshaper

Plusieurs réglages des onglets **OUTPUT** et **INPUT** dosent le trio. Leurs fiches sont au chapitre 14 ; voici ce qu'ils font du point de vue des égaliseurs.

Onglet	Libellé	Défaut	Rôle
OUTPUT	**deq** (le premier)	1	part du DEQ appliquée à la cible
OUTPUT	**deq->ws**	1	entrée du waveshaper de la cible : 0 = signal avant le DEQ, 1 = signal après le DEQ
OUTPUT	**ws**	1	part du produit du waveshaper ajoutée à la cible
OUTPUT	**deq** (le second)	1	part du DEQ 2 appliquée à la cible
INPUT	**FX deq** (le premier)	0	part du DEQ appliquée à la détection (de −1 à 1)
INPUT	**FX deq->ws**	0	entrée du waveshaper de la détection : avant ou après le DEQ
INPUT	**FX ws**	0	part du produit du waveshaper ajoutée à la détection (de −1 à 1)
INPUT	**FX deq** (le second)	0	part du DEQ 2 appliquée à la détection (de −1 à 1)

Par défaut, les égaliseurs dynamiques agissent donc entièrement sur la cible et pas du tout sur la détection. Sur la détection, un dosage négatif inverse l'effet de l'égaliseur : les bandes qu'il monterait sont baissées, et inversement.

Saturer l'égaliseur sans l'entendre

Le réglage **deq->ws** choisit ce qui entre dans le waveshaper, indépendamment de ce que l'on entend du DEQ. Avec **deq** à 0 et **deq->ws** à 1, le DEQ n'est pas entendu, mais le waveshaper sature le signal égalisé : on entend le signal d'origine plus un produit de saturation calculé sur la version égalisée. On peut ainsi, par exemple, saturer surtout le grave quand le compresseur travaille, sans entendre de grave supplémentaire. Le DEQ 2 n'a pas d'équivalent, puisqu'il est placé après le waveshaper.

> **Le mot de l'auteur**
>
> C'est tout l'intérêt d'avoir un égaliseur dynamique avant le waveshaper : entrer dans la saturation avec l'égaliseur dynamique, sans entendre l'égaliseur dynamique. Et ce choix se fait indépendamment pour la sortie et pour le détecteur.

> **♪ En musique : saturer le grave sans l'entendre**
>
> Sur une basse ou une grosse caisse, cette astuce donne des harmoniques qui naissent du grave, et donc suivent les notes, sans gonfler le bas du spectre. Le preset **softube_germanium**, imitation d'une émulation de compresseur FET, s'en sert : dans l'onglet DEQ, une bande basse ZDF vers 240 Hz fortement renforcée (**Deq low herz** à 239,86, **Deq low max** à 4,713) ; dans l'onglet OUTPUT, le premier **deq** à 0, de sorte que ce renfort n'est pas entendu mais alimente le waveshaper (**Fet odd** à 0,863) ; enfin, dans l'onglet F (ws), seule la partie grave de la saturation est réinjectée. Écoutez avec **Monitor Fet** : la saturation suit le grave, tandis que l'égaliseur lui-même reste inaudible.

Le DEQ dans la détection

Avec **FX deq** à 1, le compresseur mesure le signal égalisé. Comme l'égaliseur suit lui-même la réduction de gain, la sensibilité du compresseur à chaque zone de fréquence change avec la compression : par exemple, une bande basse qui monte avec la réduction de gain rend le compresseur de plus en plus sensible au grave à mesure qu'il compresse.

Une source de modulation

Les deux égaliseurs dynamiques de la détection peuvent aussi servir de **source de modulation** pour le ratio, la porte, l'attaque et le relâchement (réglages **deq mod** de l'onglet MOD & LA, chapitre 23). La modulation mesure, à chaque échantillon, de combien l'égaliseur change le niveau du signal de détection. Le DEQ de la détection est alors calculé même si **FX deq** vaut 0 : il peut moduler le compresseur sans modifier ce qu'il mesure.

Quand la basse décide de tout

À la radio, on a vite constaté qu'en large bande la basse module tout le reste, et que l'auditeur entend le pompage. D'où les premiers compresseurs multibandes : un appareil Altec à deux bandes dans les années 1960, le processeur de Mike Dorrough en 1971, dont descend le DAP 310 à trois bandes, puis l'Optimod 8000A de Bob Orban en 1973. D'autres concepteurs ont préféré agir sur ce que le compresseur entend. Le LA-2A avait déjà, à l'arrière, une pré-accentuation qui rendait son détecteur plus ou moins sensible à la bande vocale. Le Distressor (1995) a son « band emphasis », un égaliseur dans le détecteur. Le **Thrust** de l'API 2500 (2002) place devant le détecteur RMS un filtre qui réduit le grave et renforce l'aigu, parce que la musique a plus d'énergie dans le grave : moins de pompage, plus de punch. Placés dans la détection, les égaliseurs dynamiques de Comprendre prolongent cette idée, avec une particularité : l'égalisation de ce que le compresseur entend bouge elle-même avec la compression.

♪ En musique : changer ce que le compresseur entend

Avec le DEQ dans la détection, vous ne touchez pas au timbre : vous changez ce qui fait réagir le compresseur, et François fait remarquer dans sa vidéo que le compresseur réagit alors très différemment. Deux presets s'en servent sans faire entendre l'égaliseur (second **deq** de l'onglet OUTPUT à 0, second **FX deq** de l'onglet INPUT à 1). **toneproject_unisum**, imitation d'un compresseur de mastering à détection multibande, renforce fortement dans le DEQ 2 la zone de 3,5 kHz (**Deq mid herz** à 3502,22, **Deq mid max** à 5,771) : au repos, le compresseur est très sensible à la présence, et cette sensibilité diminue quand il compresse. **massenbug_drc2_piano**, dont le nom évoque le piano, fait de même dans le grave (**Deq low herz** à 280,9, **Deq low max** à 8, **Deq low reso** à 0,35) : le registre grave pèse bien plus lourd dans la décision de compresser, surtout au repos.

Pour le mastering, François va plus loin. En plaçant l'égaliseur dynamique dans le détecteur et en s'en servant pour moduler le relâchement selon la fréquence (chapitre 23), il estime qu'on atteint une sorte de cohérence d'ensemble qui relève presque plus du mastering que de la compression.

Les réglages du DEQ

Les quatorze réglages se répartissent en trois groupes, un par bande. Pour chaque bande : une fréquence (**herz**), une résonance (**reso**), un coefficient au repos (**max**), un coefficient en réduction totale (**min**) et, pour les bandes basse et haute, le type de filtre (**zdf->svf**). Le fonctionnement des filtres (pentes, résonance, mélange ZDF/SVF) est détaillé au chapitre 16.

Bande basse

Deq low herz — onglet DEQ

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `deq_bas_coupe`

Fréquence de coupure du passe-bas de la bande basse. À **0** (défaut), la bande est éteinte et n'est pas calculée. Elle va jusqu'à 16 kHz ; le milieu de la course du potentiomètre vaut 1 000 Hz.

La bande basse contient tout ce qui est sous cette fréquence. Pour agir sur le grave d'un mix ou d'une batterie, des valeurs entre 80 et 300 Hz sont typiques.

Deq low reso

onglet DEQ

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `deq_bas_resonance`

Résonance (facteur Q) du passe-bas SVF de la bande basse. À **0,707** (défaut), la coupure est sans bosse. Plus haut, une bosse apparaît autour de la fréquence de coupure : la bande basse se concentre sur une zone, comme une « bosse » de grave réglable. La résonance est sans effet sur la part ZDF du filtre.

Avec une résonance élevée, le DEQ crée aussi un creux juste au-dessus de la fréquence de coupure, dû au déphasage du filtre ajouté au signal.

Deq low min

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_bas_min`

Coefficient de la bande basse quand l'enveloppe de gain vaut **0** (réduction totale). Il va de −8 à +8 ; défaut **0**.

Le coefficient réel vaut **min** + (**max** − **min**) × enveloppe : à 6 dB de réduction de gain, il est à mi-chemin entre **min** et **max**.

- **min** supérieur à **max** : la bande monte avec la compression (min 1, max 0 : jusqu'à +6 dB dans le grave en réduction totale).
- **min** inférieur à **max** : la bande baisse avec la compression.
- Un coefficient de −1 retire la bande ; en dessous, elle revient en polarité inversée.

Le potentiomètre est très resserré autour de 0 ; saisissez les valeurs précises au clavier.

Deq low max

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_bas_max`

Coefficient de la bande basse quand l'enveloppe de gain vaut **1**, c'est-à-dire **sans réduction de gain**. Il va de −8 à +8 ; défaut **0**.

C'est l'égalisation « au repos » de la bande. À 0, la bande n'a aucun effet tant que le compresseur ne compresse pas. Une valeur non nulle agit même sans compression : avec max 1 et min 0, le grave est renforcé de 6 dB au repos et cette correction s'efface quand le compresseur réduit le gain. Avec **min** égal à **max**, la bande est statique.

Deq low zdf->svf

onglet DEQ

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `deq_bas_type`

Mélange entre le passe-bas à un pôle (ZDF, 6 dB par octave, à **0**) et le passe-bas à deux pôles (SVF, 12 dB par octave, avec résonance, à **1**, défaut). Les valeurs intermédiaires additionnent les deux sorties.

Le ZDF donne une soustraction exacte : avec un coefficient de −1, le signal devient exactement son passe-haut ZDF, sans bosse ni creux.

Bande médium

Deq mid herz

onglet DEQ

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `deq_mid_coupe`

Fréquence centrale du passe-bande de la bande médium. À **0** (défaut), la bande est éteinte. La bande médium est toujours un passe-bande SVF : il n'y a pas de réglage de type pour elle.

Deq mid reso

onglet DEQ

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `deq_mid_resonance`

Résonance du passe-bande médium : elle règle la **largeur** de la bande (plus elle est grande, plus la bande est étroite) et aussi son **niveau**, car le gain du passe-bande au centre est égal à la résonance.

- **0,707** (défaut) : bande large, centre à −3 dB avant coefficient.
- **1** : centre à 0 dB ; un coefficient de −1 creuse alors complètement le centre, un coefficient de 1 le monte de 6 dB.
- **4** : bande étroite, centre à +12 dB ; un coefficient de 1 donne +14 dB au centre.

Pour une correction étroite mais modérée, augmentez la résonance et réduisez les coefficients en proportion.

Deq mid min

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_mid_min`

Coefficient de la bande médium en réduction de gain totale (enveloppe 0), de −8 à +8 ; défaut **0**. Même fonctionnement que **Deq low min**.

Avec une résonance de 1, min −1 et max 0, la bande se creuse progressivement avec la compression jusqu'à disparaître en réduction totale (−6 dB au centre à 6 dB de réduction).

Deq mid max

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_mid_max`

Coefficient de la bande médium sans réduction de gain (enveloppe 1), de −8 à +8 ; défaut **0**. Même fonctionnement que **Deq low max**.

Bande haute

Deq hgh herz

onglet DEQ

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `deq_top_coupe`

Fréquence de coupure du passe-haut de la bande haute. À **0** (défaut), la bande est éteinte. La bande haute contient tout ce qui est au-dessus de cette fréquence : brillance, sifflantes, attaque des percussions.

Deq hgh reso

onglet DEQ

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `deq_top_resonance`

Résonance du passe-haut SVF de la bande haute. À **0,707** (défaut), la coupure est sans bosse ; plus haut, une bosse apparaît autour de la fréquence de coupure. Sans effet sur la part ZDF.

Deq hgh min

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_top_min`

Coefficient de la bande haute en réduction de gain totale (enveloppe 0), de −8 à +8 ; défaut **0**. Même fonctionnement que **Deq low min**.

Avec un coefficient négatif, l'aigu s'adoucit quand le compresseur travaille ; avec un coefficient positif, il s'éclaircit.

Deq hgh max

onglet DEQ

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `deq_top_max`

Coefficient de la bande haute sans réduction de gain (enveloppe 1), de −8 à +8 ; défaut **0**. Même fonctionnement que **Deq low max**.

Deq hgh zdf->svf

onglet DEQ

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `deq_top_type`

Mélange entre le passe-haut à un pôle (ZDF, à **0**) et le passe-haut à deux pôles (SVF, à **1**, défaut) de la bande haute. Même fonctionnement que **Deq low zdf->svf**.

> **♪ En musique : une couleur au repos qui s'efface quand ça compresse**
>
> Beaucoup de presets règlent une bande avec un **max** non nul et un **min** à 0 ou presque : la correction est présente au repos et s'efface à mesure que le compresseur travaille. Avec un **max** négatif dans le grave, cela s'entend comme un grave en léger retrait dans les passages calmes, qui revient quand la musique pousse et que le compresseur appuie : la compression semble ouvrir le bas du spectre au lieu de l'aplatir. **bx_townhouse** atténue ainsi le grave sous 100 Hz au repos (**Deq low max** à −0,33). **softube_fet** fait de même (−0,5 sous 100 Hz) et ajoute un peu d'air au-dessus de 5 kHz (**Deq hgh max** à 0,5), qui s'efface quand le compresseur serre. **arturia_fet** règle les deux bornes dans le DEQ 2 : sous 65 Hz, **Deq low max** à −0,75 et **Deq low min** à −0,2 ; au-dessus de 9 kHz, −0,5 et −0,1. Le grave et l'extrême aigu, en retrait au repos, reviennent en partie avec la compression.
>
> Pour l'essayer sur un bus de batterie ou un mix : une bande basse vers 100 Hz, **max** entre −0,3 et −0,5, **min** à 0, puis comparez en ramenant **max** à 0. Le mouvement est subtil ; il s'entend surtout sur les passages où la dynamique change beaucoup.

DEQ 2 : l'égaliseur après le waveshaper

L'onglet **DEQ 2** a exactement les mêmes réglages que **DEQ**, avec les mêmes libellés, et son fonctionnement est identique. Trois différences seulement :

- il est placé **après** le waveshaper : il égalise le signal déjà saturé, produit de saturation compris ;
- il n'a pas d'équivalent du réglage **deq->ws** : rien ne le relie à l'entrée du waveshaper ;
- ses dosages sont le second réglage **deq** de l'onglet OUTPUT et le second **FX deq** de l'onglet INPUT ; sa source de modulation est le second **deq mod** de l'onglet MOD & LA.

Les deux égaliseurs ont chacun leurs filtres : on peut, par exemple, monter le grave avant la saturation avec le DEQ et l'atténuer après avec le DEQ 2.

> **Des noms en double**
>
> Dans la liste d'automation de votre logiciel hôte, les paramètres des deux égaliseurs portent les **mêmes noms** (« deq low Herz », « deq low env min »…), et les dosages de l'onglet INPUT s'appellent tous deux « FX deq ». Ce manuel les distingue par leurs identifiants : `deq_…` pour le DEQ, `dep_…` pour le DEQ 2. Pour savoir lequel vous automatisez, touchez le réglage dans l'interface et regardez quel paramètre bouge.

> **♪ En musique : un égaliseur fixe pour colorer**
>
> Quand le compresseur ne réduit pas le gain, l'enveloppe vaut 1 et chaque bande garde son coefficient **max** : l'égaliseur dynamique devient un égaliseur fixe. Trois presets de la famille des saturateurs (chapitre 25) s'en servent ainsi, sans aucune compression (**Ratio** à 1, **Threshold** à 0 dB). **kazrog_true-iron**, imitation d'une saturation de transformateurs, abaisse le grave sous 50 et 60 Hz dans les deux égaliseurs, relève l'aigu au-dessus de 6,9 kHz environ dans le DEQ (**Deq hgh max** à 0,2744), puis, dans le DEQ 2, règle une bande haute ZDF à 9 kHz avec **Deq hgh max** à −1 : le signal ne garde alors que sa part sous 9 kHz, avec une pente douce de 6 dB par octave. **pa_hg2** ajoute un peu de présence au-dessus de 3 kHz (**Deq hgh max** à 0,1207 dans le DEQ 2), après la saturation du waveshaper. **dafalife_sausage** creuse le grave sous 80 Hz dans les deux égaliseurs.
>
> Placé après le waveshaper, le DEQ 2 est aussi l'endroit naturel pour corriger la couleur d'une saturation : **kiive_xstressor**, par exemple, atténue l'aigu au-dessus de 7 kHz au repos (**Deq hgh max** à −0,33 dans le DEQ 2).

Deq low herz

onglet DEQ 2

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `dep_bas_coupe`

Fréquence de coupure du passe-bas de la bande basse du DEQ 2. À 0 (défaut), la bande est éteinte. Même fonctionnement que **Deq low herz** du DEQ.

Deq low reso

onglet DEQ 2

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `dep_bas_resonance`

Résonance du passe-bas SVF de la bande basse du DEQ 2 (0,707 par défaut, sans bosse). Même fonctionnement que **Deq low reso** du DEQ.

Deq low min

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_bas_min`

Coefficient de la bande basse du DEQ 2 en réduction de gain totale (enveloppe 0), de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq low min** du DEQ.

Deq low max

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_bas_max`

Coefficient de la bande basse du DEQ 2 sans réduction de gain (enveloppe 1), de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq low max** du DEQ.

Deq low zdf->svf

onglet DEQ 2

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `dep_bas_type`

Mélange ZDF (0) / SVF (1, défaut) de la bande basse du DEQ 2. Même fonctionnement que **Deq low zdf->svf** du DEQ.

Deq mid herz

onglet DEQ 2

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `dep_mid_coupe`

Fréquence centrale du passe-bande médium du DEQ 2. À 0 (défaut), la bande est éteinte. Toujours un passe-bande SVF.

Deq mid reso

onglet DEQ 2

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `dep_mid_resonance`

Résonance du passe-bande médium du DEQ 2 : largeur de la bande et gain au centre (égal à la résonance). Même fonctionnement que **Deq mid reso** du DEQ.

Deq mid min

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_mid_min`

Coefficient de la bande médium du DEQ 2 en réduction de gain totale, de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq mid min** du DEQ.

Deq mid max

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_mid_max`

Coefficient de la bande médium du DEQ 2 sans réduction de gain, de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq mid max** du DEQ.

Deq hgh herz

onglet DEQ 2

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `dep_top_coupe`

Fréquence de coupure du passe-haut de la bande haute du DEQ 2. À 0 (défaut), la bande est éteinte. Même fonctionnement que **Deq hgh herz** du DEQ.

Deq hgh reso

onglet DEQ 2

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `dep_top_resonance`

Résonance du passe-haut SVF de la bande haute du DEQ 2. Même fonctionnement que **Deq hgh reso** du DEQ.

Deq hgh min

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_top_min`

Coefficient de la bande haute du DEQ 2 en réduction de gain totale, de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq hgh min** du DEQ.

Placé après le waveshaper, il permet par exemple d'adoucir l'aigu que la saturation ajoute quand le compresseur travaille fort.

Deq hgh max

onglet DEQ 2

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `dep_top_max`

Coefficient de la bande haute du DEQ 2 sans réduction de gain, de −8 à +8, défaut 0. Même fonctionnement que **Deq hgh max** du DEQ.

Deq hgh zdf->svf

onglet DEQ 2

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `dep_top_type`

Mélange ZDF (0) / SVF (1, défaut) de la bande haute du DEQ 2. Même fonctionnement que **Deq hgh zdf->svf** du DEQ.

Démarches pratiques

Plus de grave quand ça compresse. C'est l'exemple de la vidéo de François sur les égaliseurs dynamiques. Dans l'onglet DEQ, réglez **Deq low herz** vers 300 Hz, **Deq low reso** entre 1 et 2, **Deq low min** à 1 et **Deq low max** à 0. Au repos, rien ne change ; quand les coups de batterie font réduire le gain, une bosse de grave apparaît sous 300 Hz et compense le grave que la compression enlève.

Retirer de la dureté quand ça compresse. Activez la bande médium vers 2 à 4 kHz, avec une résonance de 1, **Deq mid min** à −1 et **Deq mid max** à 0. Plus le compresseur travaille, plus le médium aigu se creuse. Si la réduction de gain reste modérée, descendez **Deq mid min** vers −2 pour atteindre le creux complet au plus fort de la compression, sans le dépasser.

Une égalisation au repos qui s'efface avec la compression. Mettez **max** à la valeur voulue au repos (par exemple 0,5 sur la bande haute pour un peu d'air) et **min** à 0 : la correction s'efface progressivement quand le compresseur réduit le gain.

Saturer le grave sans l'entendre. Réglez la bande basse du DEQ (min 1, max 0, ou statique avec min = max = 2), puis, dans l'onglet OUTPUT, mettez le premier **deq** à 0 en laissant **deq->ws** à 1. Engagez le waveshaper (chapitre 17). Le grave égalisé n'est pas entendu, mais il nourrit la saturation : les harmoniques viennent surtout du grave.

Rendre la compression sensible à la fréquence. Dans l'onglet INPUT, montez le premier **FX deq** vers 1 et, dans l'onglet OUTPUT, mettez le premier **deq** à 0 si vous ne voulez pas entendre l'égaliseur. Le compresseur mesure alors le signal égalisé : une bande haute renforcée (par exemple **min** = **max** = 1 pour une correction statique), le rend plus sensible aux sifflantes.

Corriger après la saturation. Dans l'onglet DEQ 2, une bande haute avec **min** négatif adoucit l'aigu supplémentaire que le waveshaper produit quand le compresseur réduit fortement le gain.

Idées de départ

- **Batterie.** L'exemple des 300 Hz pour garder le corps à chaque frappe ; ou une bande médium vers 3 à 5 kHz avec **min** négatif, pour que les cymbales durcissent moins quand le compresseur serre.
- **Voix.** Une bande haute avec **min** positif, comme dans **waves_la2a**, pour garder de l'air quand la compression appuie ; ou une bande médium vers 2 à 4 kHz avec **min** à −0,5, pour adoucir la dureté qui ressort sous forte compression.
- **Basse.** Saturer le grave sans l'entendre, à la manière de **softube_germanium**, pour qu'elle se distingue dans le mix sans gagner de grave.
- **Bus de mix et mastering.** Une correction au repos qui s'efface avec la compression (**bx_townhouse**, **softube_fet**), ou un égaliseur dynamique placé dans la détection (**toneproject_unisum**, **massenbug_drc2_piano**) pour choisir ce qui fait réagir le compresseur.
- **Couleur sans compression. Ratio** à 1 et des bandes statiques, comme dans **kazrog_true-iron**.

Le chapitre 25 présente ces presets dans leur famille, et le chapitre 26 propose d'autres points de départ selon votre métier.

CHAPITRE 19

Introduction au bias

Le **bias**, que François appelle aussi le **Vari-Mu designer**, est le module le plus riche et le plus déroutant de Comprendre. Il ne s'agit pas d'un réglage de plus sur le compresseur, mais d'une seconde architecture greffée autour de lui : une copie inversée de tout le compresseur, une valeur de « polarisation » calculée en permanence, des « hauteurs » ajoutées au signal, puis une recombinaison des deux copies. Le résultat est une famille de saturations et de compressions asymétriques qu'aucun autre module du plugin ne produit.

Ce que le bias permet d'approcher, c'est la part la plus insaisissable des compresseurs à lampes. Sur un vari-mu, compression et saturation naissent du même geste : la tension de commande déplace la polarisation des lampes, et plus on attaque fort, plus la compression se change en saturation, surtout sur les transitoires. Sur la machine, ce mécanisme est figé dans le circuit. Dans Comprendre, chacun de ses ingrédients devient réglable : d'où vient la polarisation, à quelle vitesse elle bouge, où elle s'ajoute au signal, comment les deux branches du push-pull se recombinent. Le principe du Fairchild ou du Manley Variable Mu n'est plus une boîte noire : vous pouvez l'explorer pièce par pièce, puis en inventer des variantes.

Tout est parti d'une lecture : l'article que le fabricant français Pulsar Audio a consacré au fonctionnement des compresseurs à polarisation variable. François le dit sans détour dans sa démonstration en français : sans cet article, il n'aurait jamais écrit le bias, et il en remercie Pulsar. Le module s'adresse aux ingénieurs de mixage et de mastering qui cherchent l'épaisseur et la « colle » des compresseurs à lampes, à ceux qui veulent imiter une machine précise, et aux sound designers, pour qui il est un générateur de saturations inédites. Vingt des quatre-vingts presets fournis l'activent, des imitations d'émulations du Fairchild 670 à celles de compresseurs de bus de type SSL.

Le bias occupe six onglets :

Onglet	Rôle	Chapitre
BIAS src	d'où vient la valeur du bias, comment elle est mise en forme ; hauteur ajoutée à l'entrée du détecteur ; chemin inverse	20
DET (bs), **ENV (bs)**, **A/R (bs)**	le détecteur propre au bias, qui lisse ou transforme sa valeur	20
BIAS dst	hauteur ajoutée au signal audio, limiteur, fusion des deux chemins, délai du produit, écoute	21
F (bs)	traitement du produit de saturation du bias	21

Ce chapitre-ci n'a pas de fiches : il explique le principe, montre où naît la saturation, et donne des réglages de départ pour entendre le bias fonctionner. Les chapitres 20 et 21 détaillent chaque réglage.

Dans la chaîne du signal (chapitre 6), le bias intervient à deux endroits :

- **à l'entrée du détecteur**, entre les effets d'entrée (égaliseurs dynamiques et waveshaper envoyés vers la détection) et la détection elle-même ;
- **sur l'audio**, après l'application du gain du compresseur et de l'opto, avant le clipper du compresseur (**Comp Clip**), **Comp Db**, l'ajout du reste du signal et les moniteurs.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François reconnaît que cette partie du plugin est si complexe qu'il faudrait à elle seule un manuel d'une centaine de pages, et qu'il faudra sans doute une année et beaucoup d'utilisateurs pour savoir tout ce qu'elle permet. Toutes ses options sont nées de recherches pour reproduire un comportement précis, décrit plus bas ; beaucoup se sont révélées intéressantes pour elles-mêmes.

Un vrai compresseur vari-mu

Le module est inspiré d'un article du blog de Pulsar Audio, l'éditeur du Pulsar Mu, consacré au fonctionnement des compresseurs à polarisation variable. François en recommande la lecture : selon lui, qui a compris ce mécanisme comprend la plupart des options du bias.

L'article décrit le fonctionnement d'un compresseur à tubes « à polarisation variable » (*variable-bias*, plus connu sous le nom de *vari-mu*) :

1. **Une boucle de contrôle.** La sortie du compresseur alimente un détecteur de crête, avec son attaque et son relâchement. Celui-ci produit un signal de réduction de gain. C'est une structure à rétroaction (*feedback*) : on mesure ce qui sort.
2. **La polarisation.** Ce signal de réduction de gain sert de tension de polarisation (*bias*) à un tube à coupure progressive (*remote cutoff*). Le signal audio s'ajoute à cette polarisation, et le gain du tube dépend du point de fonctionnement ainsi obtenu. Plus le signal est fort, plus il interagit avec la polarisation, et plus la compression se transforme en saturation.
3. **Le montage push-pull.** Deux branches reçoivent le signal en opposition de phase : l'audio est inversé de l'une à l'autre, mais la polarisation a le même signe dans les deux. La polarisation s'ajoutant à un audio de signe opposé d'une branche à l'autre, les deux branches ne saturent pas de la même façon.
4. **La recombinaison.** Le transformateur de sortie fait la différence des deux branches. La polarisation, identique des deux côtés, s'annule ; l'audio, opposé des deux côtés, s'additionne. Les saturations des deux branches se combinent en une forme très particulière, surtout visible sur les transitoires.

Comprendre transpose chacun de ces éléments :

Compresseur vari-mu	Dans Comprendre
tension de polarisation issue du détecteur	la **valeur du bias**, notée β, comprise entre 0 et 1, calculée à partir de la sortie ou de la réduction de gain (onglet **BIAS src**), puis lissée par son propre détecteur (**DET (bs)**, **ENV (bs)**, **A/R (bs)**)

Compresseur vari-mu	Dans Comprendre
le signal s'ajoute à la polarisation	une **hauteur** proportionnelle à β ajoutée au signal : à l'entrée du détecteur (**Bias input add**) et/ou au signal audio (**Bias x base**, **Bias x env**, **Bias x gr**)
deux branches en opposition de phase	le **chemin normal** et le **chemin inverse** (**Bias +inverse**)
la saturation du tube	le compresseur lui-même, quand ses temps sont très courts, et le **limiteur du bias** (**Bias on limit** et suivants)
le transformateur de sortie	la **recombinaison** des deux chemins, directe ou après « débiasage » (**Bias <> bs->ub**)
(pas d'équivalent)	le **produit de saturation** du bias, traité par l'onglet **F (bs)**

Les notations de ces trois chapitres

- d : le signal de détection (ce que mesure le compresseur) ; x : la cible (ce que le compresseur atténue, chapitre 14).
- e et e′ : le gain du compresseur normal et celui du compresseur inverse (1 = pas de réduction).
- β : la valeur du bias, entre 0 et 1 en général.
- B : une hauteur, c'est-à-dire β multiplié par un des montants (**Bias input add** pour l'entrée, **Bias x base/env/gr** pour la sortie).
- s et s′ : la sortie du chemin normal et celle du chemin inverse, avec le bias.
- s_pre : la sortie du chemin normal **sans** hauteur sur l'audio. C'est la référence à partir de laquelle on mesure le produit de saturation.
- O : la sortie recombinée ; P = O − s_pre : le produit de saturation.

Le Manley Variable Mu, renouveau du vari-mu

Manley Laboratories construit son Variable Mu en mono depuis 1991, en stéréo depuis 1994. Sa double triode 5670 est « constamment repolarisée » par une tension de commande, selon la même technique que le Fairchild 670, et sa chaîne de commande est un feedback : le manuel juge même peu musical le feedforward de la plupart des compresseurs modernes. En mode **Compress**, le ratio est de 1,5:1 à genou doux ; en mode **Limit**, il part de 4:1 et monte jusqu'à 20:1 au-delà de 12 dB de réduction, tandis que le genou s'adoucit à mesure que la limitation augmente. Baptisé à l'origine « 10 dB Limiter », l'appareil devait rester surtout inaudible jusqu'à une dizaine de décibels de réduction. Il est devenu un standard des studios de mastering, connu pour donner de la « colle » à un projet. Ce ratio qui grandit et ce genou qui s'adoucit avec la réduction de gain sont la signature mesurable de la repolarisation.

> **♪ En musique : la famille vari-mu dans les presets**
>
> Pour entendre ce que le bias apporte, le plus simple est de charger un preset de la famille vari-mu (chapitre 25), puis de ramener ses cinq montants à 0 pour comparer. **pulsar_mu**, imitation d'une émulation du Manley Variable Mu, règle une hauteur d'entrée (**Bias input add** à 1) et une hauteur de sortie (**Bias x base** à 1), un limiteur du bias (**Bias on limit** à 4, **Bias on ratio** à 1,5) et la fusion « débiasée » (**Bias <> bs->ub** à 1). Les imitations d'émulations du Fairchild 670 s'y prennent chacune à leur manière : **tr_670** associe **Bias input add** à 2,534 et **Bias x gr** à 0,3333 ; **overloud_670** pousse **Bias input add** à 25 avec **Bias x env** à −1 ; **acustica_ultramarine4** va jusqu'à **Bias input add** à 42, avec **Bias x gr** à 2,5. Écoutez surtout les attaques, là où, selon l'article de Pulsar, la compression d'un vari-mu se change en saturation. Ces presets sont des imitations construites à l'oreille et avec le mode d'analyse (chapitre 24) : des points de départ, à ajuster sur votre musique.

Le chemin normal et le chemin inverse

Lorsque le bias est actif et que **Bias +inverse** est supérieur à 0, Comprendre fait tourner **deux compresseurs complets** en parallèle. Le premier, le chemin normal, reçoit le signal tel qu'il est. Le second, le chemin inverse, reçoit le signal changé de signe : −d pour la détection, −x pour la cible.

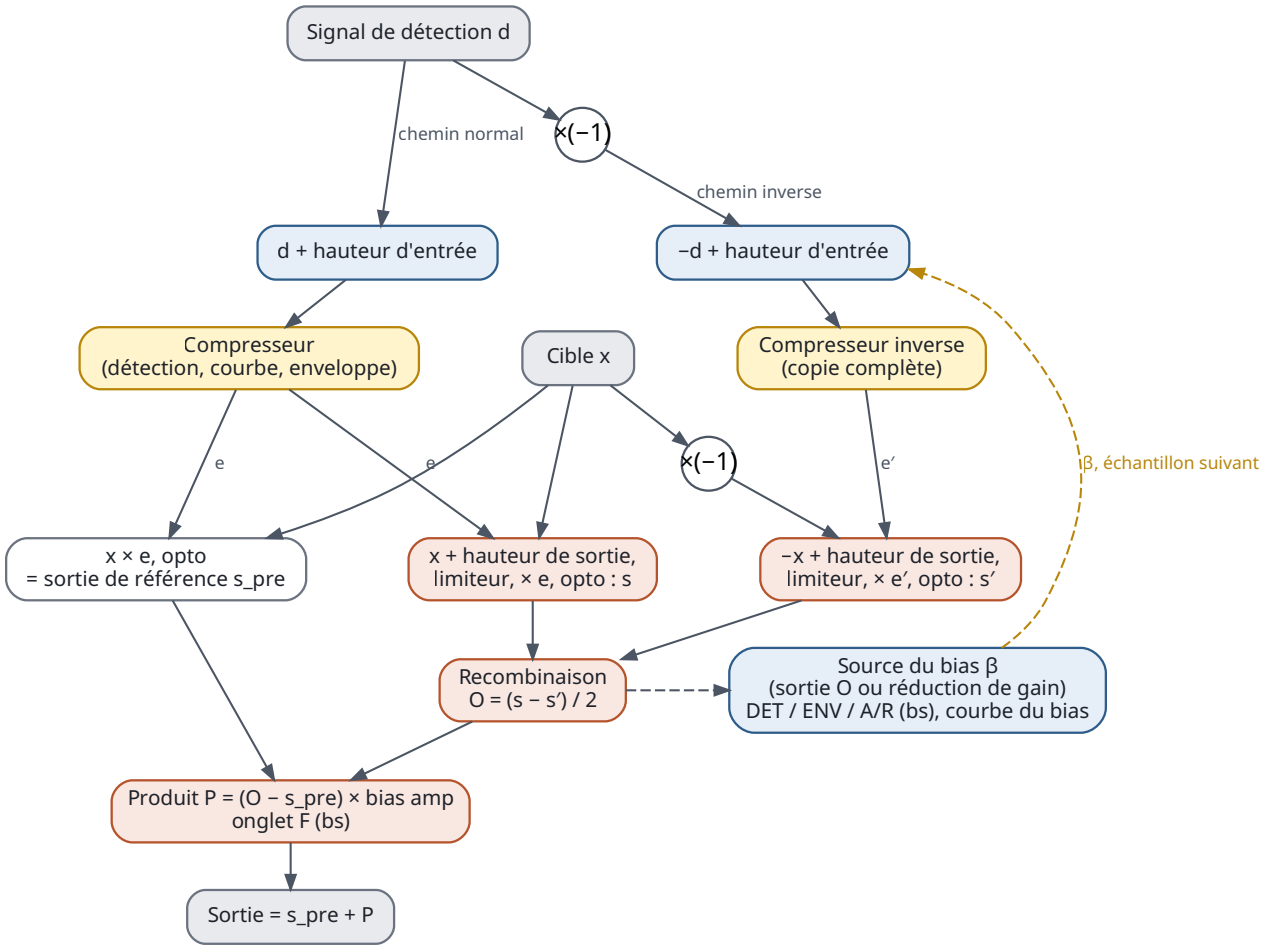


Figure 102 — Les deux chemins du bias. Le signal de détection et la cible sont dupliqués et inversés ; chaque chemin a son propre compresseur ; les deux sorties sont recombinées ; la différence avec la référence s_pre est le produit de saturation. La valeur β du bias, calculée à la fin d'un échantillon, fixe à l'échantillon suivant les hauteurs d'entrée et de sortie des deux chemins (flèches pointillées).

Ce qui est dupliqué

Tout le traitement du compresseur est recopié sur le chemin inverse, avec ses propres mémoires (filtres, enveloppes, lignes à retard) :

- les effets envoyés vers la détection : **DEQ**, waveshaper (**WS**), **DEQ 2** (chapitres 17 et 18) ;
- la détection (**DET (in)**, **ENV (in)**, **A/R (in)**), la courbe de transfert, le suiveur d'enveloppe (**ENV (cv)**, **A/R (cv)**) et les options de réduction de gain (**GR (cv)**), y compris en mode délié (**Channels Unlink**) ;
- le **lookahead** et son enveloppe (**ENV (la)**, **A/R (la)**, chapitre 22) ;
- les effets de la cible (**DEQ**, **WS**, **DEQ 2**) et l'**opto** (chapitre 15).

La charge de calcul du compresseur est donc à peu près doublée.

Ce qui ne l'est pas

- **La valeur du bias** : il n'y a qu'un seul β par canal, calculé une fois et partagé par les deux chemins.

- **Les hauteurs** : la hauteur d'entrée et la hauteur de sortie sont les mêmes sur les deux chemins. La hauteur de sortie est calculée avec le gain du chemin normal seulement (chapitre 21).
- **Le produit de saturation et l'onglet F (bs)** : ils agissent après la recombinaison, une seule fois.
- **Tout ce qui précède et suit le compresseur** : gains, clippers, headroom, auto-volumes, makeup, mélanges (chapitres 7 et 8).

> **Pour aller plus loin**
>
> L'inversion est faite sur le signal de détection et sur la cible, avant les effets d'entrée et de sortie. Si ces effets sont neutres (ou symétriques), le chemin inverse traite exactement −d et −x. Lorsque la détection est alimentée par la sortie (réglage **FF->FB**, chapitre 14), la part de rétroaction du chemin inverse est l'opposé de la sortie **recombinée**, et non la sortie du chemin inverse lui-même.
>
> Lorsque le bias est actif, les courbes principales des graphes (détection, gain, enveloppe…) affichent la moyenne pondérée des deux chemins : (X + i·X′)/(1 + i), où i est la valeur de **Bias +inverse**.

> **À confirmer par François**
>
> Deux petites différences existent dans le code entre les chemins normal et inverse. La modulation **Fet gr** du waveshaper envoyé vers la détection reçoit, sur le chemin inverse, l'enveloppe au lieu de la réduction de gain (le côté cible est correct). Et en stéréo liée, avec une modulation active (onglet MOD & LA, chapitre 23) et les modes **Channels Mix** « canal 0 », « canal 1 » ou « max », la valeur de modulation du chemin inverse est cumulée au lieu d'être recopiée. Ces deux écarts peuvent créer un produit de saturation même sans hauteur d'entrée ; sont-ils voulus ?

La recombinaison

À la sortie, les deux chemins sont réunis par la formule :

$$O = s \times (1 - i) + (s - s') \times i / (1 + i)$$

où i est la valeur de **Bias +inverse** :

- à **i = 1** (défaut), O = (s − s′) / 2 : c'est la différence des deux chemins, comme dans le transformateur d'un montage push-pull ;
- à **i = 0**, O = s : seul le chemin normal compte, et le chemin inverse n'est même pas calculé.

Si les deux chemins sont parfaitement symétriques, s′ = −s et la recombinaison rend exactement s : le bias ne change rien. Tout l'intérêt vient de ce qui **diffère** entre les deux chemins, c'est-à-dire de la hauteur, qui a le même signe des deux côtés alors que le signal change de signe.

La recombinaison a une propriété simple et très utile pour comprendre ce qu'on entend :

- tout ce qui est **identique** sur les deux chemins disparaît : la hauteur elle-même, et, pour un signal périodique, le continu et les **harmoniques paires** ;
- tout ce qui est **opposé** est conservé : la fondamentale et les **harmoniques impaires**.

Autrement dit, avec **Bias +inverse** à 1 et des effets neutres, la sortie recombinée est la **partie impaire** du chemin normal. Le produit de saturation P = O − s_pre est alors exactement l'opposé de sa partie paire (continu et harmoniques paires).

> **Le push-pull, le « thud » et le réglage Balance**
>
> Dès les premiers limiteurs de radio, à la fin des années 1930, les appareils à lampes mélangent une tension continue de commande à l'audio, sur la grille d'une lampe à mu variable, et c'est le montage push-pull qui annule cette tension de commande à la sortie. Quand les lampes vieillissent et se déséquilibrent, l'annulation n'est plus parfaite et des « thumps » apparaissent. Le Fairchild 670, fabriqué à partir de 1959, attaque en push-pull, par son transformateur d'entrée, quatre doubles triodes 6386 par canal. Son réglage **Balance** ajuste l'équilibre des courants de polarisation : bien centré, il minimise le « thud », une déflexion qui s'ajoute au signal à chaque attaque ; décentré, il en produit un d'une polarité ou de l'autre. C'est l'exemple historique d'une saturation asymétrique née de la polarisation. Dans Comprendre, la recombinaison des deux chemins joue le rôle du push-pull : avec **Bias** +**inverse** à 1, ce qui est commun aux deux chemins disparaît ; en dessous de 1, une part du chemin normal, avec son asymétrie et son continu, reste audible (chapitre 20). Le chapitre 2 raconte l'histoire du Fairchild.

La hauteur de bias

Le mot « bias » désigne ici une **hauteur** : un décalage ajouté au signal, proportionnel à la valeur β du bias. Comprendre en propose deux, indépendantes, que François appelle la « hauteur de bias pour l'input » et la « hauteur de bias pour l'output » :

- la **hauteur d'entrée** $B = \beta \times$ **Bias input add** est ajoutée au signal de détection des deux chemins. Elle ne touche pas l'audio : elle change seulement ce que mesurent les deux compresseurs. Le chemin normal mesure $|d + B|$, le chemin inverse $|-d + B|$: ils ne compressent plus de la même façon (chapitre 20) ;
- la **hauteur de sortie** $B = \beta \times$ (**Bias x base** + **Bias x env** $\times\ e +$ **Bias x gr** $\times\ (1 - e)$) est ajoutée au signal audio des deux chemins, avant ou après le gain du compresseur. Elle déplace le signal vers le haut sur les deux chemins, ce qui le fait buter plus tôt contre le limiteur du bias d'un côté que de l'autre (chapitre 21).

Une troisième façon d'utiliser β, **Bias input mul**, n'est pas une hauteur : elle **multiplie** le signal de détection. Comme elle agit de la même façon sur d et sur −d, elle ne crée pas de différence entre les deux chemins (chapitre 20).

Où naît la saturation

La saturation du bias peut naître à trois endroits.

Dans le détecteur

Avec une hauteur d'entrée, les deux compresseurs ne voient plus le même niveau : sur une alternance positive, le chemin normal mesure $d + B$, plus grand, et compresse davantage ; le chemin inverse mesure $-d + B$, plus petit, et compresse moins. Sur une alternance négative, c'est l'inverse. Les gains e et e′ diffèrent.

Si l'attaque et le relâchement du compresseur sont très courts, le gain suit la forme d'onde elle-même, à l'intérieur de chaque période : le compresseur se comporte alors comme un **waveshaper**, asymétrique sur chaque chemin. C'est ce que montre François dans sa vidéo sur le chemin inverse, attaque et relâchement à zéro.

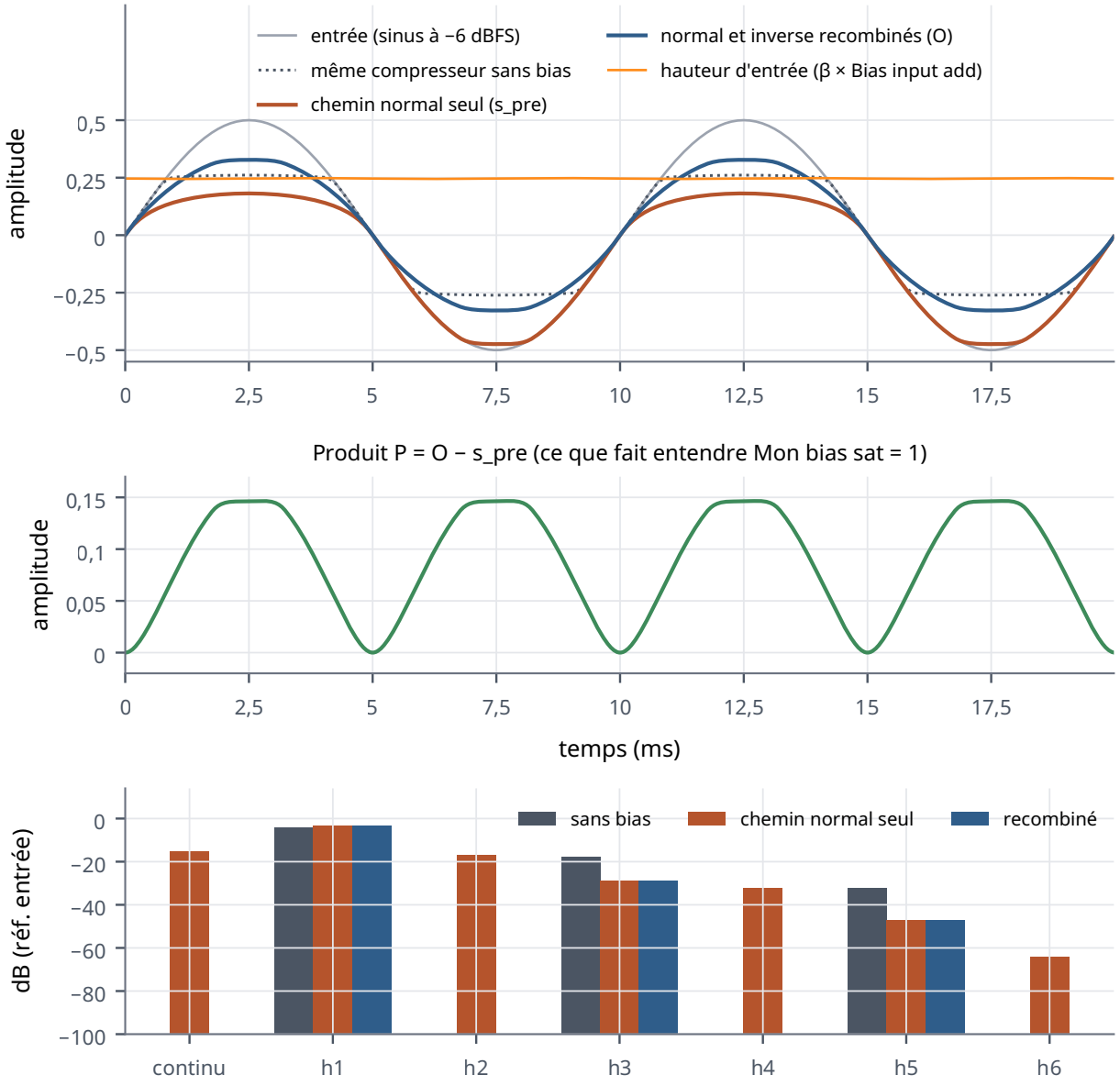


Figure 103 — Simulation du code avec les réglages de départ décrits plus bas (Threshold −12 dB, Ratio 25, Knee 12, Attack et Release à 0, Bias input add = 1, détecteur du bias en RMS sur 50 ms), pour un sinus de 100 Hz à −6 dBFS, en régime établi. En haut : le chemin normal seul est asymétrique ; recombiné avec le chemin inverse, il redevient symétrique. Au milieu : le produit de saturation. En bas : niveau du continu et des six premières harmoniques ; le chemin normal seul contient du continu et des harmoniques paires, la recombinaison les supprime et conserve exactement ses harmoniques impaires.

On remarque sur cette figure :

- la hauteur d'entrée (en orange) est presque constante : le détecteur du bias, réglé en RMS, la rend « plate » ;

- le chemin normal seul compresse plus l'alternance positive que la négative : il est décalé vers le bas (continu négatif) et riche en harmoniques paires ;
- la sortie recombinée est symétrique ; sa forme n'est pas celle du même compresseur sans bias : le coude est plus progressif et la crête moins écrasée ;
- le produit P est ici toujours positif, au double de la fréquence du signal : c'est l'opposé du continu et des harmoniques paires du chemin normal.

Dans le limiteur

Avec **Bias +inverse** à 1 et sans limiteur, la hauteur de sortie n'a en elle-même aucun effet audible tant que les deux compresseurs ont le même gain : elle est identique sur les deux chemins et la recombinaison l'annule. Elle devient intéressante avec le **limiteur du bias** : le signal décalé x + B touche le plafond plus tôt sur les alternances positives, le signal −x + B sur les négatives. François le résume ainsi : quand on met de la hauteur sur le signal, à un moment il « se cogne contre le haut ».

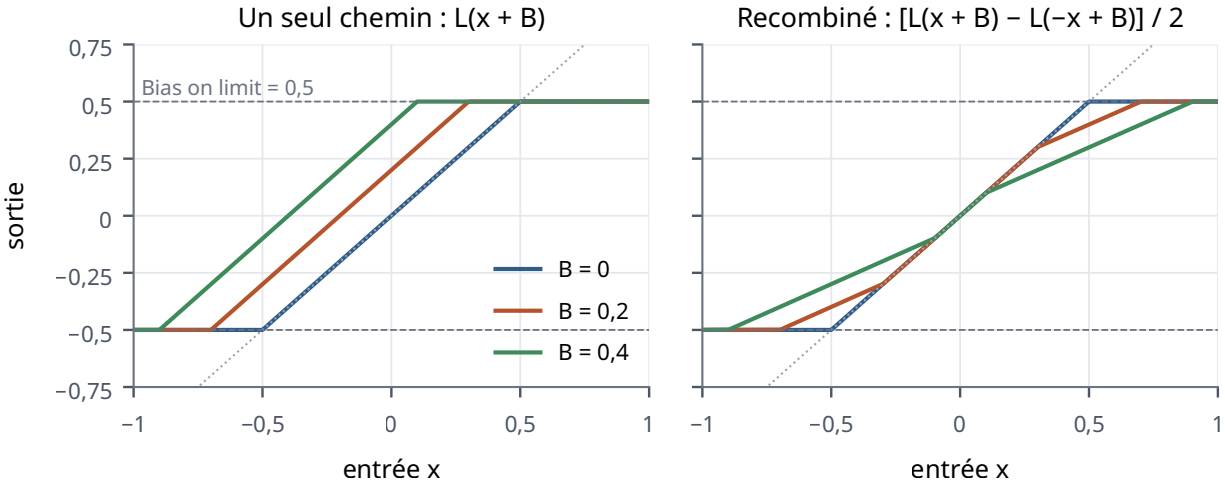


Figure 104 — Hauteur de sortie et limiteur du bias (plafond dur à 0,5, en position « pre », sans compression). À gauche, un seul chemin : la hauteur décale la courbe et le plafond n'est atteint que d'un côté. À droite, après recombinaison des deux chemins : la courbe est de nouveau symétrique, avec un coude à deux pentes.

Après recombinaison, avec un plafond dur T et une hauteur B :

- jusqu'à T − B, la courbe est une droite de pente 1 : rien ne se passe ;
- entre T − B et T + B, un seul des deux chemins est écrêté : la pente tombe à ½ ;
- au-delà de T + B, les deux chemins sont écrêtés : la sortie plafonne à T.

La hauteur règle donc la **largeur du coude**, le limiteur sa **position**. C'est le coude « push-pull » : une saturation qui s'installe en deux temps, et qui reste symétrique.

> **♪ En musique : une saturation qui s'installe en deux temps**
>
> Le coude push-pull arrondit les crêtes par étapes : rien ne se passe sous T − B, la pente est divisée par deux entre T − B et T + B, puis la sortie plafonne. Sur une basse, une voix ou un bus, on obtient souvent un arrondi plus progressif qu'avec un écrêteur simple, dont vous réglez séparément la largeur (la hauteur) et la position (le limiteur). Partez d'un limiteur du bias placé juste au-dessus des crêtes, ajoutez peu à peu de la hauteur de sortie et écoutez **Mon bias sat** : commencez discret, la couleur doit précéder la distorsion. Le chapitre 21 détaille ces réglages.
>
> Certains presets se servent ainsi du bias comme d'un saturateur, sans compresseur. **pulsarmodular_p42**, imitation d'un amplificateur de ligne saturé, ne compresse pas (**Ratio** à 1, **Threshold** à 0 dB) et repose surtout sur le limiteur du bias (**Bias on limit** à 0,09665, **Bias on ratio** à 3,91, **Bias Fm On** à 1,525), dosé par **bias amp** à 0,475.

À la recombinaison

La recombinaison ne crée pas de saturation, mais elle trie : elle annule ce qui est pair et conserve ce qui est impair. Elle explique deux règles pratiques :

- **sans chemin inverse** (**Bias +inverse** à 0), rien n'est annulé. Le chemin normal biaisé est entendu tel quel, avec son continu et ses harmoniques paires. Le bias devient alors, selon François, « un truc plutôt orienté feedback » : un compresseur dont la détection ou le signal sont décalés par sa propre sortie ;
- **avec une hauteur d'entrée seule et sans chemin inverse**, le produit de saturation est nul : la référence s_pre est elle-même calculée avec la détection biaisée. La compression asymétrique s'entend, mais elle fait partie de la référence, et **Mon bias sat** reste muet. Avec une hauteur de sortie et sans chemin inverse, en revanche, il y a bien un produit : la hauteur elle-même (multipliée par le gain du compresseur en position « pre »), qui s'entend comme un décalage lent du signal, et l'écrêtage asymétrique du limiteur.

Le produit de saturation du bias

Comme l'opto et le waveshaper (chapitre 16), le bias ne remplace pas directement le signal par sa version saturée. Il calcule la différence entre la sortie recombinée O et la référence s_pre, la sortie du chemin normal **sans** hauteur sur l'audio :

P = (O − s_pre) × **bias amp**

Ce produit passe par le délai (**Bias Delay Secs**, **Bias Delay FB**, onglet **BIAS dst**), les filtres et la limite de l'onglet **F (bs)**, puis il est rajouté à s_pre. Avec les réglages par défaut (**bias amp** à 1, filtres éteints), la sortie vaut exactement O.

- **bias amp à 1** : on entend la sortie recombinée O. Avec **Bias +inverse** à 1, c'est la partie impaire du chemin biaisé.
- **bias amp à 0** : on entend s_pre, le chemin normal seul. Les effets du bias **sur le détecteur** (hauteur d'entrée, **Bias input mul**, **Bias Fm In**) restent présents, car ils déterminent le gain du compresseur.
- **bias amp à −1** : on entend 2 × s_pre − O : la partie paire du chemin normal est doublée au lieu d'être supprimée.

Le moniteur **Mon bias sat** (onglet **BIAS dst**) fait entendre P seul, après F (bs) (chapitre 21).

> **La valeur du bias ne voit pas F (bs)**
>
> Quand la valeur du bias est tirée de la sortie, elle est mesurée sur la sortie recombinée **avant** le produit et l'onglet F (bs). Les réglages de F (bs) changent ce que l'on entend, pas la valeur du bias.

> **♪ En musique : un générateur de saturations**
>
> Le bias n'est pas seulement un outil d'imitation. En combinant la source, les hauteurs, le chemin inverse et la fusion, François a vu apparaître des saturations nouvelles, jusqu'à un genre de bruit blanc inédit qu'il fait entendre dans sa vidéo sur la fusion. Il a recensé les combinaisons dans un tableau : sur 32, une dizaine donnent selon lui des types de produits de saturation vraiment distincts. Pour explorer, partez des réglages de départ ci-dessous, mettez **Mon bias sat** à 1 et changez un seul réglage à la fois : **Bias +inverse** à 0, puis la source, puis le détecteur du bias. Montez le volume d'écoute, comme le conseille François : certains effets sont subtils et ne se révèlent qu'à fort niveau.
>
> Dans la famille des saturateurs (chapitre 25), **acqua_ash-ultra**, imitation d'un écrêteur, combine une hauteur d'entrée (**Bias input add** à 0,4062) tirée de la réduction de gain (**Bias g.e->out** à 0), une hauteur de sortie qui suit la réduction de gain (**Bias x gr** à −4,675) et un délai sur le produit de saturation (**Bias Delay Secs** à 0,01454 s, **Bias Delay FB** à 0,1854). **kiive_filk2_saturation** ajoute à son waveshaper une hauteur d'entrée de 5 et un limiteur du bias à 0,25.

Rien ne tourne tant que les cinq montants sont à 0

Le bias s'active dès qu'**un** des cinq montants suivants est différent de 0 :

Montant	Onglet	Ce qu'il fait
Bias input add	BIAS src	hauteur ajoutée au signal de détection
Bias input mul	BIAS src	multiplication du signal de détection par le bias
Bias x base	BIAS dst	hauteur ajoutée à l'audio, proportionnelle à β
Bias x gr	BIAS dst	hauteur ajoutée à l'audio, proportionnelle à β et à la réduction de gain
Bias x env	BIAS dst	hauteur ajoutée à l'audio, proportionnelle à β et au gain



Figure 105 — Les cinq montants qui activent le bias : deux dans l'onglet BIAS src…



Figure 106 — … et trois dans l'onglet BIAS dst.

Tant que ces cinq montants sont à 0 (c'est le cas par défaut) :

- aucun calcul du bias n'est fait, et le chemin inverse n'existe pas, bien que **Bias +inverse** vaille 1 par défaut ;
- **tous les autres réglages** des six onglets du bias sont sans effet : sources, **Bias Feedback**, détecteur du bias, courbe du bias, **Bias Fm In**, **Bias Fm On**, limiteur, fusion, délai, onglet F (bs). **Mon bias sat** fait alors entendre un silence, du moins si **Comp Clip**, **Comp Db** et les filtres de cible sont neutres (chapitre 21) ;
- le compresseur se comporte exactement comme si le module n'existait pas, sans charge de calcul supplémentaire.

Dès qu'un seul montant est différent de 0, **tout** le module se réveille : le chemin inverse est calculé (si **Bias +inverse** est supérieur à 0), et les réglages qui étaient jusque-là ignorés prennent effet. Par exemple, avec seulement **Bias x base** réglé, **Bias Fm In** se met à agir comme un gain sur la détection, même sans hauteur d'entrée.

> **Désactiver le bias d'un geste**
>
> Pour comparer avec et sans bias, il suffit de ramener les cinq montants à 0. Les autres réglages du module sont conservés et reprendront leur effet dès qu'un montant sera de nouveau actif.

Retrouver la forme de l'article : des réglages de départ

Dans sa vidéo d'introduction au bias, puis dans la démonstration en français, François montre qu'avec très peu de réglages on retrouve, sur un oscilloscope et avec un sinus, une forme d'onde du type de celle de l'article. Les réglages qu'il cite sont : un ratio de 25, un peu de genou, une hauteur d'entrée (**Bias input add**), et surtout une détection en **RMS dans le détecteur du bias**, et non dans le détecteur principal. Le reste (chemin inverse, source prise sur la sortie, fusion classique) correspond aux valeurs par défaut.

Voici une façon de procéder, à partir du preset par défaut. Les valeurs de seuil, de genou et de temps RMS ci-dessous sont un exemple : ce sont celles de la simulation de la figure précédente.

1. Sur la rangée principale : **Ratio** à 25, **Knee** à 12, **Threshold** autour de −12 dB pour un sinus de test à −6 dBFS. Le compresseur doit compresser franchement.
2. **Attack** et **Release** à 0 : le gain suit alors la forme d'onde, ce qui rend la saturation visible sur un oscilloscope.

3. Onglet **BIAS src** : **Bias input add** à 1. Laissez **Bias +inverse** à 1, **Bias g.e->out** à 1 (la source est la sortie) et **Bias out atom** à 0 (mesure classique).
4. Onglet **DET (bs)** : **rms secs** à 0,05 s, **rms db** à 0 dB et **Det Mix** sur *rms*. Le bias devient une valeur lente, presque une ligne plate sur le graphe, au lieu de suivre chaque alternance.
5. Observez la sortie à l'oscilloscope, puis réglez **Mon bias sat** (onglet **BIAS dst**) sur 1 pour entendre le produit de saturation seul.



Figure 107 — Réglages de départ, rangée principale et onglet BIAS src (étapes 1 à 3).



Figure 108 — Réglages de départ, onglet DET (bs) : la détection du bias passe en RMS (étape 4).

Ensuite, quelques variations permettent de sentir le mécanisme :

- **montez Bias input add** : la hauteur d'entrée grandit. Tant qu'elle reste nettement sous le niveau du signal, elle module la compression ; quand elle le dépasse, les deux détecteurs voient surtout la hauteur, la compression est pilotée par le bias lui-même, et la forme se dégrade ;
- **ramenez Bias +inverse à 0** : la sortie redevient le chemin normal seul, asymétrique, avec continu et harmoniques paires, mais le produit (et donc **Mon bias sat**) s'annule ;
- **remettez Attack et Release à des valeurs usuelles** : le gain ne suit plus la forme d'onde, la saturation disparaît, et il reste une compression dont la détection est décalée par la sortie, à la manière d'un compresseur à rétroaction.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François conseille de régler la hauteur d'entrée assez haut pour qu'elle influence la détection, mais pas au point de prendre le dessus : si l'on ajoute trop de bias, le résultat est le bias lui-même. Il ajoute, non sans humour, qu'il n'a pas réussi à obtenir cette forme avec le Pulsar Mu lui-même, qui doit donc contenir d'autres ingrédients.

À confirmer par François

Les vidéos ne donnent pas toutes les valeurs de la démonstration (seuil, genou, temps RMS du détecteur du bias, attaque et relâchement, niveau du sinus). Pouvez-vous indiquer les réglages exacts de la vidéo d'introduction, pour en faire un preset d'exemple ? Et confirmer que l'article cité est bien « Variable-bias compression explained » du blog de Pulsar Audio, avec son lien ?

Le bias dans le temps

La valeur du bias est calculée à la **fin** du traitement de chaque échantillon, à partir de ce qui vient d'être produit (la sortie ou la réduction de gain). Elle sert au début de l'échantillon **suivant** : à la hauteur d'entrée, à la multiplication de la détection et à la hauteur de sortie. Le bias est donc toujours une **boucle de rétroaction** d'un échantillon, quelle que soit la source choisie. Au chargement, β vaut 0.

Lorsque le lookahead est actif (chapitre 22), la section « futur » du plugin contient sa propre copie complète du bias, avec sa propre valeur β. Il y a alors deux boucles de bias indépendantes : l'une sur le signal futur, qui ne sert qu'à l'analyse du lookahead, l'autre sur le signal présent, celle que l'on entend.

Idées de départ

- **La colle d'un bus ou d'un mix.** Chargez **pulsar_mu** ou **tr_670**, ajustez le seuil pour quelques décibels de réduction, puis comparez avec les cinq montants du bias à 0.
- **Une batterie plus dense. rockruepel_comptwo_drums** associe une hauteur d'entrée (**Bias input add** à 7,63) au grain du waveshaper sur les crêtes (chapitre 17).
- **Une compression de bus de type SSL. cytomic_glue** et les presets **ssl_1_b**, **ssl_1_f**, **ssl_2_b** et **ssl_2_b_** n'ajoutent aucune hauteur : ils multiplient la détection par la valeur du bias (**Bias input mul**, chapitre 20).
- **Imiter une machine précise.** Partez des réglages de l'article (plus haut), puis ajustez avec le mode d'analyse (chapitre 24) ; le chapitre 25 présente les imitations de la famille vari-mu.
- **Sound design.** Attaque et relâchement à 0, **Bias input add** autour de 1, RMS dans le détecteur du bias, puis **Bias +inverse** à 0, un **Bias Feedback** négatif (chapitre 20) ou un délai sur le produit (chapitre 21).

Pour la suite

Le chapitre 20 décrit la **source** du bias : comment sa valeur β est obtenue (sortie ou réduction de gain, mesure classique ou « atome », Feedback, détecteur dédié, courbe), et comment elle agit sur l'entrée du détecteur (**Bias input add**, **Bias input mul**, **Bias Fm In**). Le chapitre 21 décrit sa **destination** : la hauteur ajoutée à l'audio, **Bias Fm On**, la position pre ou out, le limiteur, la fusion des deux chemins, le produit de saturation et son écoute, ainsi que des tableaux qui récapitulent les combinaisons possibles.

CHAPITRE 20

La source du bias

Ce chapitre décrit comment Comprendre fabrique la **valeur du bias**, notée β, et comment cette valeur agit sur l'entrée du détecteur. Tous les réglages concernés sont dans l'onglet **BIAS src** et dans les trois onglets du détecteur du bias, **DET (bs)**, **ENV (bs)** et **A/R (bs)**. Le principe général du bias, le chemin inverse et les notations (d, x, e, β, B, s, O, s_pre, P) sont présentés au chapitre 19.

Sur un compresseur vari-mu, la polarisation des lampes vient de la sortie : ce que l'appareil vient de produire décide de la façon dont il traite la suite. Ce chapitre vous donne la main sur cette boucle. Vous choisissez ce que la « polarisation » écoute (la sortie, comme sur la machine, ou le travail du compresseur), à quelle vitesse elle se charge et se décharge, comme une tension de commande qui traverse un redresseur et un condensateur, et ce qu'elle fait au détecteur : le décaler, à la manière d'un vari-mu, ou le multiplier, comme François l'a observé sur le schéma des compresseurs SSL. Ces choix décident du caractère. Lissée en RMS, la polarisation devient une ligne presque plate et permet de retrouver la forme décrite par l'article de Pulsar (chapitre 19) ; laissée en crête, elle suit chaque alternance, et l'effet devient, dit François dans sa démonstration en français, « ultra violent ».

C'est dans ces onglets que se jouent la plupart des imitations de vari-mu et de compresseurs de bus fournies avec Comprendre : leurs presets y règlent la hauteur d'entrée, la multiplication de la détection et la vitesse du détecteur du bias. Si vous cherchez à reproduire le comportement d'une machine précise, c'est ici que vous passerez le plus de temps, le mode d'analyse (chapitre 24) à portée de main.

Rappelons que rien de ce qui est décrit ici ne fonctionne tant que les cinq montants du bias sont à 0 : **Bias input add** et **Bias input mul** (dans cet onglet), **Bias x base**, **Bias x gr** et **Bias x env** (onglet **BIAS dst**, chapitre 21).



Figure 109 — L'onglet BIAS src : chemin inverse, origine de la valeur du bias, Feedback et courbe du bias.

L'onglet se lit de gauche à droite à peu près dans l'ordre du calcul :

- **Bias +inverse** : le poids du chemin inverse ;
- **Bias g.e g->e**, **Bias out atom**, **Bias out unlink**, **Bias out bs->ub**, **Bias g.e->out** : d'où vient la valeur du bias ;
- **Bias Feedback** : sa mise à l'échelle ;
- **Bias thresh**, **Bias ratio**, **Bias knee** : la courbe du bias, appliquée après son détecteur ;
- **Bias input add**, **Bias Fm In**, **Bias input mul**, **Bias mul %** : ce que la valeur du bias fait à l'entrée du détecteur.

Le calcul de la valeur du bias

La valeur du bias est recalculée à la fin de chaque échantillon, pour chaque canal, et sert à l'échantillon suivant. Elle suit toujours le même chemin :

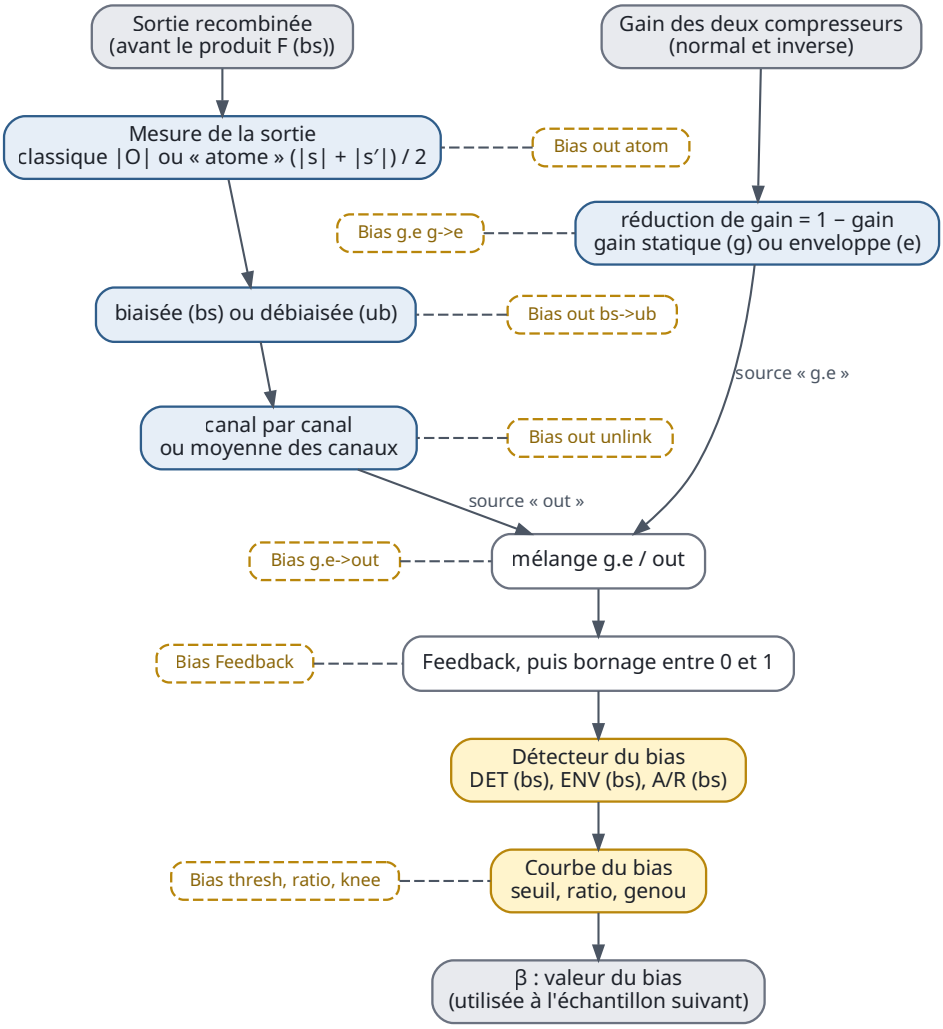


Figure 110 — Le calcul de la valeur du bias, de la source jusqu'à β. Les cartouches en pointillés indiquent le réglage qui agit à chaque étape.

1. **Une source**, entre 0 et 1 : soit la sortie recombinée, soit la réduction de gain des compresseurs ;
2. **le Feedback**, qui la multiplie ou en inverse le sens, puis un bornage entre 0 et 1 ;

3. **le détecteur du bias** (onglets **DET (bs)**, **ENV (bs)**, **A/R (bs)**), qui peut la lisser ou la transformer ;
4. **la courbe du bias** (seuil, ratio, genou), qui peut la comprimer.

Le résultat, β, est utilisé à l'échantillon suivant par les hauteurs d'entrée (**Bias input add**), la multiplication de la détection (**Bias input mul**) et la hauteur de sortie (onglet **BIAS dst**).

Le chemin inverse

Bias +inverse

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_inverse`

Poids du **chemin inverse**, la copie complète du compresseur qui traite le signal changé de signe (chapitre 19).

- **1** (défaut) : les deux chemins sont recombinés par leur différence, O = (s − s′) / 2. C'est le fonctionnement « push-pull » : ce qui est identique sur les deux chemins (la hauteur, le continu, les harmoniques paires) s'annule, ce qui est opposé (la fondamentale, les harmoniques impaires) est conservé.
- **0** : le chemin inverse n'est pas calculé, ce qui divise à peu près par deux la charge de calcul du compresseur. La sortie est celle du chemin normal biaisé, avec son asymétrie, son continu et ses harmoniques paires. Le bias fonctionne alors comme un mécanisme de rétroaction plutôt que comme un push-pull.
- **Entre les deux** : la sortie vaut s × (1 − i) + (s − s′) × i / (1 + i). Ce mélange n'est pas à niveau constant : lorsque les deux chemins sont symétriques (s′ = −s), il vaut s × (1 + 2i − i²) / (1 + i), soit un gain d'environ +1,2 dB à 0,25, +1,4 dB au maximum (vers 0,41), +1,3 dB à 0,5 et +0,9 dB à 0,75.

Le même poids sert à la source « g.e » (moyenne pondérée des gains des deux chemins) et à l'affichage : les courbes principales des graphes montrent la moyenne pondérée des deux chemins.

Ce réglage vaut 1 par défaut, mais il est sans effet tant que le bias n'est pas activé par l'un des cinq montants.

À confirmer par François

Les valeurs intermédiaires de **Bias +inverse** produisent une bosse de niveau allant jusqu'à +1,4 dB, et le libellé « +inverse » laisse penser à un interrupteur. Les valeurs intermédiaires sont-elles pensées pour être utilisées, ou faut-il conseiller de rester à 0 ou à 1 ?

D'où vient le bias : la sortie ou la réduction de gain

Comme dans un compresseur vari-mu, la valeur du bias peut être tirée de la **sortie** du compresseur : c'est le réglage par défaut. Elle peut aussi être tirée de la **réduction de gain** calculée par le compresseur. François considère ce choix comme le plus important de la source.

Bias g.e->out

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_sortie`

Choisit l'origine de la valeur du bias.

- **1** (défaut) : source « **out** », la **sortie** recombinée du compresseur, mesurée selon **Bias out atom**, **Bias out bs->ub** et **Bias out unlink**.
- **0** : source « **g.e** », la **réduction de gain** des compresseurs, calculée selon **Bias g.e g->e**.
- **Entre les deux** : mélange linéaire des deux sources ; les deux sont alors calculées.

Une branche dont le poids est nul n'est pas calculée : à 1, les réglages **Bias g.e g->e** sont ignorés ; à 0, ce sont **Bias out atom**, **Bias out bs->ub** et **Bias out unlink** qui le sont.

Avec la sortie pour source, le bias forme une boucle de rétroaction semblable à celle d'un vrai vari-mu : la sortie détermine le bias, qui modifie la détection ou le signal, qui modifie la sortie. Avec la réduction de gain, le bias suit plutôt le travail du compresseur.

La source « g.e » : la réduction de gain

Bias g.e g->e

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_source`

Choisit, pour la source « g.e », quel gain du compresseur est utilisé. Il n'agit que si **Bias g.e->out** est inférieur à 1.

- **0** (défaut) : le gain **statique** g, c'est-à-dire le gain demandé par la courbe de transfert, avant l'attaque et le relâchement. Il suit le signal sans inertie et donne un bias « rugueux ».
- **1** : l'**enveloppe** e, le gain lissé par le suiveur d'enveloppe (onglets **ENV (cv)** et **A/R (cv)**). Le bias est plus doux.
- **Entre les deux** : mélange linéaire des deux gains.

La valeur transmise est la **réduction de gain** : 1 − gain, bornée entre 0 et 1. Elle vaut 0 sans compression, 0,5 pour 6 dB de réduction, 0,9 pour 20 dB, et tend vers 1 quand la réduction devient très forte. Avec le chemin inverse, c'est la moyenne pondérée des gains des deux chemins qui est utilisée : $1 - (G + i \times G') / (1 + i)$.

En stéréo, cette source suit le réglage **Channels Unlink** de la rangée principale (gain lié, gains par canal, ou mélange des deux), et non **Bias out unlink**.

Avec **Attack** et **Release** à 0 et les options de **GR (cv)** à leurs valeurs neutres, g et e sont identiques et ce réglage n'a plus d'effet.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Prendre l'enveloppe donne un bias assez doux, prendre le gain un bias très rugueux. François insiste sur un point : ce qu'il faut transmettre au bias n'est pas l'enveloppe elle-même, qui vaut 1 au repos et descend quand on compresse, mais la réduction de gain, qui part de 0 et monte avec la compression. C'est pourquoi le code utilise 1 − gain.

La source « out » : la sortie

La sortie est mesurée après la recombinaison des deux chemins, mais **avant** le produit de saturation et l'onglet **F (bs)** : ni **bias amp**, ni le délai, ni les filtres, ni la limite du produit ne changent la valeur du bias. Trois réglages précisent la mesure.

Bias out atom

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_source_brute`

Choisit la façon de mesurer la sortie, pour la source « out ». Il ne change que la **mesure** : le signal audio, lui, reste toujours recombiné normalement.

- **0** (défaut) : mesure **classique**, la valeur absolue de la sortie recombinée, $|O|$. Avec **Bias +inverse** à 1, c'est $|s - s'| / 2$: la hauteur, identique sur les deux chemins, ne s'y voit pas.
- **1** : mesure « **atome** » : la valeur absolue de **chaque** chemin, puis leur moyenne, $(|s| + |s'|) / 2$ avec **Bias +inverse** à 1. Si une hauteur de sortie décale les deux chemins, cette mesure la « voit » : elle ne descend jamais sous la hauteur.
- **Entre les deux** : le mélange est fait **avant** la valeur absolue. Avec des chemins symétriques, la valeur 0,5 donne un redressement simple alternance : la mesure suit les alternances positives de la sortie et vaut 0 pendant les négatives.

Sans chemin inverse (**Bias +inverse** à 0), les mesures classique et atome sont identiques ; seules les valeurs intermédiaires diffèrent.

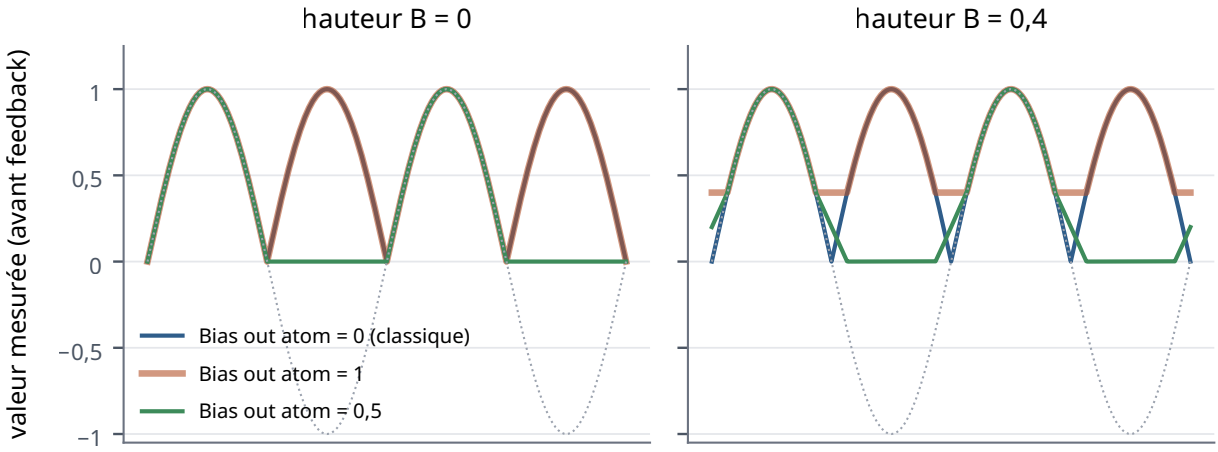


Figure 111 — Les trois mesures de la sortie pour un sinus d'amplitude 1, Bias +inverse à 1. À gauche, sans hauteur : classique et atome coïncident, la valeur 0,5 redresse en simple alternance. À droite, avec une hauteur de sortie de 0,4 en position « out » : la mesure classique l'ignore, la mesure atome ne descend pas en dessous.

Le mot de l'auteur

Il y a deux façons de réunir les deux chemins pour mesurer la sortie : « machin moins machin », comme pour l'audio, ou bien la valeur absolue de chaque chemin, puis leur moyenne. François a appelé cette seconde façon « atome », pour son côté atomique, et lui trouve des effets très sympathiques.

Bias out bs->ub

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_sortie_pp`

Choisit, pour la source « out », si la sortie est mesurée **biaisée** (bs) ou **débiaisée** (ub).

- **0** (défaut, « bs ») : la sortie est mesurée telle qu'elle sort des deux chemins, avec ses hauteurs de sortie et le facteur **Bias Fm On**.
- **1** (« ub ») : la sortie est mesurée après avoir retiré les hauteurs de sortie et divisé par **Bias Fm On**, sur chaque chemin, avant de les réunir (le même « débiasage » que la fusion, chapitre 21).
- **Entre les deux** : mélange linéaire des deux mesures.

Avec **Bias +inverse** à 1 et la mesure classique, la hauteur s'annule de toute façon dans la différence des deux chemins : les deux mesures ne diffèrent que par le facteur **Bias Fm On**, et sont **identiques si Bias Fm On vaut 1**. Elles diffèrent vraiment lorsque **Bias +inverse** est inférieur à 1, lorsque **Bias Fm On** est différent de 1, ou avec la mesure atome, qui voit la hauteur.

Ce réglage est indépendant de **Bias <> bs->ub** (onglet **BIAS dst**), qui choisit la même chose pour le signal audio.

Le mot de l'auteur

François remarque que le débiasage de la source « fait parfois la même chose et parfois non ». Le paragraphe précédent en donne la raison : avec le chemin inverse complet, une mesure classique et **Bias Fm On** à 1, les deux mesures sont identiques ; dans tous les autres cas, elles diffèrent.

Bias out unlink

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_rupture`

Liaison stéréo de la source « out ».

- **1** (défaut) : chaque canal a son propre bias, mesuré sur sa propre sortie (fonctionnement « double mono »).
- **0** : tous les canaux reçoivent le même bias, la moyenne des mesures des canaux.
- **Entre les deux** : mélange linéaire des deux.

Ce réglage ne concerne que la source « out » : la source « g.e » suit **Channels Unlink**. Il est sans effet sur un signal mono. Comme la conversion Mid/Side de l'onglet MAIN est faite avant le compresseur, avec **L/R to M/S** actif les « canaux » sont le Mid et le Side.

> **♪ En musique : écouter la sortie ou le travail du compresseur**
>
> Avec la sortie pour source (le réglage par défaut), la polarisation suit ce que vous entendez : une fois lissée par son détecteur, elle monte avec les passages denses et retombe dans les respirations, comme sur un vari-mu. Avec la réduction de gain pour source, elle ne bouge que lorsque le compresseur travaille : la couleur du bias arrive avec la compression, comme la saturation dynamique du waveshaper. Entre l'enveloppe, douce, et le gain statique, rugueux, **Bias g.e g->e** règle le grain.
>
> **klang_mjuc_mk1**, imitation d'un modèle de compresseur logiciel inspiré des premiers vari-mu des années 1950, choisit la réduction de gain lissée (**Bias g.e->out** à 0, **Bias g.e g->e** à 1), atténuée par **Bias Feedback** à 0,3162, avec **Bias input add** à 1 et **Bias Fm In** à 0,25. À l'opposé, **acqua_ash-ultra**, imitation d'un écrêteur, prend la réduction de gain sans lissage (**Bias g.e->out** à 0, **Bias g.e g->e** laissé à 0) : le bias le plus rugueux. Les autres presets qui activent le bias gardent la sortie pour source.

Le Feedback

Bias Feedback

onglet BIAS src

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_feedback`

Met à l'échelle la valeur de la source, avant le détecteur du bias. Le nom rappelle que cette valeur est réinjectée dans le traitement à l'échantillon suivant.

- **1** (défaut) : la source passe telle quelle.
- **Entre 0 et 1** : elle est atténuée.
- **Au-delà de 1** : elle est amplifiée, puis plafonnée à 1. À 4, par exemple, toute source supérieure à 0,25 donne un bias maximal.
- **0** : le bias est nul. Le module reste pourtant actif (chemin inverse, **Bias Fm In**, **Bias Fm On**…).
- **Négatif** : le sens est **inversé**. La valeur devient 1 − |Feedback| × source, puis est bornée entre 0 et 1. À −1, une réduction de gain devient un gain, un niveau de sortie devient « 1 moins le niveau » : le bias est maximal dans le silence et diminue quand le signal monte. Des valeurs plus négatives que −1 accentuent cette inversion : à −2, le bias tombe à 0 dès que la source atteint 0,5.

Dans tous les cas, le résultat est borné entre 0 et 1 avant d'entrer dans le détecteur du bias.

Le potentiomètre va de −42 à +42, avec une course très resserrée autour de 0 : pour des valeurs précises, saisissez-les au clavier.

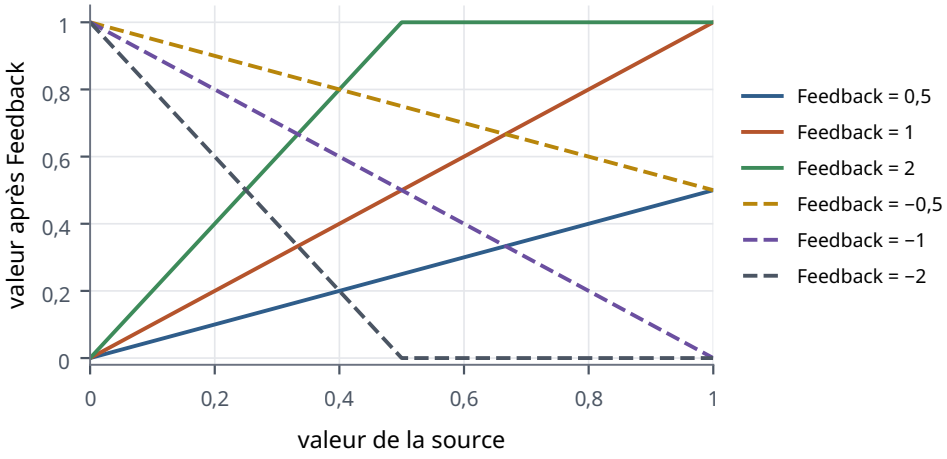


Figure 112 — Effet du Feedback sur la valeur de la source. En traits pleins, les valeurs positives : atténuation ou amplification, puis plafonnement à 1. En pointillés, les valeurs négatives : le sens est inversé.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Avec une valeur négative, on obtient une inversion du bias, et l'on peut ensuite amplifier cette inversion en allant plus loin dans les négatifs.

Le détecteur du bias : DET (bs), ENV (bs), A/R (bs)

Après le Feedback, la valeur du bias passe par un détecteur qui lui est propre. C'est le même mécanisme que la détection du compresseur (chapitre 13), avec ses trois mesures (peak, RMS, enveloppe de détection), leurs gains, leurs puissances, la formule et le mélange **Det Mix**, et la même enveloppe de détection, réglée par les onglets **ENV (bs)** et **A/R (bs)** au lieu de **ENV (in)** et **A/R (in)**.

Les différences avec la détection du compresseur sont les suivantes :

- **l'entrée** est la valeur du bias elle-même, déjà comprise entre 0 et 1 et positive, canal par canal. Il n'y a pas de version liée : chaque canal a son détecteur ;
- **la sortie** est le résultat du mélange **Det Mix**, rien de plus : pas de courbe de transfert, pas de suiveur d'enveloppe après la courbe, pas d'opto. Elle passe ensuite par la courbe du bias (seuil, ratio, genou) décrite plus loin ;
- **les gains en dB** peuvent porter la valeur au-delà de 1, et rien ne la ramène ensuite à 1 (sauf la courbe du bias) : un **peak db** de +6 dB double le bias ;
- **auto secs** ne règle que les temps automatiques de **A/R (bs)**.

Avec les réglages par défaut (peak à 0 dB, RMS et enveloppe exclus, **Det Mix** sur *max*), ce détecteur est **transparent** : il laisse passer la valeur du bias telle quelle. Elle suit alors la source échantillon par échantillon ; avec la source « out », elle suit la forme d'onde de la sortie. Pour obtenir un bias lent et presque constant, comme dans la démonstration du chapitre 19, il faut lisser dans ce détecteur, avec le RMS ou l'enveloppe.



Figure 113 — L'onglet DET (bs).

> **Le mot de l'auteur**
>
> Pour lisser le bias, François met du RMS dans le détecteur du **bias**, pas dans le détecteur principal : c'est ce qui transforme la valeur du bias, qui suivait la forme d'onde, en une ligne presque plate.

Les réglages de DET (bs)

Chacun de ces réglages fonctionne exactement comme son équivalent de l'onglet **DET (in)**, décrit au chapitre 13. Les fiches ci-dessous ne rappellent que l'essentiel et ce qui change pour le bias.

auto secs

onglet DET (bs)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0,2 s **Identifiant :** `bias_rms`

Constante de temps de la mesure du **facteur de crête** qui sert aux réglages **Attack Auto** et **Release Auto** de l'onglet **A/R (bs)**, et à eux seuls (chapitres 12 et 13). La mesure est faite sur la valeur du bias à l'entrée du détecteur.

Ce réglage n'a aucun effet sur la détection elle-même, ni lorsque les deux réglages Auto de **A/R (bs)** sont à 0, ni lorsque l'enveloppe de détection du bias est inactive.

rms secs

onglet DET (bs)

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `bias_det`

Constante de temps de la mesure **RMS** du bias : une moyenne quadratique exponentielle, avec la même constante de temps à la montée et à la descente (chapitre 13).

- **0** (défaut) : pas de RMS ; la mesure « rms » est une simple copie du peak.
- **Quelques dizaines de millisecondes** : le bias ne suit plus la forme d'onde mais le niveau moyen ; sur un son tenu, il devient presque constant. C'est le réglage à utiliser pour retrouver le comportement d'un vari-mu.
- **Plus long** : le bias réagit lentement aux changements de niveau, à la manière d'une polarisation qui se charge et se décharge.

La mesure RMS ne compte que si **rms db** est supérieur à −24 dB (0 dB, par exemple).

flow

onglet DET (bs)

Choix : (vide) · rms=>env · env=>rms **Défaut :** (vide) **Identifiant :** `bias_pik_nik`

Ordre d'enchaînement des mesures (chapitre 13) : *vide* (défaut), les mesures sont indépendantes ; *rms=>env*, l'enveloppe de détection suit le RMS au lieu du peak ; *env=>rms*, le RMS est calculé sur la sortie de l'enveloppe.

peak db

onglet DET (bs)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `bias_pik_mix`

Gain de la mesure **peak** du bias. À **0 dB** (défaut), le bias passe tel quel ; à **−24 dB**, la mesure est exclue du mélange.

Au-dessus de 0 dB, le bias est amplifié et peut dépasser 1 : la hauteur obtenue sera plus grande que le montant réglé. En dessous, il est atténué, ce qui revient à réduire tous les montants du bias en même temps.

rms db

onglet DET (bs)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** −24 dB **Identifiant :** `bias_det_mix`

Gain de la mesure **RMS** du bias. Il vaut **−24 dB** par défaut : la mesure est alors exclue. Montez-le (à 0 dB par exemple) pour utiliser le RMS. Contrairement à **env db**, la valeur −24 n'empêche pas le calcul du RMS, qui peut encore alimenter l'enveloppe (réglage **flow**).

env db

onglet DET (bs)

Plage : −24 à 24 dB **Défaut :** −24 dB **Identifiant :** `bias_var_mix`

Gain de la mesure **enveloppe** du bias. À **−24 dB** (défaut), l'enveloppe de détection du bias n'est même pas calculée, et les onglets **ENV (bs)** et **A/R (bs)** sont sans effet. Au-dessus de −24 dB, elle est calculée dès que l'attaque ou le relâchement de **A/R (bs)** est supérieur à 0 ; comme ils valent 10 ms par défaut, monter **env db** suffit à l'activer.

L'enveloppe de détection plafonne à 1, contrairement aux mesures peak et RMS.

peak pow

onglet DET (bs)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_pik_pow`

Puissance appliquée à la mesure peak du bias, après son gain. Comme la valeur du bias est en général inférieure à 1, une puissance **inférieure à 1** rapproche les petites valeurs de 1 (le bias devient présent même quand la source est faible) ; une puissance **supérieure à 1** les écrase (le bias n'apparaît que lorsque la source est forte). La valeur 1 est neutre, et une valeur de bias égale à 1 n'est pas modifiée.

rms pow

onglet DET (bs)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_det_pow`

Puissance appliquée à la mesure RMS du bias, après son gain. Même effet que **peak pow**.

env pow

onglet DET (bs)

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_var_pow`

Puissance appliquée à la mesure enveloppe du bias, après son gain. Même effet que **peak pow**.

destination

onglet DET (bs)

Choix : peak · rms · env **Défaut :** peak **Identifiant :** `bias_op_dst`

Mesure **destination** de la formule : celle qui est remplacée par le résultat (chapitre 13).

formula

onglet DET (bs)

Choix : d-=s*p · d*=s*p · d=(d*p)/s · d+=s*p · d=1-d^(s*p) · d=d^(s*p) · d=s<p?s:0 · d=s>p?s:O · d+=p · d-=p · d=max(s,p) · d=min(s,p) · d=ssp+d(1-s)(1-p) · d=min(s,p)s+(1-m)d · d=max(s,p)s+(1-m)d · d=1-sp **Défaut :** d-=s*p **Identifiant :** `bias_op_sig`

Formule combinant la destination d, la source s et le paramètre p (chapitre 13, où les seize formules sont détaillées). Le menu de l'onglet affiche les mêmes libellés que celui de **DET (in)** (par exemple « d-=sp ») ; les noms visibles dans l'automation de votre logiciel hôte s'écrivent « d-=s*p ». Ce sont exactement les mêmes calculs.

Le résultat est borné à 0 vers le bas, mais pas vers le haut : certaines formules (« d+=p », par exemple) peuvent porter le bias au-delà de 1.

source

onglet DET (bs)

Choix : peak · rms · env **Défaut :** peak **Identifiant :** `bias_op_src`

Mesure **source** de la formule (chapitre 13).

parameter

onglet DET (bs)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_op_par`

Paramètre p de la formule. À **0** (défaut), aucune formule n'est appliquée, quel que soit le menu **formula** (chapitre 13).

Det Mix

onglet DET (bs)

Choix : max · avg · min · peak · rms · env **Défaut :** max **Identifiant :** `bias_mmm`

Mélange final des mesures (chapitre 13) : *max* (défaut), *avg*, *min*, ou une seule mesure (*peak*, *rms*, *env*). Seules les mesures dont le gain est supérieur à −24 dB participent à *max*, *avg* et *min*.

Pour le bias, deux cas méritent attention :

- avec *min*, le bias est plafonné à 1 ; et si toutes les mesures sont exclues, il vaut 1 en permanence : constant et maximal ;
- avec *max* ou *avg*, si toutes les mesures sont exclues, le bias est nul.

Choisir *rms* (avec **rms db** au-dessus de −24 dB) est la façon la plus directe d'obtenir un bias lissé.

ENV (bs) et A/R (bs)

Les onglets **ENV (bs)** et **A/R (bs)** règlent l'enveloppe de détection du bias, c'est-à-dire la troisième mesure de **DET (bs)**. Ils ont exactement les mêmes réglages que les autres onglets ENV et A/R, décrits aux chapitres 11 et 12, et ne sont actifs que si **env db** (onglet **DET (bs)**) est supérieur à −24 dB et que l'attaque ou le relâchement de **A/R (bs)** est supérieur à 0.



Figure 114 — L'onglet ENV (bs).



Figure 115 — L'onglet A/R (bs).

Réglage	Identifiant (bs)	Réglage de référence	Chapitre
EvMu Lin/Db	`bias_db`	EvMu Lin/Db (`db`)	11
EvMu Br/Cp	`bias_indirect`	EvMu Br/Cp (`indirect`)	11
Hold branch	`bias_pause`	Hold branch (`pause`)	11
Env->Mu	`bias_mu`	Env->Mu (`mu`)	11
Mu Min Att, Mu Max Att, Mu Pow Att	`bias_mu_min_a` , `bias_mu_max_a` , `bias_mu_a`	`mu_min_a` , `mu_max_a` , `mu_a`	11
Mu Min Rel, Mu Max Rel, Mu Pow Rel	`bias_mu_min` , `bias_mu_max` , `bias_mu_r`	`mu_min` , `mu_max` , `mu_r`	11
Mu Speed	`bias_mu_sqrt`	Mu Speed (`mu_sqrt`)	11
Env/Mu->Gamma	`bias_gamma`	Env/Mu->Gamma (`gamma`)	11
Gamma A delai, Gamma R delai	`bias_gamma_attaque_delai` , `bias_gamma_relachement_delai`	`gamma_attaque_delai` , `gamma_relachement_delai`	11
Attack, Release	`bias_attaque` , `bias_relachement`	potentiomètres Attack et Release de la rangée principale (`attaque` , `relachement`)	12
Attack Auto, Release Auto	`bias_auto_attaque` , `bias_auto_relachement`	`auto_attaque` , `auto_relachement`	12
Attack Altitude, Release Altitude	`bias_altitude_attaque` , `bias_altitude_relachement`	`altitude_attaque` , `altitude_relachement`	12
Attack Shape, Release Shape	`bias_attaque_forme` , `bias_relachement_forme`	`attaque_forme` , `relachement_forme`	12

Réglage	Identifiant (bs)	Réglage de référence	Chapitre
Att Ret From, Att Ret Spd	`bias_attaque_retour_depart`, `bias_attaque_retour_vitesse`	`attaque_retour_depart`, `attaque_retour_vitesse`	12
Rel Ret From, Rel Ret Spd	`bias_relachement_retour_depart`, `bias_relachement_retour_vitesse`	`relachement_retour_depart`, `relachement_retour_vitesse`	12
Attack Mode, Release Mode	`bias_attaque_douceur`, `bias_relachement_douceur`	`attaque_douceur`, `relachement_douceur`	12

Ce qu'il faut savoir en plus pour le bias :

- **Le sens de l'attaque et du relâchement.** Comme l'enveloppe de détection du compresseur, celle du bias travaille sur « 1 moins la valeur » : **Attack** règle la vitesse à laquelle le bias **monte**, **Release** celle à laquelle il **redescend**. Leurs valeurs par défaut sont de 10 ms.
- **Les temps automatiques** utilisent le facteur de crête mesuré avec **auto secs** de l'onglet **DET (bs)**.
- **Le sens de Mu Min et Mu Max** est celui des onglets (in) et (la), opposé à celui de **ENV (cv)** : la vitesse « Max » s'applique quand le bias est nul, la vitesse « Min » quand il est maximal (chapitre 11).
- **Le mode décibels** (**EvMu Lin/Db**) lisse le logarithme de « 1 moins la valeur du bias », comme pour **ENV (in)** : sa précision porte sur les valeurs de bias proches de 1.
- **Sur le graphe des formes d'attaque et de relâchement** (chapitre 12), la courbe de **A/R (bs)** est orange.

> **Façonner la tension de commande**
>
> Sur les compresseurs à lampes, la vitesse de la polarisation est une affaire de composants. Le Gates Sta-Level (1956) redresse un échantillon de sa sortie avec une double diode, puis envoie cette tension continue aux grilles de sa lampe 6386 à travers un réseau de résistances et de condensateurs. Le Fairchild 670 offre six positions **Time Constant** : la première associe 0,2 ms d'attaque et 0,3 s de relâchement, et les dernières rendent le relâchement dépendant du programme, jusqu'à 25 s pour un niveau constamment élevé en position 6. Plus près de nous, le SPL Iron fait du bias un réglage à part entière : trois tensions de polarisation au choix (plus de bias, plus de réduction de gain) et six redresseurs diode-condensateur, au germanium, au silicium ou à LED, qui fixent la forme et la vitesse de la commande, de 0,1 ms à 5 s. Dans Comprendre, les onglets DET (bs), ENV (bs) et A/R (bs) tiennent ce rôle : ils décident de la vitesse et de la forme avec lesquelles la polarisation suit la musique.

♪ En musique : la vitesse de la polarisation

Le détecteur du bias règle la vitesse à laquelle la « polarisation » réagit, et l'oreille fait vite la différence. Lissée en RMS sur quelques dizaines de millisecondes, elle devient presque constante sur un son tenu : la saturation est régulière. Laissée en crête, elle suit chaque alternance, avec l'effet « ultra violent » dont parle François. Entre les deux, l'enveloppe de détection et ses temps d'attaque et de relâchement permettent de doser, et de donner à la polarisation l'inertie d'un condensateur qui se charge et se décharge.

Les imitations d'émulations du Fairchild 670 jouent sur ce point. **overloud_670** fait passer la détection du bias par l'enveloppe (**peak db** à −24, **env db** à 0, **env pow** à 0,5) et règle son attaque et son relâchement (onglet **A/R (bs)**) à 0,2 ms et 0,3 s, les valeurs de la première position du sélecteur Time Constant ; il y ajoute le suiveur Mu, dont la vitesse varie avec le niveau (**Env->Mu** à 1, **Mu Min Rel** à 421, **Mu Max Rel** à 0,6226, **Mu Pow Rel** à 1,704 dans l'onglet ENV (bs)). **tr_670** choisit une polarisation plus lente (attaque de 20 ms, relâchement de 1 s) ; **acustica_ultramarine4**, un relâchement de 2 s en mode automatique (**Release Auto** à 1, **Release Mode** à 2), avec **env pow** à 4.

La courbe du bias

Après son détecteur, la valeur du bias peut encore passer par une petite courbe de compression statique, sans attaque ni relâchement. Elle est calculée en linéaire, en décibels, ou par un mélange des deux, selon le réglage **Cv Lin/Db** de la rangée principale, comme la courbe de transfert du compresseur (chapitre 10).

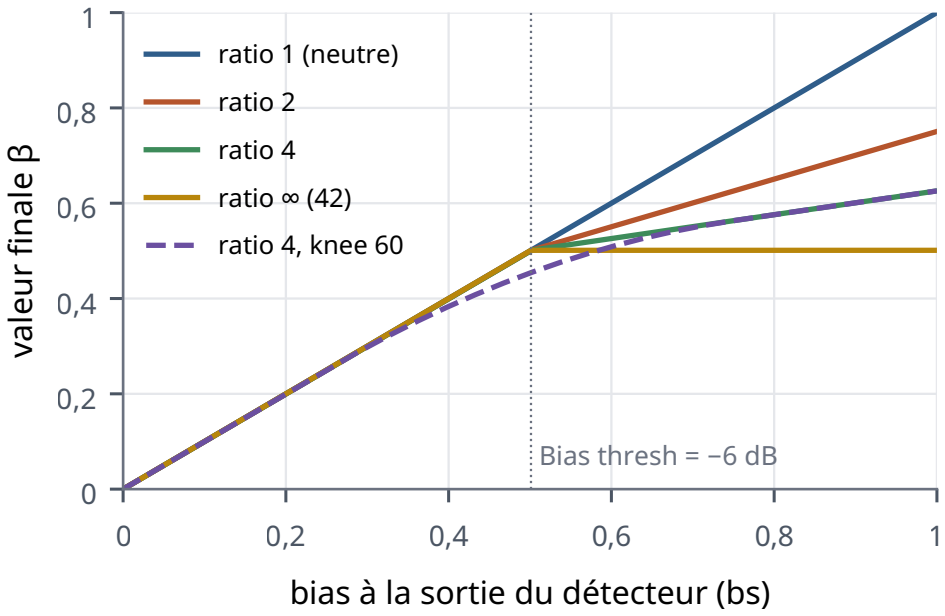


Figure 116 — Courbe du bias en mode linéaire, avec un seuil de −6 dB : elle limite la valeur du bias au-dessus du seuil, plus ou moins fortement selon le ratio, avec un coude progressif si le genou est différent de 0.

Bias thresh

onglet BIAS src

Plage : −60 à 0 dB **Défaut :** 0 dB **Identifiant :** `bias_seuil`

Seuil de la courbe du bias, exprimé en dB par rapport à une valeur de bias de 1 (0 dB). À −6 dB, la courbe commence à agir à partir d'une valeur de 0,5 ; à −20 dB, à partir de 0,1.

Avec le seuil par défaut (0 dB), la courbe n'agit que si le détecteur du bias a porté la valeur au-delà de 1 (gains de **DET (bs)** positifs), ou, avec un genou, sur la partie du coude située en dessous de 1. Pour qu'elle agisse sur un bias ordinaire, il faut donc baisser le seuil.

Bias ratio

onglet BIAS src

Plage : 1 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_ratio`

Ratio de la courbe du bias. Au-dessus du seuil, l'excédent de la valeur du bias est divisé par le ratio.

- **1** (défaut) : la courbe n'est pas calculée, quels que soient le seuil et le genou.
- **De 1 à 42** : compression de la valeur du bias. À 2, en mode linéaire, une valeur qui dépasse le seuil de 0,4 ne le dépasse plus que de 0,2.
- **42** : ratio infini ; la valeur du bias est plafonnée au seuil.

C'est un moyen de borner le bias : la hauteur reste proportionnelle à la source tant qu'elle est faible, puis plafonne.

Bias knee

onglet BIAS src

Plage : 0 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_genou`

Largeur du genou de la courbe du bias. En mode linéaire, elle est comptée en valeur de bias : la valeur affichée divisée par 120 (60 donne un coude large de 0,5, centré sur le seuil). En mode décibels, elle est comptée en dB. À 0 (défaut), le coude est franc.

À confirmer par François

En mode linéaire (**Cv Lin/Db** inférieur à 1), avec un ratio différent de 1, lorsque la valeur du bias vaut exactement 0 et que le coude descend jusqu'à 0 (par exemple un genou supérieur à 120 avec un seuil de −6 dB), le code divise par 0. La valeur du bias devient indéfinie et peut se propager à la détection et au son. Une valeur nulle est fréquente (silence, source « g.e » sans compression). Faut-il une protection ?

L’entrée du détecteur : Bias input add, mul et Fm In

Les quatre derniers réglages de l’onglet **BIAS src** décrivent ce que la valeur du bias fait au **signal de détection**, au début de l’échantillon suivant. Ils n’agissent pas sur l’audio directement, mais sur ce que mesurent les compresseurs normal et inverse ; ils agissent donc aussi sur la référence s_pre.



Figure 117 — Les réglages de l'entrée du détecteur, dans l'onglet BIAS src.

Les opérations sont faites dans cet ordre, sur chaque chemin :

1. multiplication par le bias (**Bias input mul**, dosée par **Bias mul %**) ;
2. multiplication par **Bias Fm In** ;
3. ajout de la hauteur d’entrée, β × **Bias input add**, la **même** sur les deux chemins ;
4. valeur absolue, puis détection, courbe et enveloppe de chaque compresseur.

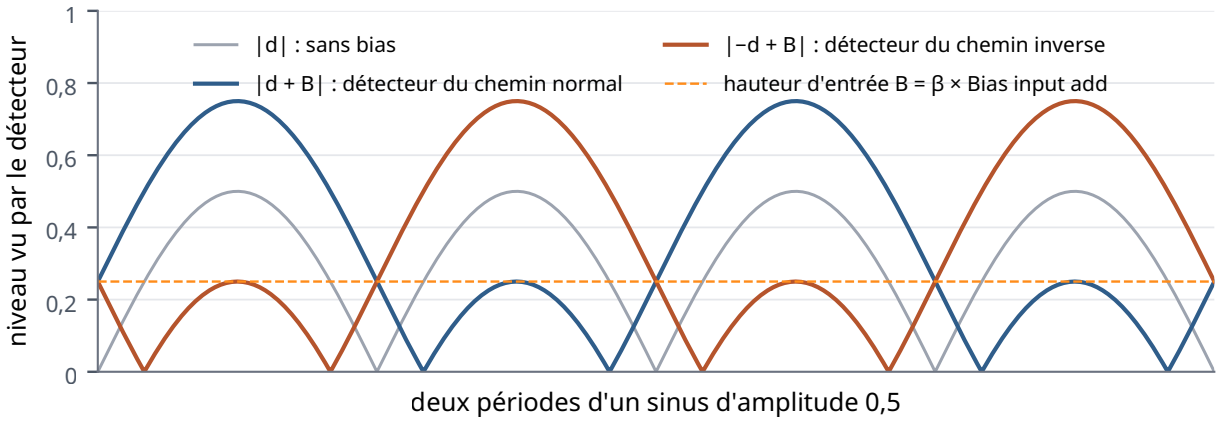


Figure 118 — Ce que voient les deux détecteurs pour un sinus d'amplitude 0,5, avec une hauteur d'entrée constante de 0,25. Le détecteur du chemin normal voit les alternances positives grandies et les négatives réduites ; celui du chemin inverse, l'inverse.

Bias input add

onglet BIAS src

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_input`

Montant de la **hauteur d'entrée** : la valeur du bias, multipliée par ce réglage, est ajoutée au signal de détection des deux chemins. C'est l'un des cinq montants qui activent le bias.

- **0** (défaut) : pas de hauteur d'entrée.
- **Positif** : le détecteur du chemin normal voit $|d + B|$ et celui du chemin inverse $|-d + B|$. Sur une alternance positive, le chemin normal mesure plus et compresse plus que le chemin inverse ; sur une alternance négative, c'est l'inverse. Les deux compresseurs ne donnent plus le même gain : c'est la source de la saturation « dans le détecteur » (chapitre 19).
- **Négatif** : les rôles des deux chemins sont échangés.

La hauteur s'exprime en amplitude linéaire, comme le signal (1 correspond à 0 dBFS). Avec la source « out », β suit à peu près le niveau de la sortie : un montant de 1 ajoute une hauteur de l'ordre du niveau de sortie.

Tant que la hauteur reste nettement inférieure au niveau du signal de détection, elle module la compression. Si elle le dépasse largement, les deux détecteurs voient surtout la hauteur : la compression est alors pilotée par le bias lui-même, et le signal n'y joue presque plus de rôle.

Ce réglage multiplie aussi l'affichage du bias dans les graphes (voir plus loin).

> **Le mot de l'auteur**
>
> La hauteur d'entrée doit être assez forte pour influencer la détection, mais pas au point de prendre sa place. Si l'on ajoute trop de bias, le résultat est le bias lui-même.

Bias Fm In

onglet BIAS src

Plage : 0,000001 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_fm_in`

Multiplie le signal de détection des deux chemins **avant** l'ajout de la hauteur d'entrée. C'est donc un gain du signal **par rapport** à la hauteur :

- **1** (défaut) : neutre ;
- **petit** (jusqu'à 0,000001) : le signal disparaît presque de la détection, qui ne voit plus que la hauteur ;
- **grand** (jusqu'à 8) : le signal domine la hauteur.

Ce réglage agit dès que le bias est actif, même si **Bias input add** vaut 0 (par exemple quand seule une hauteur de sortie est réglée). Il est alors un simple gain sur la détection, qui revient à déplacer le seuil : à 2, le compresseur réagit comme si le signal était 6 dB plus fort. Comme la détection détermine aussi la référence s_pre, ce changement s'entend même avec **bias amp** à 0.

À confirmer par François

Bias Fm In modifie la détection dès que l'un des cinq montants est actif, y compris lorsque seule une hauteur de sortie (**Bias x base**, **x gr**, **x env**) est utilisée. Un réglage de l'onglet BIAS src change alors la compression sans rapport avec la hauteur d'entrée. Est-ce voulu ?

Bias input mul

onglet BIAS src

Plage : −168 à 168 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_input_ssl`

Montant de la **multiplication** du signal de détection par le bias, sur les deux chemins. C'est l'un des cinq montants qui activent le bias.

Lorsqu'il est **positif** et que **Bias mul %** est supérieur à 0, le signal de détection d devient d × (1 − m) + d × β × k × m, où k est ce réglage et m **Bias mul %**. À **Bias mul %** = 1, la détection est simplement d × β × k : avec la source « out », le compresseur mesure le produit du signal par le niveau de sa propre sortie.

Quelques conséquences :

- quand le bias est nul (au démarrage, dans le silence, ou avec la source « g.e » tant qu'il n'y a pas de réduction de gain), la détection est nulle et le compresseur ne compresse pas. Avec **Bias mul %** à 1 et la source « g.e », le compresseur ne démarre donc jamais : sans compression, le bias est nul, et sans bias, la détection est nulle. Un **Bias mul %** inférieur à 1, ou un **Bias Feedback** négatif, débloque la situation ;
- la multiplication est la même sur d et sur −d : elle ne crée pas de différence entre les chemins normal et inverse. Utilisée seule, elle ne produit pas de produit de saturation ; elle change la compression elle-même ;
- elle est appliquée avant **Bias Fm In** et avant la hauteur d'entrée.

Les valeurs **négatives** activent le bias, mais n'appliquent aucune multiplication.

Le mot de l'auteur

François a ajouté cette option en étudiant le schéma des compresseurs SSL : selon lui, leur « feedback » n'en est pas vraiment un, car on ne fait pas de copie du signal, on prend la sortie et on multiplie. Pour s'approcher d'un compresseur SSL, il conseille de laisser **Bias input add** à 0 et d'utiliser **Bias input mul**. Le résultat a un caractère très particulier.

À confirmer par François

Bias input mul va de −168 à +168, mais seules les valeurs positives multiplient la détection : une valeur négative active le bias (chemin inverse compris) sans autre effet. Est-ce voulu, ou faudrait-il utiliser la valeur absolue ?

Bias mul %

onglet BIAS src

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_ssl`

Dosage de la multiplication par **Bias input mul** : mélange entre la détection non multipliée (à 0) et la détection multipliée (à 1, défaut). À 0, la multiplication est désactivée, mais un **Bias input mul** non nul continue d'activer le bias.

Le compresseur de bus SSL, entre feedforward et feedback

Le compresseur de bus des consoles SSL, présent selon le fabricant dès la 4000 B de 1976 et associé surtout à la série G de 1987, a une topologie hybride. SSL la décrit ainsi : le side-chain a en soi une topologie feedback, mais le signal qui l'alimente est prélevé en position feedforward. La publication de Giannoulis, Massberg et Reiss, que François cite volontiers, décrit un VCA « esclave » placé dans le side-chain, qui reproduit l'action du VCA principal. Le détecteur n'écoute donc pas la sortie elle-même, mais l'entrée passée dans une copie de l'élément de gain. C'est ce que François a remarqué en étudiant le schéma, et c'est l'idée que transpose **Bias input mul** : la détection est multipliée par une valeur tirée de la sortie, au lieu d'être remplacée par elle. Le chapitre 2 revient sur la « colle » de ce compresseur.

♪ En musique : la compression façon SSL

Sur un bus de batterie ou un mix, la multiplication donne une compression au caractère très particulier ; dans sa démonstration en français, François dit qu'avec elle, « ça part dans un autre délire ». Partez de la recette de la fiche : **Bias input add** à 0, **Bias input mul** positif, source « out », puis comparez **Bias mul %** à 0 et à 1. La différence porte sur le mouvement de la compression, sur la façon dont elle saisit les attaques et relâche, plutôt que sur une saturation ajoutée.

Sept presets utilisent ce réglage, avec des dosages très différents : **cytomic_glue** (**Bias input mul** à 8), **ssl_1_f** (6,5), **ssl_2_b_** (30,52), **ssl_2_b** (38,57) et **ssl_1_b** (75), tous imitations de compresseurs de bus de type SSL ; tous sauf **ssl_2_b** coupent aussi le chemin inverse (**Bias +inverse** à 0), ce qui allège le calcul. **ao_buster**, autre imitation de compresseur de bus, mélange les deux détections (**Bias input mul** à 13,25, **Bias mul %** à 0,308, **Bias Fm In** à 1,16). Le réglage sert aussi hors de cette famille : **kiive_kc1**, de la famille optique, règle **Bias input mul** à 4,25.

Monitor Input et le bias

Le moniteur **Monitor Input** (onglet INPUT, chapitre 14) fait entendre le signal de détection. Lorsque le bias est actif, Comprendre retire la hauteur d'entrée et divise par **Bias Fm In** avant de l'envoyer au moniteur, pour faire entendre la détection sans le bias.

À confirmer par François

Pour **Monitor Input**, la hauteur retirée est celle du dernier canal, appliquée à tous les canaux, et la multiplication par **Bias input mul** n'est pas annulée. En stéréo, avec un bias par canal (**Bias out unlink** à 1), le moniteur ne fait donc pas entendre exactement la détection sans bias. Est-ce acceptable ?

Voir le bias dans les graphes

Lorsque le bias est actif, l'historique (chapitre 4) affiche des courbes **orange** :

- en orange semi-transparent, les trois mesures du détecteur du bias (peak, RMS, enveloppe), après leurs gains et puissances ;
- en orange opaque, la valeur finale du bias.

Sur le graphe de la courbe de transfert, des **points orange** placent le niveau d'entrée en abscisse et la valeur du bias en ordonnée.

Toutes ces courbes montrent la valeur du bias **multipliée par |Bias input add|**, moyennée sur les canaux : elles représentent la hauteur d'entrée, sur la même échelle que la détection. Conséquence pratique : **si Bias input add vaut 0, elles restent à zéro**, même si le bias est utilisé par **Bias input mul** ou par une hauteur de sortie.

Le réglage **Gfx Detects Bias** de l'onglet GRAPHS (chapitre 4) choisit les courbes du bias affichées, avec la même logique que **Gfx Detects** pour la détection : −2 les masque toutes (points orange compris), −1 ne garde que la valeur finale, 0 (défaut) affiche tout ; 1 (les trois mesures et la valeur finale) et 2 (la valeur finale seule) sont des modes **exclusifs**, qui masquent l'entrée, la sortie, le gain et les autres courbes. Les courbes de détection du compresseur, elles, restent réglées par **Gfx Detects**. Pour comparer la hauteur d'entrée à la détection, réglez par exemple **Gfx Detects** et **Gfx Detects Bias** sur 2 : il ne reste que la détection finale, en rouge, et le bias final, en orange.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François donne une règle visuelle : la courbe orange ne doit pas être plus forte que la courbe rouge, sinon l'effet perd son intérêt. Il faut qu'elle reste en dessous, et la différence s'entend.

> **À confirmer par François**
>
> Dans la règle « la courbe orange ne doit pas être plus forte que la rouge », s'agit-il bien de la hauteur d'entrée (valeur finale du bias, en orange) comparée à la détection finale (en rouge) ? Et faudrait-il que le graphe montre aussi le bias lorsqu'il n'est utilisé qu'en destination (**Bias input add** à 0), où il reste aujourd'hui à zéro ?

> **♪ En musique : doser la hauteur d'entrée**
>
> Pour doser la hauteur d'entrée, servez-vous à la fois du graphe et de l'oreille. Réglez **Gfx Detects** et **Gfx Detects Bias** sur 2, montez **Bias input add** jusqu'à ce que la courbe orange approche la rouge en restant en dessous, puis écoutez avec **Mon bias sat** (onglet BIAS dst), en montant le volume d'écoute si l'effet est subtil. Trop peu, et l'effet reste imperceptible ; trop, et c'est lui qui pilote la compression à la place de la musique.
>
> Les valeurs des presets varient beaucoup, parce que la hauteur dépend aussi de tout ce qui façonne la valeur du bias (Feedback, gains et puissances du détecteur) : **Bias input add** vaut 0,9023 dans **softube_cl1b**, 1 dans **pulsar_mu** et **softube_germanium**, 2,534 dans **tr_670**, 7,63 dans **rockruepel_comptwo_drums**, 25 dans **overloud_670** et 42 dans **acustica_ultramarine4**. Ne recopiez donc pas un chiffre d'un preset à l'autre : regardez les courbes.

Exemples de sources

Les combinaisons de la source sont résumées dans un tableau au chapitre 21. Voici quelques points de départ.

Un vari-mu à rétroaction. Source « out » (**Bias g.e->out** à 1), mesure classique, **Bias input add** positif, RMS dans **DET (bs)**. C'est la configuration du chapitre 19 : la sortie, lissée, décale la détection ; avec des temps de compresseur courts, la saturation apparaît dans la forme d'onde.

Une compression façon SSL. Bias input add à 0, **Bias input mul** positif, **Bias mul %** à 1, source « out ». La détection devient le produit du signal par le niveau de la sortie. Dosez ensuite **Bias mul %** pour mélanger cette détection avec la détection ordinaire.

Un bias qui suit la compression. Source « g.e » (**Bias g.e->out** à 0), enveloppe (**Bias g.e g->e** à 1). La valeur du bias est la réduction de gain : nulle sans compression, d'autant plus grande que le compresseur travaille. Associée à une hauteur de sortie (chapitre 21), elle donne une saturation qui n'apparaît que lorsque le compresseur réduit le gain.

Un bias inversé. Même configuration, avec **Bias Feedback** à −1 : la valeur du bias vaut alors le gain lui-même, maximale sans compression et diminuant quand le compresseur travaille. Avec la source « out », −1 rend le bias maximal dans les passages calmes.

Un bias borné. Pour éviter que la hauteur ne devienne trop forte sur les passages les plus forts, baissez **Bias thresh** (−6 dB, par exemple) et réglez **Bias ratio** entre 2 et 42 : la valeur du bias est alors plafonnée en douceur.

Idées de départ

- **Imiter un vari-mu précis.** Chargez **overloud_670** ou **tr_670**, puis ajustez l'attaque et le relâchement de l'onglet A/R (bs) en comparant avec votre référence grâce au mode d'analyse (chapitre 24).
- **Un bus de mix de type SSL.** Partez de **cytomic_glue** (**Bias input mul** à 8, **Bias +inverse** à 0) et dosez **Bias mul %** pour mélanger la détection multipliée et la détection ordinaire.
- **Une couleur qui n'arrive qu'avec la compression.** Source « g.e » avec l'enveloppe, comme dans **klang_mjuc_mk1**, associée à une hauteur de sortie (chapitre 21).
- **Sound design. Bias Feedback** à −1 : la polarisation est maximale dans le silence et s'efface quand le signal monte. Essayez-la avec une hauteur de sortie et le limiteur du bias (chapitre 21) : la hauteur, donc la largeur du coude, est alors la plus grande dans les passages calmes. Écoutez le résultat avec **Mon bias sat**.

CHAPITRE 21

La destination et la fusion

C'est ici que le bias devient un son. Le principe tient dans une image que François emploie dans sa vidéo de présentation : on ajoute de la « hauteur » au signal, et à un moment il se cogne contre le haut. Comme le signal et sa copie inversée ne s'y cognent pas du même côté, chacun sature à sa façon, et leur recombinaison donne une forme de saturation très particulière, qui peut grandir avec la compression ou au contraire s'effacer quand elle s'installe. De ce mécanisme simple sort une palette étonnamment large : François estime à une dizaine les types de saturation vraiment distincts que l'on peut en tirer, sans compter les variantes de la mesure « atome » (chapitre 20). On y trouve le grain d'un compresseur à lampes qui n'apparaît que lorsque l'appareil travaille, un étage de saturation qui épaissit un signal sans le compresser, des écrêtages pairs ou impairs, et des textures inédites pour le sound design.

Onze des presets fournis règlent l'onglet **BIAS dst**. Six d'entre eux imitent des plugins de compresseurs à lampes vari-mu : trois émulations du Fairchild 670, une du Manley Variable Mu, une du Gates STA-Level, et une inspirée des vari-mu des années 1950. Les cinq autres imitent un écrêteur, deux saturateurs (dont un qui ne compresse pas du tout), un limiteur optique à lampes et un compresseur à FET. Au mixage, cet onglet donne à une voix, une basse ou un bus la densité d'un compresseur à lampes, dosée au potentiomètre ; au mastering, un drive compensé et un limiteur doux ajoutent de la matière sans changer le niveau ; en sound design, la fusion, le chemin inverse et le délai du produit ouvrent sur des sons que vous n'obtiendrez nulle part ailleurs dans le plugin.

Le chapitre 20 a montré comment Comprendre calcule la valeur du bias β et comment elle agit sur la détection. Ce chapitre décrit ce qu'elle fait au **signal audio** : la **hauteur de sortie**, sa position avant ou après le gain du compresseur, le facteur **Bias Fm On**, le **limiteur** du bias, la **fusion** des chemins normal et inverse, puis le **produit de saturation** et son traitement par l'onglet **F (bs)**. Il se termine par des tableaux qui récapitulent les combinaisons possibles, côté source comme côté destination.

Les notations (x, e, e′, β, B, s, s′, O, s_pre, P) sont celles du chapitre 19. Rappelons que tout ce qui suit est inactif tant que les cinq montants du bias sont à 0.



Figure 119 — L'onglet BIAS dst : moniteur, hauteur de sortie, Fm On, position, limiteur, fusion et délai du produit.

L’ordre des opérations

Sur chaque chemin, la destination enchaîne les étapes suivantes :

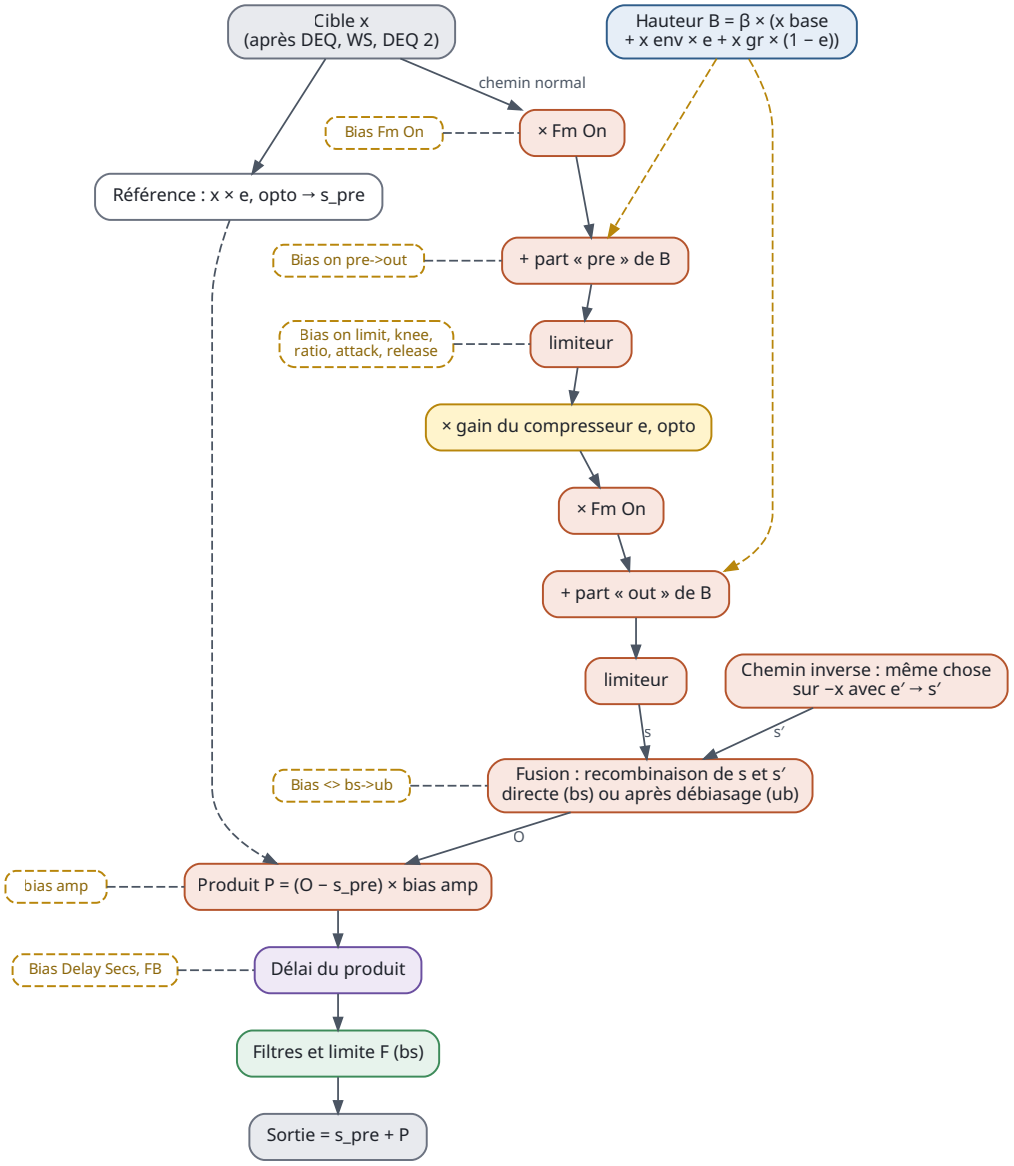


Figure 120 — Le bloc destination du bias. La hauteur B est répartie entre la position « pre » (avant le gain du compresseur) et la position « out » (après le gain et l'opto) ; chaque position a son facteur Fm On et son limiteur. Les deux chemins sont ensuite fusionnés ; la différence avec la référence s_pre est le produit de saturation, traité par F (bs) puis rajouté à s_pre.

1. Calcul de la **hauteur de sortie** B = β × (**Bias x base** + **Bias x env** × e + **Bias x gr** × (1 − e)).
2. **Partie « pre »**, sur la cible, avant le gain du compresseur : multiplication par **Bias Fm On**, ajout de la part « pre » de la hauteur, limiteur.
3. Application du **gain du compresseur** et de l'**opto**.
4. **Partie « out »**, sur la sortie : multiplication par **Bias Fm On**, ajout de la part « out » de la hauteur, limiteur.
5. La même chose sur le **chemin inverse**, avec le gain e′ et la **même** hauteur B.
6. **Fusion** : recombinaison des deux chemins, directement (« bs ») ou après avoir retiré les hauteurs et divisé par **Bias Fm On** (« ub »).
7. **Produit** : P = (O − s_pre) × **bias amp**, puis délai, filtres et limite de **F (bs)**, et enfin sortie = s_pre + P.

La sortie passe ensuite, comme sans bias, par **Comp Clip**, **Comp Db**, l'ajout du reste du signal, les moniteurs et la suite de la chaîne (chapitre 7).

La référence s_pre est la sortie du chemin normal, gain et opto compris, mais **sans** aucune des étapes 2 et 4. Elle n'est pas « sans bias » pour autant : son gain e a été calculé avec la détection biaisée (hauteur d'entrée, **Bias input mul**, **Bias Fm In**).

Écouter ce que fait le bias

Le premier réglage de l'onglet est un moniteur. Il est utile dès le début des réglages : la plupart des effets du bias sont discrets, et l'on règle beaucoup plus facilement en écoutant le produit seul.

Mon bias sat

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 256 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `delta_bias`

Fait entendre le **produit de saturation** du bias, c'est-à-dire la différence entre la sortie et la référence s_pre.

- **0** (défaut) : écoute normale.
- **1** : on entend la sortie moins s_pre : le produit P après tout le traitement de l'onglet **F (bs)**. Si **Comp Clip**, **Comp Db**, **dW | Dw** et les filtres de cible sont neutres, c'est exactement P ; sinon, leurs effets et le reste du signal (la partie non ciblée, chapitre 14) s'y ajoutent.
- **De 2 à 256** : la même chose, amplifiée N fois : 2 donne +6 dB, 4 donne +12 dB, 16 donne +24 dB, 256 donne +48 dB. Le produit est souvent faible : cette amplification permet de l'entendre.

Le réglage ne prend que des valeurs entières. Comme les autres moniteurs, il est exclusif (en activer un désactive les autres) et il désactive le post-clipper pendant l'écoute (chapitre 7).

Ce moniteur ne fait pas entendre tout ce que change le bias, mais seulement la saturation qu'il produit : l'effet de la hauteur d'entrée sur la compression elle-même est déjà dans s_pre. Avec **Bias +inverse** à 0 et une hauteur d'entrée seule, le moniteur reste muet alors que le son est bien modifié (chapitre 19).

> **Le mot de l'auteur**
>
> François insiste : ce moniteur n'écoute pas la différence globale due au bias, mais seulement la saturation générée par le bias. Pour juger l'effet global, comparez à l'oreille avec les cinq montants à 0.

La hauteur de sortie

La hauteur de sortie est un décalage ajouté au signal audio des deux chemins. Elle est la somme de trois termes, tous proportionnels à la valeur du bias β :

B = β × **Bias x base** + β × **Bias x env** × e + β × **Bias x gr** × (1 − e)

où e est le gain du compresseur du chemin **normal** (1 = pas de réduction). En stéréo, e est le gain lié, le gain du canal, ou un mélange des deux, selon **Channels Unlink**. Les trois termes s'additionnent, et la même hauteur est ajoutée aux deux chemins.

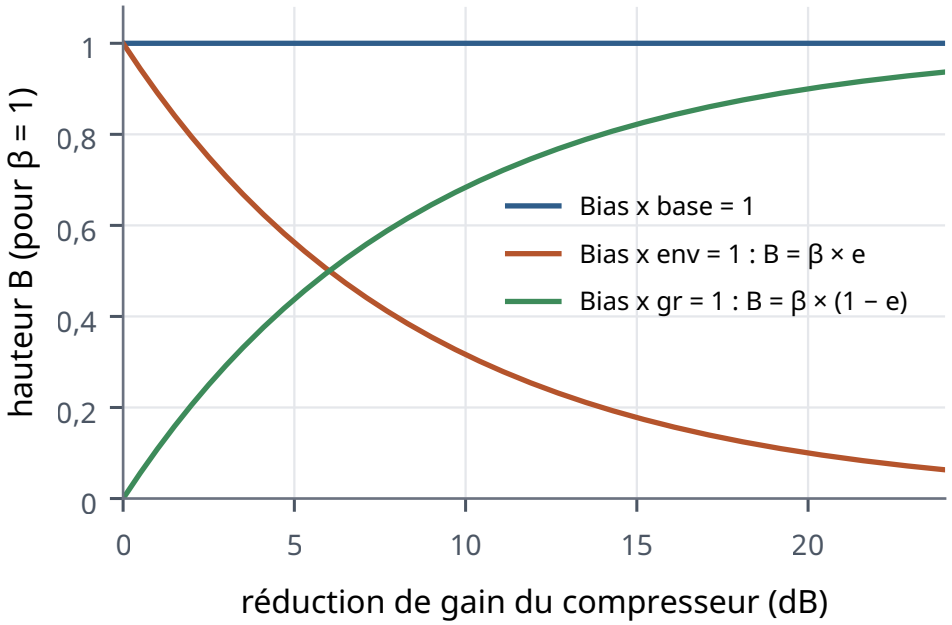


Figure 121 — Hauteur obtenue par chacun des trois réglages, réglé à 1, pour une valeur de bias β = 1, selon la réduction de gain du compresseur.

La hauteur s'exprime en amplitude linéaire, comme le signal : 1 correspond à 0 dBFS. Avec β = 0,3 et **Bias x base** à 1, le signal est décalé de 0,3, soit environ −10 dBFS.

Bias x base

onglet BIAS dst

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_output_base`

Hauteur de sortie proportionnelle à la seule valeur du bias : B = β × ce réglage. C'est l'un des cinq montants qui activent le bias.

- **0** (défaut) : pas de terme « base ».
- **Positif** : le signal des deux chemins est décalé vers le haut ; les crêtes positives du chemin normal et les crêtes négatives du chemin inverse se rapprochent du limiteur.
- **Négatif** : décalage vers le bas ; les rôles des alternances sont échangés.

Comme les deux autres termes, il n'a d'effet audible avec **Bias +inverse** à 1 que si le limiteur est actif ou si les deux chemins ont des gains différents (hauteur d'entrée) : sinon la hauteur, identique des deux côtés, s'annule dans la recombinaison.

Bias x gr

onglet BIAS dst

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_output_gr`

Hauteur de sortie proportionnelle à la valeur du bias **et à la réduction de gain** du compresseur : B = β × ce réglage × (1 − e). C'est l'un des cinq montants qui activent le bias.

Sans compression, ce terme est nul ; il grandit à mesure que le compresseur réduit le gain : 0,5 × β × réglage pour 6 dB de réduction, 0,9 × β × réglage pour 20 dB. C'est l'image la plus proche d'un tube dont la polarisation est pilotée par la tension de commande : la saturation n'apparaît que lorsque le compresseur travaille, et d'autant plus qu'il travaille fort.

Bias x env

onglet BIAS dst

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_output_env`

Hauteur de sortie proportionnelle à la valeur du bias **et au gain** du compresseur : B = β × ce réglage × e. C'est l'un des cinq montants qui activent le bias.

C'est le comportement inverse de **Bias x gr** : la hauteur est maximale sans compression et diminue quand le compresseur réduit le gain (0,5 × β × réglage pour 6 dB de réduction). La saturation est alors plus présente dans les passages calmes que dans les passages compressés.

Le mot de l'auteur

La hauteur de destination est une valeur nominale, multipliée « par rien, par la réduction de gain ou par l'enveloppe ». Les trois modes sont cumulables : on peut, par exemple, garder une petite hauteur fixe avec **x base** et y ajouter une part qui suit la compression avec **x gr**.

♪ En musique : une saturation qui suit la compression

Les trois termes de la hauteur répondent à trois intentions. Avec **Bias x gr**, la hauteur n'existe que lorsque le compresseur travaille : une voix ou une basse restent nettes dans les passages calmes et prennent du grain quand elles poussent, comme sur un compresseur à lampes qu'on fait travailler. Avec **Bias x env**, c'est l'inverse : le grain habille les passages calmes et s'efface quand la compression s'installe. Trois presets imitent des émulations du Fairchild 670, et chacun s'y prend autrement. **tr_670** règle **Bias x gr** à 0,3333 et place le limiteur à 1 (0 dBFS) ; **acustica_ultramarine4** monte **Bias x gr** à 2,5, sans limiteur, en s'appuyant sur une forte hauteur d'entrée ; **overloud_670** choisit au contraire **Bias x env** à −1, en position « out », avec un limiteur très doux (**Bias on limit** à 1, **Bias limit knee** à 6,92, **Bias on ratio** à 1,3). Pour vos essais, partez de **Bias x gr** entre 0,3 et 1 avec **Bias on limit** à 1, comme **tr_670**, écoutez le produit avec **Mon bias sat** sur un passage qui compresse, puis dosez.

Avant ou après le gain : pre et out

Bias on pre->out

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_cible`

Choisit où la hauteur de sortie, **Bias Fm On** et le limiteur s'appliquent.

- **0** (défaut, « pre ») : sur la **cible**, avant le gain du compresseur. Le signal décalé passe par le limiteur, puis il est multiplié par le gain e et passe par l'opto. La hauteur est donc elle-même multipliée par le gain : elle vaut B × e en sortie. Le limiteur voit le signal non compressé.
- **1** (« out ») : sur la **sortie**, après le gain du compresseur et l'opto. La hauteur s'ajoute telle quelle et le limiteur voit le signal compressé.
- **Entre les deux** : la hauteur et l'écart de **Bias Fm On** à 1 sont répartis entre les deux positions, et le limiteur agit aux deux endroits, avec un état de lissage propre à chacun.

Le choix change le caractère de la saturation : en « pre », elle dépend du niveau d'entrée et le compresseur agit ensuite sur le résultat ; en « out », elle dépend du niveau de sortie, après compression.

Bias Fm On : un drive avant le limiteur

Bias Fm On

onglet BIAS dst

Plage : 0,000001 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_fm_out`

Multiplie le signal, sur les deux chemins, juste **avant** l'ajout de la hauteur de sortie, dans la ou les positions choisies par **Bias on pre->out**. À une position intermédiaire p, le facteur appliqué en « pre » vaut 1 + (Fm On − 1) × (1 − p) et celui appliqué en « out » 1 + (Fm On − 1) × p.

- **1** (défaut) : neutre.
- **Au-dessus de 1** : le signal est amplifié avant le limiteur, qu'il atteint plus tôt : c'est un **drive**.
- **En dessous de 1** : le signal est atténué, le limiteur intervient moins.

Ce réglage agit dès que le bias est actif, même si la hauteur est nulle. Son effet sur le niveau dépend de la fusion :

- avec la fusion directe (**Bias** <> **bs->ub** à 0), le signal reste multiplié : la sortie est à peu près Fm On fois plus forte ;
- avec la fusion débiaisée (**Bias** <> **bs->ub** à 1), le signal est redivisé par Fm On avant la recombinaison : le niveau est compensé, et il ne reste que l'effet non linéaire (le limiteur attaqué plus fort).

Le même facteur entre dans la mesure « ub » de la source (**Bias out bs->ub**, chapitre 20).

Le mot de l'auteur

Dans sa démonstration de la fusion, François monte la saturation de sortie, puis joue sur **Bias Fm On** : en fusion directe, le niveau change fortement ; en débiaisant avant la fusion, on retrouve son son, mais avec la saturation.

À confirmer par François

Bias Fm On descend jusqu'à 0,000001. Avec la fusion débiaisée, le signal est divisé par cette valeur : ce qui reste de la hauteur après débiasage (par exemple avec **Bias +inverse** à 0, ou des gains différents sur les deux chemins) peut alors être amplifié énormément, et **bias dst limit** ne limite rien par défaut. Faut-il un garde-fou ?

♪ En musique : le bias comme étage de saturation

Bias Fm On, le limiteur et la fusion font du bias un véritable étage de saturation, que l'on peut employer sans rien compresser. Le preset **pulsarmodular_p42**, imitation du P42 Climax de Pulsar Modular, un amplificateur de ligne saturant, le montre bien : le compresseur y est neutralisé (**Ratio** à 1, **Threshold** à 0 dB) et tout se joue dans les onglets **BIAS dst** et **F (bs)**. Le signal est poussé 1,525 fois (**Bias Fm On**) dans un limiteur doux placé après le gain (**Bias on pre->out** à 1, **Bias on limit** à 0,097, soit environ −20 dBFS, **Bias on ratio** à 3,91), puis l'effet est dosé par **bias amp** à 0,475. Remarquez **Bias x base** à 0,000019 : une valeur infime, qui ne sert qu'à réveiller le module (chapitre 19). Le preset **pulsar_mu** montre l'autre moitié de l'idée : il double le signal (**Bias Fm On** à 2) puis le redivise grâce à la fusion débiaisée (**Bias <> bs->ub** à 1), si bien que le niveau ne bouge presque pas. Sur un bus ou un master, cette compensation permet de juger la couleur seule, sans se laisser tromper par un gain de volume.

Le limiteur du bias

Le limiteur du bias est la pièce qui transforme la hauteur en saturation. Il est appliqué à chaque position active (« pre » et/ou « out ») et sur chaque chemin. Il agit sur la valeur absolue du signal en conservant son signe : son plafond est donc à ±**Bias on limit**, symétrique autour de 0. Mais comme le signal a été décalé par la hauteur, il touche ce plafond plus tôt d'un côté que de l'autre : sur le chemin normal pour les alternances positives, sur le chemin inverse pour les négatives. Après recombinaison, on obtient le coude « push-pull » décrit au chapitre 19 : pente 1 jusqu'à T − B, pente ½ jusqu'à T + B, plafond au-delà.

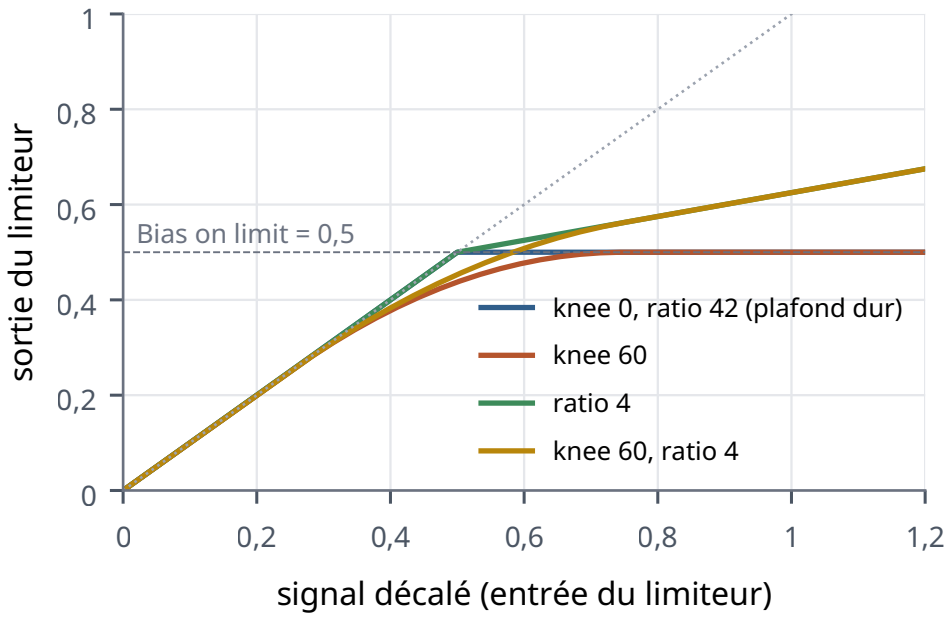


Figure 122 — Courbes du limiteur du bias pour un seuil de 0,5 : plafond dur, genou, ratio, et les deux combinés.

Le limiteur est actif dès que **Bias on limit** ou **Bias limit knee** est supérieur à 0. Avec **Bias on attack** et **Bias on release**, il devient un compresseur.

Bias on limit

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_limite`

Seuil du limiteur du bias, en **amplitude linéaire** (et non en dB) : 1 correspond à 0 dBFS, 0,5 à environ −6 dBFS, 0,1 à −20 dBFS.

- **0** (défaut) : le limiteur est désactivé, sauf si **Bias limit knee** est supérieur à 0.
- **Au-dessus de 0** : le signal décalé est limité à ± cette valeur, selon le genou et le ratio.

En position « pre », le seuil s'applique au signal non compressé (plus la hauteur) ; en position « out », au signal compressé. Avec une hauteur B, la saturation commence vers **Bias on limit** − B et devient complète vers **Bias on limit** + B.

Bias limit knee

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 240 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_limite_genou`

Largeur du genou du limiteur, en amplitude : la valeur affichée divisée par 120. À 60, le coude s'étend sur 0,5, de 0,25 en dessous du seuil à 0,25 au-dessus. À **0** (défaut), le coude est franc.

Un genou non nul active le limiteur même si **Bias on limit** vaut 0.

À confirmer par François

Lorsque la moitié de la largeur du genou dépasse le seuil (**Bias limit knee** / 240 supérieur à **Bias on limit**, par exemple **Bias on limit** à 0 et **Bias limit knee** non nul), le limiteur ne renvoie plus 0 pour un signal nul : sa sortie saute brusquement au passage par zéro (±0,0625 pour un seuil de 0 et un genou de 60). Cela produit un bourdonnement ou un bruit. Est-ce voulu ? Est-ce l'origine de la « nouvelle sorte de bruit blanc » de la vidéo sur la fusion ?

Bias on ratio

onglet BIAS dst

Plage : 1 à 42 **Défaut :** 42 **Identifiant :** `bias_limite_ratio`

Ratio du limiteur. Au-dessus du seuil (et du genou), l'excédent du signal est divisé par ce ratio.

- **42** (défaut) : ratio infini ; le signal est plafonné au seuil (écrêtage dur, ou arrondi par le genou).
- **Entre 1 et 42** : limitation douce ; le signal continue de monter au-dessus du seuil, plus lentement.
- **1** : le limiteur est transparent.

Bias on attack

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `bias_limite_attaque`

Temps d'attaque du limiteur. Lorsque **Bias on attack** ou **Bias on release** est supérieur à 0, le limiteur ne s'applique plus instantanément : son **gain** (le rapport entre le signal limité et le signal d'origine) est lissé, et le limiteur devient un petit compresseur, de seuil **Bias on limit** et de ratio **Bias on ratio**, appliqué au signal décalé.

L'attaque règle la vitesse à laquelle ce gain **descend** : le gain parcourt environ 63 % de l'écart en ce temps. Pendant l'attaque, les crêtes dépassent le seuil. À **0** (défaut), la descente est instantanée.

Chaque position et chaque chemin ont leur propre état de lissage, qui part de 1 (pas de réduction).

Bias on release

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `bias_limite_relachement`

Temps de relâchement du limiteur : la vitesse à laquelle son gain **remonte** lorsque le signal repasse sous le seuil. À **0** (défaut), la remontée est instantanée. Il suffit que l'un des deux temps soit supérieur à 0 pour que le lissage soit actif.

Le mot de l'auteur

On peut transformer ce limiteur en compresseur grâce à l'attaque et au relâchement, ce qui permet de soulager les saturations trop intenses.

♪ En musique : du coup de rabot à la caresse

Le limiteur du bias a plusieurs visages. Sans genou ni ratio, il rabote net : **kiive_filk2_saturation**, imitation d'un module de saturation de tranche de console, se contente dans cet onglet de **Bias on limit** à 0,25 (environ −12 dBFS), sans hauteur de sortie. À l'opposé, **klang_mjuc_mk1**, imitation d'un plugin inspiré des vari-mu des années 1950, place le plafond très haut (**Bias on limit** à 8) et pousse la hauteur très loin (**Bias x base** à −30,3). Entre les deux, le genou arrondit le coude, un ratio de 2 à 4 laisse le signal continuer de monter au-dessus du seuil, et l'attaque transforme le limiteur en petit compresseur. Sur une batterie, essayez une attaque de quelques millisecondes : pendant ce temps, les crêtes dépassent le seuil, et le claquement des transitoires passe avant que le limiteur ne l'arrondisse.

La fusion : débiaiser avant de recombiner

Au moment de réunir les deux chemins, deux choix sont possibles :

- les recombiner **directement** (« bs », pour *biased*) : O = (s − s′) / 2 avec **Bias +inverse** à 1 ;
- les **débiaiser** d'abord (« ub », pour *unbiased*) : sur chaque chemin, on retire la part « out » de la hauteur et on divise par le facteur « out » de **Bias Fm On**, puis on retire la part « pre » de la hauteur et on divise par le facteur « pre » ; ensuite seulement on recombine.

Le débiasage ne défait pas la saturation : ce que le limiteur a écrêté reste écrêté. Il retire seulement le décalage et le facteur d'échelle ajoutés volontairement.

Bias <> bs->ub

onglet BIAS dst

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_fusion`

Choisit le mode de fusion des chemins normal et inverse.

- **0** (défaut, « bs ») : recombinaison directe des chemins biaisés.
- **1** (« ub ») : recombinaison après débiasage.
- **Entre les deux** : mélange linéaire des deux résultats.

Son effet dépend beaucoup de **Bias +inverse** :

- **avec Bias +inverse à 1**, la hauteur s'annule de toute façon dans la différence des deux chemins : la fusion débiaisée ne fait que diviser le résultat par **Bias Fm On**. Avec **Bias Fm On** à 1, ce réglage n'a **aucun effet audible** ;
- **avec Bias +inverse à 0**, la fusion débiaisée retire la hauteur. En position « out », la sortie redevient le signal compressé, et il ne reste que l'écrêtage asymétrique du limiteur (rien sans limiteur). En position « pre », il reste un résidu égal à −B × (1 − e) / Fm On : un décalage qui suit la réduction de gain ;
- **entre les deux**, elle retire la part de la hauteur qui ne s'annule pas, B × (1 − i).

La fusion s'applique au signal audio, mais aussi à la cible et au signal d'avant l'opto, tels que les entendent **Monitor Output** et **Monitor opto**, et à la différence de compression renvoyée vers la détection par **FX fb cmp** (onglet INPUT, chapitre 14). La valeur du bias, elle, a son propre réglage équivalent, **Bias out bs->ub** (chapitre 20).

Le mot de l'auteur

La question de la fusion est simple : recombine-t-on les deux chemins directement, ou les débiaise-t-on avant ? On pourrait croire que cela revient au même ; ce n'est pas toujours le cas, parce que les deux chemins ont subi des traitements entre le moment où on les a biaisés et celui où on les recombine.

À confirmer par François

En position « pre », le débiasage retire la hauteur B, alors que la sortie contient B × e (la hauteur a été multipliée par le gain du compresseur). Avec **Bias +inverse** à 0, ou des gains différents sur les deux chemins, il reste donc un décalage −B × (1 − e) / Fm On qui suit la réduction de gain. Est-ce voulu, comme une part du produit de saturation, ou faudrait-il retirer B × e ?

Le « thump » des push-pull déséquilibrés

Dès les premiers limiteurs de crête de la radio, en 1937, la tension de commande est mélangée à l'audio sur la grille d'une lampe à mu variable, et c'est le montage push-pull qui l'annule à la sortie. Mais quand les lampes vieillissent et se déséquilibrent, l'annulation n'est plus parfaite et des « thumps » apparaissent. Le Fairchild 670 avait même un réglage **Balance** pour équilibrer ses deux moitiés (chapitre 2). Dans Comprendre, cet équilibre devient un réglage comme un autre : avec **Bias +inverse** inférieur à 1, une part de la hauteur ne s'annule plus et, en fusion directe, passe dans la sortie ; la fusion débiaisée la retire (entièrement en position « out »). Vous pouvez donc garder un push-pull parfait, ou doser volontairement le déséquilibre.

Les combinaisons

Les réglages du bias se combinent en un très grand nombre de configurations, mais beaucoup sont équivalentes. Les trois tableaux suivants résument ce que fait chaque combinaison, dans un cadre simplifié : un seul canal (ou des canaux liés), opto, égaliseurs dynamiques et waveshaper neutres, et des chemins par ailleurs symétriques (le chemin inverse traite exactement −x). Les formules sont exactes dans ce cadre.

Côté source : ce que devient la valeur du bias

Valeur transmise au Feedback, puis au détecteur du bias, pour chaque canal. $\hat{s}$ et $\hat{s}'$ désignent les sorties des deux chemins après débiasage ; G et G′ le gain (statique ou enveloppe) des deux compresseurs ; « – » marque un réglage sans effet dans la ligne.

Bias g.e->out	Bias g.e g->e	Bias +inverse	Bias out atom	Bias out bs->ub	Valeur transmise	Remarques
0	0 (g)	0	–	–	$1 - g$	réduction de gain statique, sans attaque ni relâchement : rugueuse
0	1 (e)	0	–	–	$1 - e$	réduction de gain lissée : douce
0	0 ou 1	1	–	–	$1 - (G + G')/2$	moyenne des deux chemins ; G et G′ ne diffèrent qu'avec une hauteur d'entrée
1	–	0	0 ou 1	0 (bs)	$\lvert s \rvert$	contient la hauteur (B × e en « pre », B en « out ») : le bias se réinjecte lui-même
1	–	0	0 ou 1	1 (ub)	$\lvert \hat{s} \rvert$	sortie débiaisée
1	–	1	0	0 ou 1	$\lvert s - s' \rvert / 2$	la hauteur s'annule ; bs et ub identiques si **Bias Fm On** = 1
1	–	1	1	0 (bs)	$(\lvert s \rvert + \lvert s' \rvert)/2$	« atome » : voit la hauteur
1	–	1	1	1 (ub)	$(\lvert \hat{s} \rvert + \lvert \hat{s}' \rvert)/2$	atome débiaisé

Bias g.e->out	Bias g.e g->e	Bias +inverse	Bias out atom	Bias out bs->ub	Valeur transmise	Remarques
1	–	0 ou 1	0,5	–	max(O, 0)	redressement simple alternance (chemins symétriques)

Avec **Bias out unlink** à 0, la valeur de chaque ligne « out » est remplacée par sa moyenne sur les canaux. Sans compter les valeurs intermédiaires, la source « g.e » offre quatre configurations distinctes (gain statique ou enveloppe, avec ou sans chemin inverse). Pour la source « out », plusieurs combinaisons se confondent : sans chemin inverse, les mesures classique et atome sont identiques ; avec le chemin inverse et la mesure classique, bs et ub ne diffèrent que si **Bias Fm On** est différent de 1.

Côté détecteur : la hauteur d'entrée et la multiplication

Réglage	Bias +inverse = 0	Bias +inverse = 1
Bias input add seul	détection de |d + B| : compression asymétrique ; le produit P est **nul**, l'asymétrie fait partie de s_pre	e ≠ e′ : P = x × (e′ − e) / 2 ; le continu et les harmoniques paires du chemin normal sont supprimés
Bias input mul seul	détection de d × (1 − m + m × β × k) : compression multiplicative ; P nul	la multiplication est la même sur les deux chemins : e = e′ et **P nul**
add et mul	la multiplication est faite avant l'ajout de la hauteur	idem, avec l'asymétrie due à la hauteur
Bias Fm In ≠ 1	gain du signal de détection par rapport à la hauteur	idem

Côté destination : la sortie selon l'inverse, la position et la fusion

F désigne **Bias Fm On**, L le limiteur, B la hauteur de sortie. La colonne « sans limiteur » donne la sortie O lorsque le limiteur est éteint.

Bias +inverse	Position	Fusion	Sortie O	Sans limiteur	Ce qu'on obtient
0	pre	bs	L(F·x + B) · e	F·x·e + B·e	gain ×F, décalage B·e qui suit le gain, écrêtage asymétrique avec L
0	pre	ub	(L(F·x + B) · e − B) / F	x·e − B·(1 − e) / F	signal propre, plus un résidu qui suit la réduction de gain ; asymétrie avec L
0	out	bs	L(F·x·e + B)	F·x·e + B	décalage B, écrêtage asymétrique après le gain
0	out	ub	(L(F·x·e + B) − B) / F	x·e	seulement l'écrêtage asymétrique (rien sans limiteur)
1	pre	bs	[L(F·x + B)·e − L(−F·x + B)·e′] / 2	F·x·(e + e′)/2 + B·(e − e′)/2	coude push-pull avec L ; terme en B seulement si les détecteurs diffèrent
1	pre	ub	même valeur, divisée par F	x·(e + e′)/2 + B·(e − e′)/(2F)	identique à la ligne précédente si F = 1

Bias +inverse	Position	Fusion	Sortie O	Sans limiteur	Ce qu'on obtient
1	out	bs	[L(F·x·e + B) − L(−F·x·e′ + B)] / 2	F·x·(e + e′)/2	la hauteur disparaît sans limiteur ; push-pull après le gain avec L
1	out	ub	même valeur, divisée par F	x·(e + e′)/2	identique à la ligne précédente si F = 1

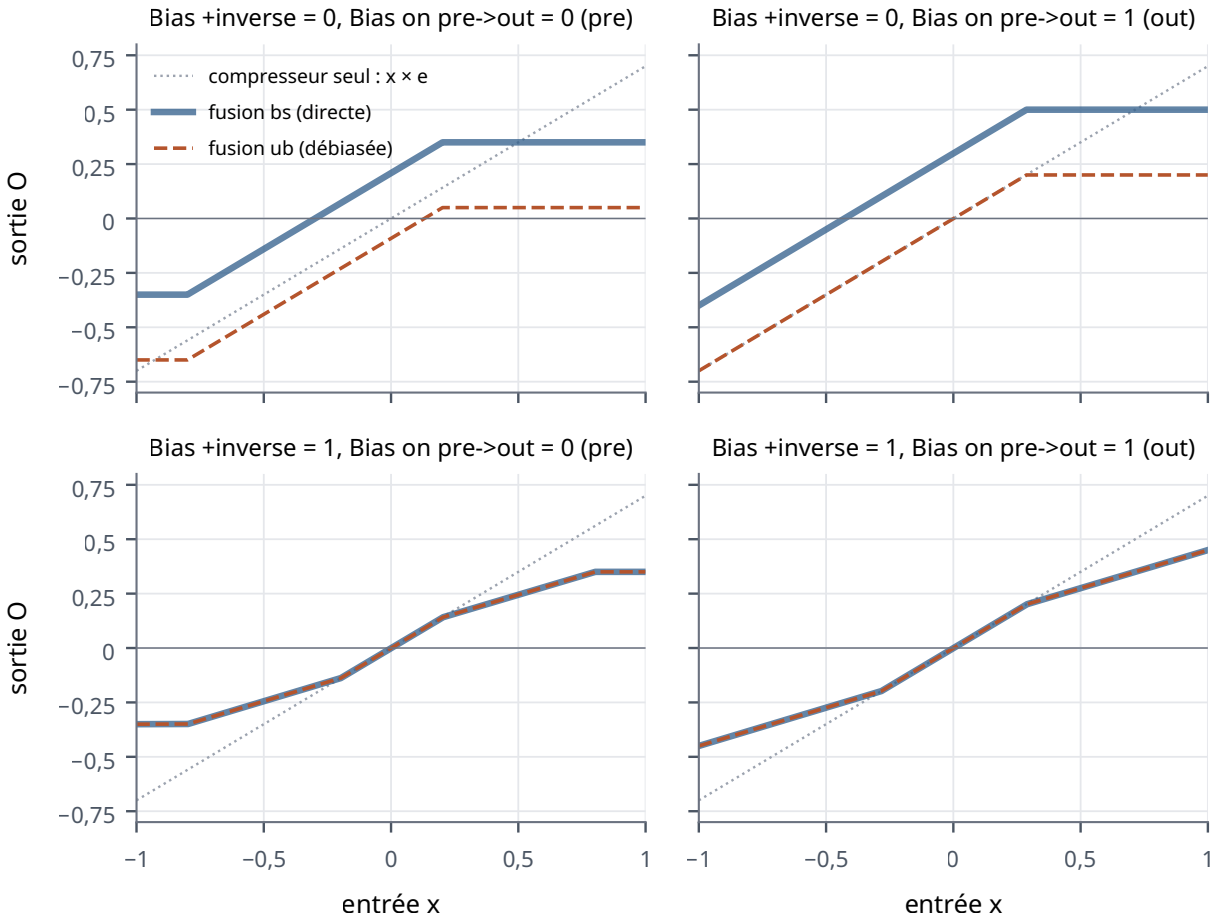


Figure 123 — Les combinaisons de la destination, pour un gain de compresseur fixé à 0,7 sur les deux chemins, une hauteur de 0,3, un plafond dur à 0,5 et Bias Fm On à 1. En haut, sans chemin inverse : la fusion directe décale la courbe, la fusion débiaisée la recentre (en « out ») ou laisse un résidu (en « pre »). En bas, avec le chemin inverse : les deux fusions donnent exactement la même courbe, symétrique, avec son coude push-pull.

À retenir :

1. Avec **Bias +inverse** à 1, la fusion bs ou ub n'est qu'un facteur 1/F : elle sert à compenser le drive de **Bias Fm On**.
2. Avec **Bias +inverse** à 1 et sans limiteur, une hauteur de sortie ne fait quelque chose que si les deux chemins ont des gains différents, c'est-à-dire avec une hauteur d'entrée (ou des effets qui diffèrent entre les chemins).
3. Le produit dû à la seule hauteur d'entrée, avec **Bias +inverse** à 1, vaut P = x × (e′ − e) / 2 : c'est l'opposé du continu et des harmoniques paires du chemin normal (chapitre 19).

4. Quand la hauteur de sortie est utilisée seule, le **limiteur** est la seule source de saturation « en hauteur ».
5. Sans chemin inverse et en fusion directe, la hauteur se retrouve dans la sortie sous forme de décalage. Pour l'éliminer, utilisez le chemin inverse, la fusion débiaisée (qui la retire entièrement en position « out ») ou un filtre passe-haut sur le produit.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François a dressé un tableau des combinaisons de la destination : selon la base, la multiplication par la réduction de gain, le débiasage avant la fusion, **Bias Fm In** et la source, il compte 32 combinaisons, dont une dizaine seulement se distinguent vraiment par le type de produit de saturation, sans même compter l'atome, qui en ajoute d'autres.

> **À confirmer par François**
>
> Le « tableau des 32 combinaisons » annoncé dans la vidéo n'est pas dans le plugin. Pouvez-vous en donner le lien ou le contenu, et préciser les cinq choix binaires qui le composent ? Les tableaux ci-dessus montrent par exemple qu'avec **Bias +inverse** à 1 et **Bias Fm On** à 1, la fusion bs ou ub ne change rien : cela expliquerait qu'une dizaine seulement des 32 combinaisons soient utiles.

Le produit de saturation du bias

Le produit de saturation du bias est la différence entre la sortie recombinée et la référence :

P = (O − s_pre) × **bias amp**

Il passe ensuite par la chaîne commune aux trois saturateurs (chapitre 16) : délai à réinjection (réglé dans l'onglet **BIAS dst**), trois bandes de filtres, mélange et limite (onglet **F (bs)**). Il est enfin rajouté à s_pre. Avec les réglages par défaut, cette chaîne est neutre et la sortie vaut exactement O.

La valeur du bias, lorsqu'elle est tirée de la sortie, est mesurée **avant** cette chaîne : aucun réglage du produit ne modifie β.

Le délai du produit

Les deux réglages du délai sont dans l'onglet **BIAS dst**. Ils fonctionnent exactement comme ceux du waveshaper et de l'opto : c'est un filtre en peigne à réinjection, décrit en détail au chapitre 16.

Bias Delay Secs

onglet BIAS dst

Plage : `0 à 2 s` **Défaut :** `0 s` **Identifiant :** `bias_delai_nb`

Retard de la boucle de réinjection du produit du bias. Il n'agit que si **Bias Delay FB** est différent de 0. Le retard effectif vaut un échantillon interne de plus que la valeur réglée ; à 0, il ne reste qu'un échantillon et le délai devient un filtre à un pôle (chapitre 16).

Bias Delay FB

onglet BIAS dst

Plage : −64 à 64 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_delai_fb`

Réinjection du délai du produit. À **0** (défaut), le délai est désactivé. Sinon, le produit entrant est multiplié par 1/(1 + |FB|) et la sortie retardée, réinjectée, par 1 − 1/(1 + |FB|), avec le signe de FB. Par exemple, à 1 : 0,5 et 0,5 ; à −3 : 0,25 et −0,75. Les valeurs positives renforcent les multiples de 1/retard, les valeurs négatives les fréquences intermédiaires (chapitre 16).

L'onglet F (bs)



Figure 124 — L'onglet F (bs).

L'onglet **F (bs)** a les mêmes réglages que **F (ws)**, décrits en détail au chapitre 16 (fiches **fet amp**, **fet src mix**, **fet low herz**…). Les fiches ci-dessous ne précisent que ce qui est propre au bias.

bias amp

onglet F (bs)

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_amp`

Multiplie le produit du bias avant le délai, les filtres et la limite.

- **1** (défaut) : on entend la sortie recombinée O. Avec **Bias +inverse** à 1, c'est la partie impaire du chemin biaisé.
- **0** : on entend s_pre, le chemin normal sans hauteur sur l'audio. Les effets du bias sur la détection (hauteur d'entrée, **Bias input mul**, **Bias Fm In**) restent présents, puisqu'ils déterminent le gain du compresseur.
- **Entre 0 et 1** : dosage de la saturation du bias.
- **−1** : on entend 2 × s_pre − O : la saturation du bias est retournée. Avec une hauteur d'entrée seule et **Bias +inverse** à 1, le continu et les harmoniques paires du chemin normal sont alors doublés au lieu d'être supprimés.
- **Au-delà de 1, ou plus négatif que −1** : l'effet est exagéré.

La valeur 1 se trouve vers les quatre cinquièmes de la course : pour des valeurs précises, saisissez-les au clavier.

bias src mix

onglet F (bs)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_src_mix`

Proportion du produit non filtré dans le produit traité (chapitre 16, **fet src mix**). À **0**, sans bande active, le produit est supprimé : la sortie redevient s_pre.

bias low herz

onglet F (bs)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `bias_bas_coupe`

Fréquence de coupure de la bande basse (passe-bas) du produit du bias. À **0** (défaut), la bande est éteinte (chapitre 16, **fet low herz**).

Sans chemin inverse, le produit du bias contient souvent la hauteur elle-même, sous forme d'un décalage lent. Une bande basse à quelques dizaines de hertz, en ZDF (**bias low zdf->svf** à 0) avec **bias low mix** à −1, la retire en laissant passer le reste du produit.

bias low reso

onglet F (bs)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `bias_bas_resonance`

Résonance du passe-bas SVF de la bande basse ; sans effet sur la part ZDF (chapitre 16, **fet low reso**).

bias low mix

onglet F (bs)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_bas_mix`

Coefficient avec lequel la bande basse est ajoutée au produit, de −8 à +8 (chapitre 16, **fet low mix**). À 1, la bande est ajoutée une fois ; à −1, elle est retirée.

bias low zdf->svf

onglet F (bs)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_bas_type`

Mélange entre le passe-bas ZDF à un pôle (à 0) et le passe-bas SVF à deux pôles (à 1, défaut) de la bande basse (chapitre 16, **fet low zdf->svf**).

bias mid herz

onglet F (bs)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `bias_mid_coupe`

Fréquence centrale de la bande médium (passe-bande SVF) du produit. À **0** (défaut), la bande est éteinte (chapitre 16, **fet mid herz**).

bias mid reso

onglet F (bs)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `bias_mid_resonance`

Résonance du passe-bande médium : elle règle sa largeur, et aussi son gain au centre, qui lui est égal (chapitre 16, **fet mid reso**).

bias mid mix

onglet F (bs)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_mid_mix`

Coefficient avec lequel la bande médium est ajoutée au produit, de −8 à +8 (chapitre 16, **fet mid mix**).

bias hgh zdf->svf

onglet F (bs)

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `bias_top_type`

Mélange entre le passe-haut ZDF (à 0) et le passe-haut SVF (à 1, défaut) de la bande haute (chapitre 16, **fet hgh zdf->svf**).

bias hgh herz

onglet F (bs)

Plage : 0 à 16000 Hz **Défaut :** 0 Hz **Identifiant :** `bias_top_coupe`

Fréquence de coupure de la bande haute (passe-haut) du produit. À **0** (défaut), la bande est éteinte (chapitre 16, **fet hgh herz**).

bias hgh reso

onglet F (bs)

Plage : 0,000001 à 16 **Défaut :** 0,707107 **Identifiant :** `bias_top_resonance`

Résonance du passe-haut SVF de la bande haute ; sans effet sur la part ZDF (chapitre 16, **fet hgh reso**).

bias hgh mix

onglet F (bs)

Plage : −8 à 8 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `bias_top_mix`

Coefficient avec lequel la bande haute est ajoutée au produit, de −8 à +8 (chapitre 16, **fet hgh mix**). Une valeur négative adoucit le grain aigu de la saturation du bias.

bias dst limit

onglet F (bs)

Plage : 0 à 42 **Défaut :** 42 **Identifiant :** `bias_dst_limit`

Écrêtage dur du produit traité, à ± cette valeur en amplitude linéaire (chapitre 16, **fet dst limit**). À **42** (défaut), la limite est désactivée ; à **0**, le produit est supprimé et la sortie redevient s_pre.

Pour le bias, cette limite est aussi un **garde-fou** : les montants vont jusqu'à 42, et une hauteur mal maîtrisée (sans chemin inverse, ou avec une fusion débiaisée et un **Bias Fm On** très petit) peut produire des niveaux très élevés. Une limite de 1, voire moins, protège vos écoutes pendant l'exploration.

Attention aux niveaux

Les hauteurs du bias s'expriment en amplitude linéaire et peuvent atteindre 42 fois la valeur du bias. Sans chemin inverse, ou en jouant sur **Bias Fm On**, la sortie peut contenir un décalage ou un niveau très supérieur à 0 dBFS. Commencez avec des montants petits (0,1 à 1), écoutez avec **Mon bias sat**, et réglez **bias dst limit** à 1 pendant l'exploration.

♪ En musique : sculpter le grain

Le produit du bias se travaille comme une matière. Pour l'entendre seul, réglez **Mon bias sat** sur 16 (+24 dB) : bien des réglages subtils deviennent alors évidents. Les filtres de **F (bs)** décident ensuite de sa couleur. **softube_cl1b** ajoute au produit sa partie aiguë, au-dessus de 3 kHz (**bias hgh herz** à 3 000 Hz, **bias hgh mix** à 0,75) ; **arturia_tube-sta** ne garde du produit que trois bandes (**bias src mix** à 0 ; bandes à 80 Hz, 160 Hz et 8 kHz, de poids 1, 0,5 et 0,2), en privilégiant le grave ; **softube_germanium** retourne le produit et le divise par deux (**bias amp** à −0,5). Enfin, le délai du produit ouvre la porte au sound design : **acqua_ash-ultra**, imitation d'un écrêteur, est le seul preset à s'en servir (**Bias Delay Secs** à 14,5 ms environ, **Bias Delay FB** à 0,19), ce qui renforce dans le produit les multiples d'environ 69 Hz.

Démarches pratiques

Un coude push-pull, sans détecteur. Pour entendre le seul effet de la hauteur de sortie et du limiteur, il faut une valeur de bias constante. Une façon simple de l'obtenir : dans **DET (bs)**, réglez **peak db**, **rms db** et **env db** à −24 dB et **Det Mix** sur *min* ; la valeur du bias vaut alors 1 en permanence (chapitre 20). Réglez ensuite **Bias x base** à 0,2 (la hauteur vaut alors exactement 0,2), **Bias on limit** à 0,5, et laissez **Bias +inverse** à 1 et **Bias on pre->out** à 0. Pour isoler l'effet, neutralisez le compres-

seur avec un **Ratio** de 1. Sur un signal qui dépasse 0,3, la pente est divisée par deux à partir de 0,3, et la sortie plafonne à 0,5 au-delà de 0,7 : c'est la courbe de droite de la deuxième figure du chapitre 19. Écoutez le produit avec **Mon bias sat**, puis variez **Bias x base** pour élargir ou resserrer le coude.

Une saturation qui n'apparaît qu'en compressant. Remplacez **Bias x base** par **Bias x gr** : la hauteur n'existe que lorsque le compresseur réduit le gain. Passez **Bias on pre->out** à 1 pour que le limiteur agisse sur le signal compressé.

Un drive compensé. Avec un limiteur actif, montez **Bias Fm On** (2 à 4) pour attaquer le limiteur plus fort, puis passez **Bias <> bs->ub** à 1 : le niveau revient à peu près à celui d'origine et la saturation reste.

Une saturation paire. Ramenez **Bias +inverse** à 0 et réglez **Bias <> bs->ub** à 1 en position « out » : le décalage est retiré, et il reste un écrêtage qui commence d'un seul côté, riche en harmoniques paires. Ou bien, avec une hauteur d'entrée et le chemin inverse à 1, réglez **bias amp** à −1 pour doubler la partie paire du chemin normal.

Adoucir une saturation trop intense. Donnez au limiteur une attaque et un relâchement de quelques millisecondes (**Bias on attack**, **Bias on release**) : il devient un compresseur et les crêtes ne sont plus écrêtées net. Une bande haute négative dans **F (bs)** atténue aussi le grain aigu du produit.

> **Le mot de l'auteur**
>
> En combinant la fusion, la hauteur d'entrée, la hauteur de sortie, la position pre ou out, **Bias Fm On** et **Bias Fm In**, on obtient des types de saturation très différents, sans même utiliser le compresseur de sortie. François reconnaît que ses démonstrations ne montrent qu'une petite partie de ces possibilités : il faut expérimenter, car les résultats varient énormément d'une combinaison à l'autre.

Idées de départ

- **Une voix ou une basse qui prend du grain en poussant.** Chargez **tr_670** et écoutez sa destination, ou partez des réglages par défaut avec **Bias x gr** entre 0,3 et 1 et **Bias on limit** à 1. Dosez ensuite avec **bias amp**.
- **De la densité sur un bus ou un master, à niveau égal.** Un drive compensé (**Bias Fm On** de 1,5 à 2, **Bias <> bs->ub** à 1) devant un limiteur doux (**Bias on limit** vers 0,5, **Bias limit knee** de 30 à 60, **Bias on ratio** de 2 à 4). N'oubliez pas qu'un des cinq montants doit être différent de 0 : une valeur infime de **Bias x base** suffit, comme dans **pulsarmodular_p42**.
- **Une saturation paire sur une batterie ou une guitare.** Suivez la démarche « Une saturation paire » ci-dessus, puis donnez au limiteur une attaque de quelques millisecondes pour préserver les transitoires.
- **Des textures pour le sound design. Bias +inverse** à 0 en fusion directe, pour laisser passer la hauteur (retirez le décalage avec la bande basse de **F (bs)** à −1), le délai du produit avec une réinjection négative, et **bias amp** au-delà de ±1. Gardez **bias dst limit** à 1 pour protéger vos écoutes.

CHAPITRE 22

Le lookahead

Le claquement d'une caisse claire qui passe avant que le compresseur ne réagisse, la consonne qui dépasse d'une voix pourtant bien tenue, la crête qui oblige le limiteur du master à écrêter : ces trois situations ont une même cause. Un compresseur ordinaire réagit toujours **après** le son : il faut qu'un transitoire soit arrivé pour que le détecteur le mesure, puis que l'enveloppe ait le temps de descendre. Le *lookahead* (« regarder devant ») résout ce problème en retardant le signal que l'on entend : le compresseur mesure le son un peu avant de le traiter, et peut donc commencer à réduire le gain avant que le transitoire n'arrive.

Comprendre pousse cette idée beaucoup plus loin que d'habitude :

- il ne se contente pas de décaler la détection : il fait tourner une **copie complète** du compresseur sur le signal « futur », et peut anticiper soit la **détection**, soit l'**enveloppe** de gain (les « deux écoles ») ;
- un **maintien** réglable (*peak hold*) permet d'avancer l'attaque sans avancer le relâchement ;
- un **suiveur d'enveloppe dédié**, réglé par les onglets **ENV (la)** et **A/R (la)**, peut lisser l'enveloppe anticipée ;
- enfin, le lookahead peut fonctionner **à l'envers** : le compresseur regarde alors dans le passé et compresse plus tard.

Pour concevoir ce module, François s'est notamment appuyé sur une vidéo de Dan Worrall, *The Least Exciting Compressor Feature* : il la compte parmi celles qui l'ont le plus inspiré, et en recommande le visionnage. Là où un lookahead ordinaire se contente de décaler le compresseur dans le temps, celui de Comprendre vous laisse dessiner la façon dont la compression arrive : François parle d'une anticipation personnalisable, et conclut sa vidéo en affirmant, avec une fierté assumée, qu'il tient ce lookahead pour le meilleur qu'on puisse trouver dans un compresseur. L'ingénieur de mastering y trouvera un limiteur qui voit venir les crêtes ; le mixeur, une façon de prendre en charge les attaques d'une voix ou d'un piano sans arriver en retard, ou au contraire de laisser passer les attaques pour ne compresser que les notes tenues ; le sound designer, un compresseur qui peut, littéralement, compresser en retard.

Les sept réglages du lookahead occupent la moitié droite de l'onglet **MOD & LA** ; la moitié gauche est consacrée aux modulations (chapitre 23).



Figure 125 — Les réglages du lookahead dans l'onglet MOD & LA : la delay, la det pk, la det min max, det->la.det, la env pk, la env min max, env->la.env.

> **Copiez l'état du plugin avant de manipuler le lookahead**
>
> François le dit sans détour : les réglages du lookahead sont extrêmement sensibles, à commencer par **la delay**. Avant de les explorer, enregistrez un preset ou copiez l'état du plugin dans votre logiciel hôte, pour pouvoir revenir facilement en arrière. **la delay** change la latence du plugin, et **la delay**, **la det pk** et **la env pk** recréent des mémoires internes à chaque modification ; un petit mouvement peut transformer complètement le comportement du compresseur.

Le principe : deux chaînes décalées dans le temps

Le chapitre 6 l'a annoncé : dès que **la delay** est différent de 0, Comprendre fait tourner **deux fois** toute sa chaîne de traitement.

- La **chaîne présente** est celle que l'on entend. Avec un lookahead, elle lit le signal d'entrée avec un retard Δ, égal à la durée réglée.
- La **chaîne future** est une copie complète de la chaîne présente : mêmes filtres d'entrée, mêmes égaliseurs dynamiques, même détection, même courbe de transfert, même suiveur d'enveloppe, et même tout le reste, avec ses propres mémoires. Elle lit le signal **sans** ce retard : elle a donc Δ d'avance sur la chaîne présente. Son son n'est **jamais** entendu.

Les deux chaînes sont alimentées par la même ligne à retard, placée juste après **Input Db** (chapitre 6). La chaîne future fournit à la chaîne présente deux grandeurs :

1. son **signal de détection**, c'est-à-dire le niveau instantané qui entre dans le compresseur, avant toute la détection de l'onglet **DET (in)** ;
2. son **enveloppe de gain finale**, c'est-à-dire le gain qui sort du compresseur, après la courbe de transfert et le suiveur **A/R (cv)**.

La chaîne présente peut utiliser l'une, l'autre, ou les deux, à deux endroits différents :

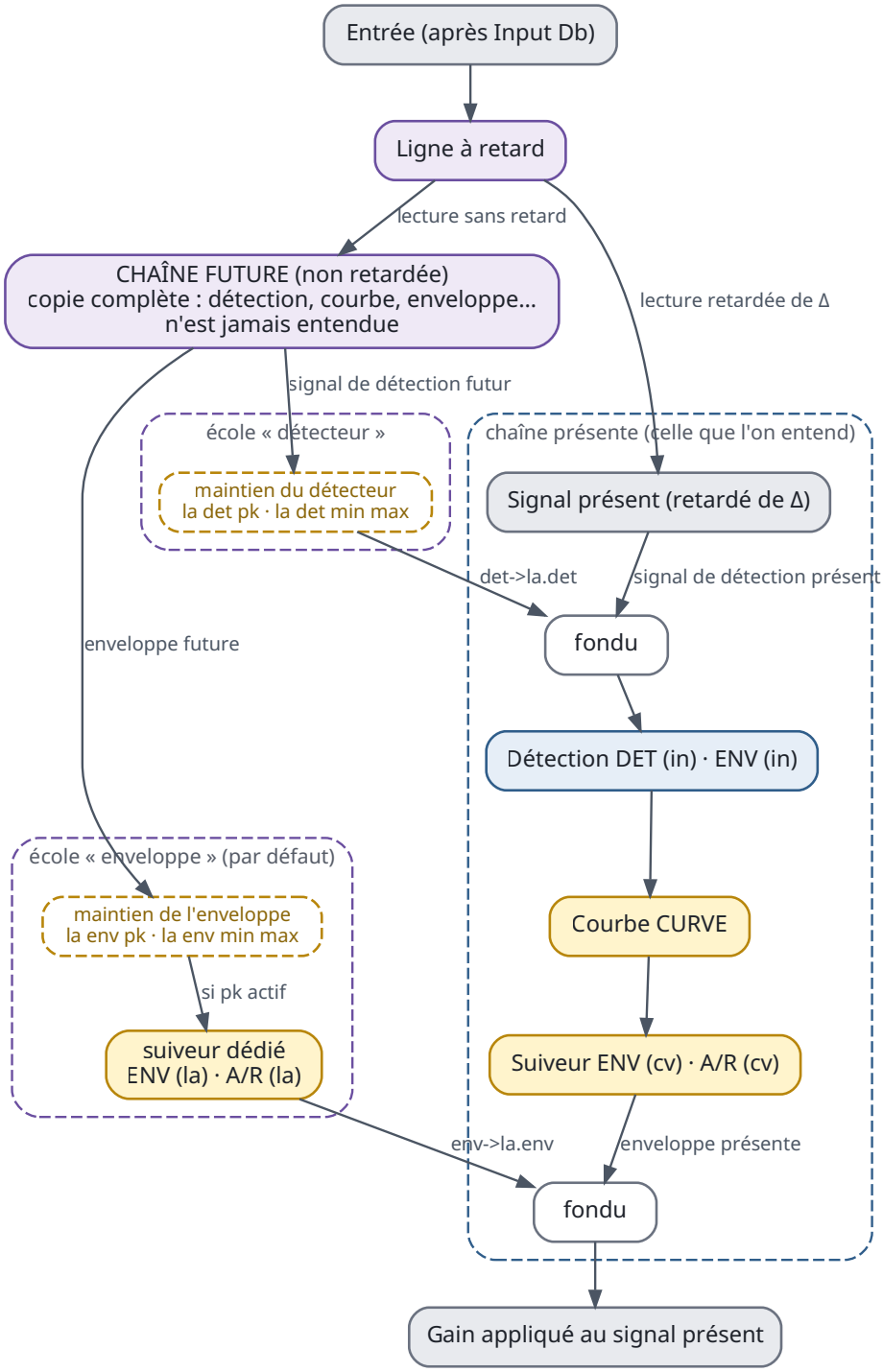


Figure 126 — Les deux chaînes et les deux points d'injection du lookahead. À gauche, ce que fournit la chaîne future ; à droite, la chaîne présente, la seule que l'on entend.

- le signal de détection futur peut remplacer celui du présent **juste avant** la détection : c'est l'école « détecteur », dosée par **det->la.det** ;
- l'enveloppe future peut remplacer celle du présent **juste après** le compresseur : c'est l'école « enveloppe », dosée par **env->la.env**, active par défaut.

Dans les deux cas, la grandeur future peut passer d'abord par un **maintien** (réglages **pk** et **min max**), et, côté enveloppe seulement, par un **suiveur d'enveloppe dédié** (onglets **ENV (la)** et **A/R (la)**).

La figure suivante résume ce qui se passe à un instant donné. Pendant que la chaîne présente traite et fait entendre l'échantillon $t - \Delta$, la chaîne future mesure l'échantillon t, le plus récent que le plugin ait reçu. La valeur appliquée à $t - \Delta$ est donc connue Δ secondes « à l'avance ». Avec un maintien, ce n'est pas seulement la valeur future à t qui compte, mais l'extremum des valeurs futures sur une fenêtre qui se termine à t.

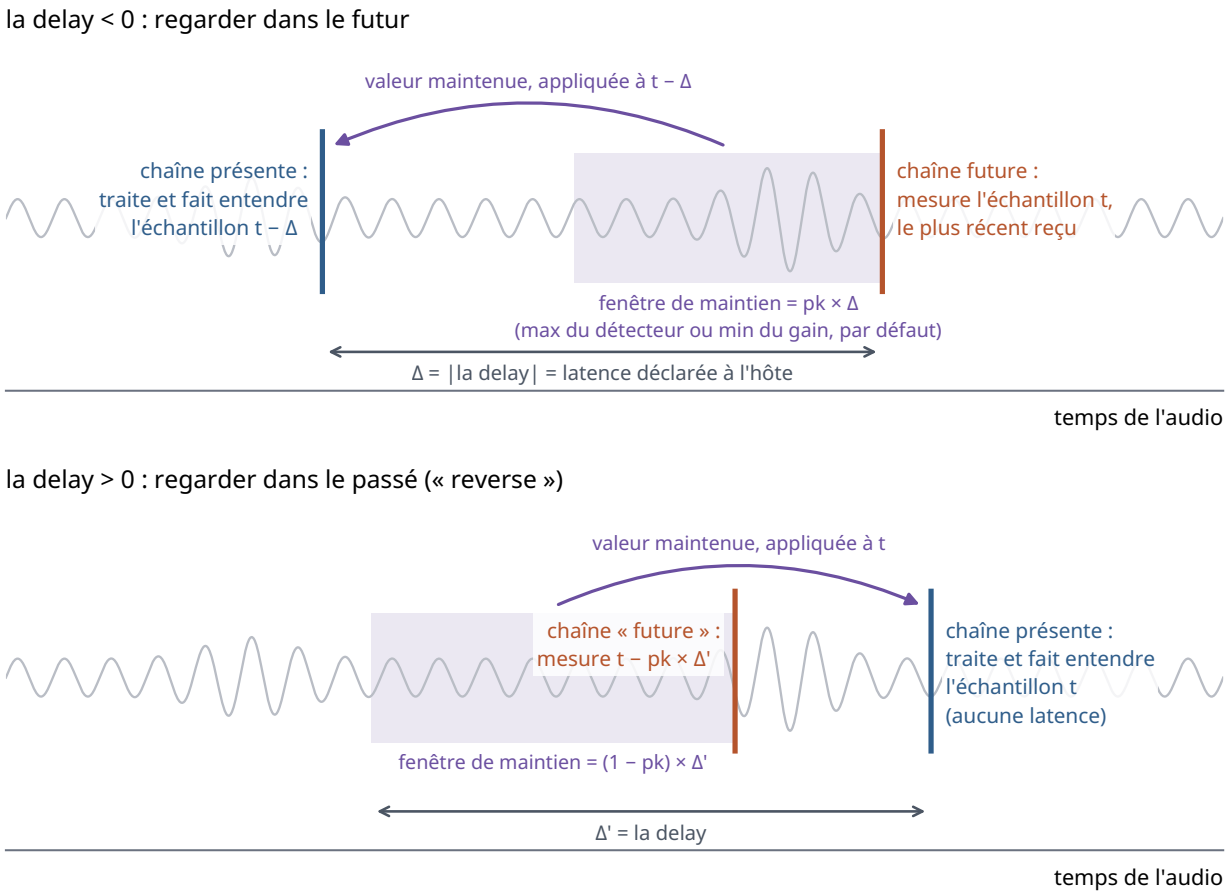


Figure 127 — Ce qui est mesuré et ce qui est appliqué. En haut, le lookahead (la delay négatif) ; en bas, le « reverse » (la delay positif), décrit plus loin.

> **Une copie complète, donc un calcul double**
>
> La chaîne future tourne dès que **la delay** est différent de 0, même si **det->la.det** et **env->la.env** sont tous deux à 0. Elle refait tout le travail de la chaîne présente, saturations comprises : la charge de calcul double à peu près. Si le circuit inverse du bias est actif (chapitre 19), le lookahead lui est appliqué de la même manière, avec les mêmes réglages.

> **Ce que montrent les graphes**
>
> Les graphes affichent la chaîne présente, c'est-à-dire le son que l'on entend (chapitre 4). Avec un lookahead, on voit donc la réduction de gain commencer **avant** le transitoire qui la provoque.

De la ligne à retard au limiteur numérique

L'idée est presque aussi ancienne que la compression : dès 1947, le limiteur General Electric BA-5 retardait l'audio dans une ligne à retard pour que la commande ait le temps d'agir (chapitre 2). Le numérique l'a rendue courante. En 1994, le Waves L1 devient le premier limiteur numérique « brick-wall » à lookahead fabriqué en série, capable, selon la presse spécialisée, de raboter les quelques décibels supérieurs des crêtes sans effet audible. La fonction est ensuite reprise par la plupart des limiteurs et maximiseurs de mastering, et le L1 devient l'un des outils de la guerre du volume des années 1990. Le Weiss DS1, compresseur numérique de mastering apparu en 1998, a lui aussi son lookahead, baptisé **Preview**. Le prix à payer n'a jamais changé : une latence. Ce que Comprendre ajoute, c'est tout le reste : le choix de ce qui est anticipé, le maintien, le suiveur dédié, et même le sens du temps.

Regarder le futur, ou le passé

la delay

onglet MOD & LA

Plage : `−1 à 1 s` **Défaut :** `0 s` **Identifiant :** `la_delay`

Durée du décalage entre les deux chaînes, et sens de ce décalage. C'est le réglage qui met en marche tout le module.

- **0** (défaut) : le lookahead est désactivé. Rien n'est calculé, aucune latence n'est ajoutée. Une valeur dont la valeur absolue est inférieure à une période d'échantillonnage interne (environ 21 µs à 48 kHz sans suréchantillonnage) revient au même.
- **Négatif** : **lookahead**, on regarde dans le futur. La chaîne présente est retardée de |la delay| ; la chaîne future voit le signal |la delay| plus tôt. Le plugin déclare une latence de |la delay| à l'hôte, qui la compense : à l'écoute, le son reste aligné sur les autres pistes, mais la compression arrive en avance.
- **Positif** : **reverse** (*lookbehind*), on regarde dans le passé. La chaîne présente n'est pas retardée et aucune latence n'est ajoutée ; c'est la chaîne « future » qui est retardée. Le compresseur réagit alors plus tard que d'habitude (voir « Le lookahead à l'envers »).

La plage va de −1 à +1 s. La course du potentiomètre est très progressive autour du centre : à mi-chemin entre le centre et une butée, la valeur n'est que d'environ 4 ms ; 0,1 s est atteint aux trois quarts de cette demi-course, 0,25 s vers 84 %. Pour une valeur précise, tapez-la dans la case.

Les usages typiques vont de quelques millisecondes (anticiper les transitoires, comme dans un limiteur) à quelques centaines de millisecondes. François utilise −0,25 s dans sa démonstration, pour forcer le trait : l'effet devient alors très visible sur les graphes, et très audible.

Quand la delay passe à une valeur positive, **la det pk** prend automatiquement la valeur de **la env pk** (voir plus loin).

> **♪ En musique : combien d'avance ?**
>
> La bonne valeur de **la delay** dépend de ce que vous voulez attraper. Pour un limiteur de master, ou une batterie dont les crêtes doivent être tenues, quelques millisecondes suffisent (de −1 à −5 ms) : le preset **acqua_taupe** se contente ainsi de −4 ms. Sur un piano ou une voix, quelques dizaines de millisecondes laissent au compresseur le temps de s'installer avant la note : **massenbug_drc2_piano**, imitation du MDWDRC2 de Massenburg DesignWorks dont le nom évoque un réglage pour piano, anticipe de 44 ms. Au-delà de 100 ms, on entre dans l'effet : la réduction commence bien avant le son, et l'on entend souvent le niveau se creuser avant chaque attaque, comme une inspiration. N'oubliez pas que chaque milliseconde d'avance s'ajoute à la latence (voir « La latence »).

Les deux écoles

François parle de deux « écoles » du lookahead. Elles diffèrent par **ce qui** est anticipé.

L'école « enveloppe », active par défaut, anticipe le **résultat** du compresseur. La chaîne future calcule, Δ à l'avance, l'enveloppe de gain complète (détection, courbe de transfert, attaque et relâchement de **A/R (cv)**, options de l'onglet **GR (cv)**) ; la chaîne présente applique cette enveloppe au lieu de la sienne. C'est cette école qui permet le suiveur dédié **ENV (la)** / **A/R (la)**.

L'école « détecteur » anticipe la **mesure**. Le signal de détection futur entre dans le compresseur de la chaîne présente, à la place (ou en mélange) du signal présent. Toute la suite, de la détection **DET (in)** au suiveur **A/R (cv)**, travaille ensuite normalement sur ce signal anticipé. C'est l'approche la plus conventionnelle du lookahead.

env->la.env

onglet MOD & LA

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `la_env2env`

Dosage de l'école « enveloppe » : mélange linéaire entre l'enveloppe de gain future (traitée par le maintien et le suiveur dédié) et l'enveloppe du présent.

- **1** (défaut) : le gain appliqué est entièrement celui de la chaîne future. L'enveloppe calculée par la chaîne présente n'est plus utilisée pour le gain.
- **0** : l'école « enveloppe » est désactivée. Le maintien et le suiveur dédié ne sont même pas calculés.
- **Entre les deux** : gain = enveloppe future × x + enveloppe présente × (1 − x). On peut ainsi ne prendre qu'une partie de l'anticipation.

Avec les réglages par défaut (**la env pk** à 1, **la env min max** à −1, **env->la.env** à 1), il suffit de rendre **la delay** négatif pour obtenir un lookahead complet : la réduction de gain commence Δ plus tôt et le relâchement d'origine est conservé.

Ce mélange a lieu tout à la fin du compresseur : le gain qui en résulte est celui qu'utilisent ensuite le gain de la cible, les égaliseurs dynamiques, le waveshaper et le bias.

det->la.det

onglet MOD & LA

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `la_det2det`

Dosage de l'école « détecteur » : mélange linéaire, à l'entrée du compresseur de la chaîne présente, entre le signal de détection futur (éventuellement maintenu par **la det pk**) et le signal de détection présent.

- **0** (défaut) : l'école « détecteur » est désactivée.
- **1** : le compresseur du présent ne voit que le signal de détection futur.
- **Entre les deux** : niveau détecté = futur × x + présent × (1 − x). C'est un mélange de niveaux, avant la détection : la courbe de transfert s'applique ensuite au résultat.

Ce réglage n'a d'effet que si **la delay** est différent de 0. Pour entendre l'école « détecteur », il faut aussi **baisser env->la.env**, qui vaut 1 par défaut (voir ci-dessous).

> **L'enveloppe a la priorité**
>
> Les deux écoles peuvent être actives en même temps, mais l'école « enveloppe » l'emporte. Avec **env->la.env** à 1, le gain appliqué est entièrement l'enveloppe future, qui est calculée par la chaîne future à partir de sa propre détection : le signal de détection anticipé injecté dans la chaîne présente n'a alors plus aucun effet sur le gain. Pour entendre l'école « détecteur », réglez **env->la.env** à 0 ; pour mélanger les deux, réglez-le entre 0 et 1.

Sur un signal simple, les deux écoles donnent des résultats très proches. La figure suivante compare l'école « enveloppe » et l'école « détecteur », toutes deux avec un maintien de 50 %, sur un créneau de 1 s ; les deux courbes de gain sont presque confondues. Les différences apparaissent ailleurs : l'école « détecteur » laisse la détection, la courbe et le suiveur **A/R (cv)** du présent traiter le signal anticipé, avec tous leurs réglages ; l'école « enveloppe » anticipe un gain déjà calculé, qu'elle peut maintenir puis lisser avec son propre suiveur.

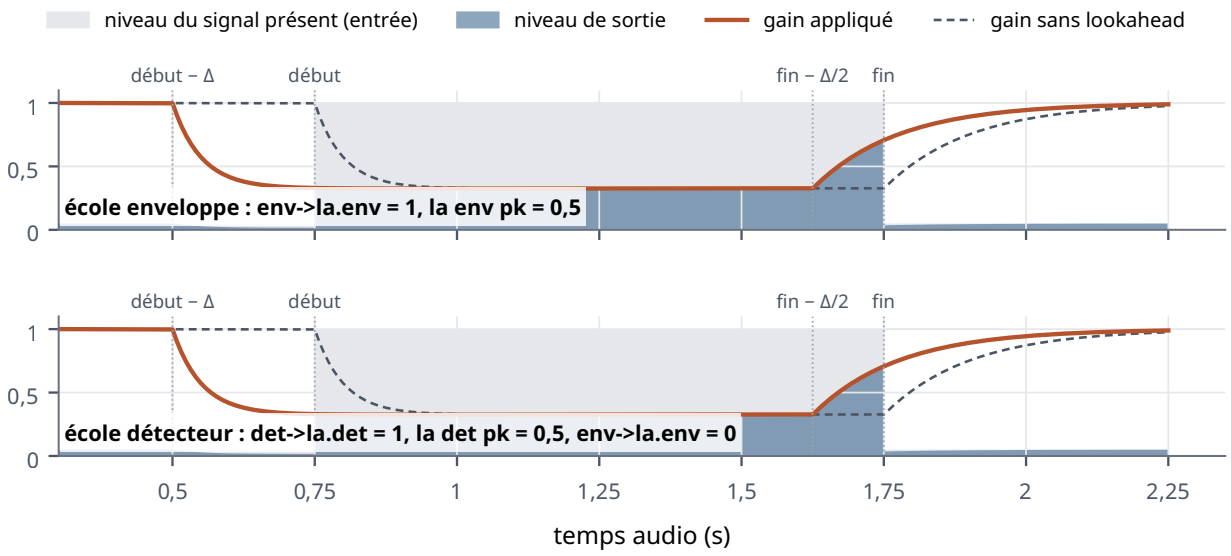


Figure 128 — École « enveloppe » et école « détecteur », même maintien de 50 % (Threshold −20 dB, Ratio 4, Attack 50 ms, Release 150 ms, la delay −0,25 s). Sur un créneau, les deux gains sont presque identiques.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François préfère nettement l'école « enveloppe », qu'il juge plus puissante : c'est elle qui permet de maintenir l'enveloppe anticipée puis de la lisser avec le suiveur dédié. L'école « détecteur » est plus conventionnelle et moins puissante, mais elle a son intérêt. Son conseil : si vous ne voulez pas que la détection soit modifiée par le lookahead, travaillez sur l'enveloppe ; si vous ne voulez pas toucher à l'enveloppe, travaillez sur la détection, et vous garderez l'enveloppe « naturelle » du compresseur.

Le maintien : pk et min max

Si l'on se contente de décaler l'enveloppe (ou la détection) de Δ, **tout** est décalé : l'attaque, mais aussi le relâchement. Le compresseur se met à relâcher Δ avant la fin du son, et la fin du son n'est plus compressée. C'est le défaut que François montre au début de sa vidéo sur le lookahead.

Le **maintien** corrige ce défaut. Au lieu de prendre la valeur future à un seul instant, on prend l'**extremum** (le minimum ou le maximum) des valeurs futures sur une fenêtre glissante. La longueur de cette fenêtre est une fraction de Δ, réglée par **pk** (*peak hold*) :

- **pk** = **0** : pas de maintien, la valeur future est simplement décalée de Δ ;
- **pk** = **1** : la fenêtre couvre tout Δ. L'attaque est avancée de Δ, mais le relâchement commence au même moment que sans lookahead ;
- **entre les deux** : l'attaque est avancée de Δ, le relâchement de Δ × (1 − pk).

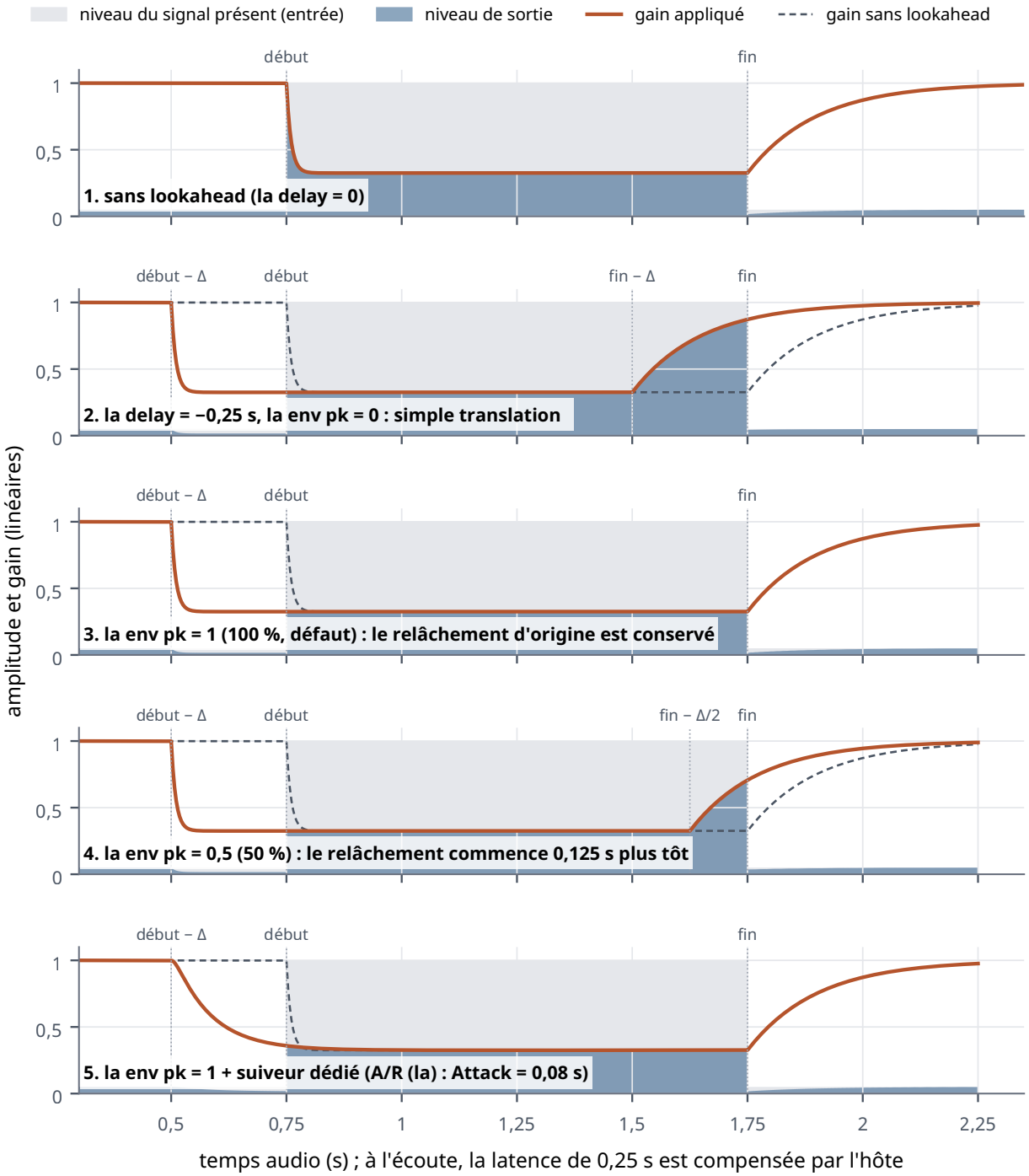


Figure 129 — Simulation sur un créneau de niveau (une onde carrée qui passe de −26 dB à 0 dB pendant 1 s), avec Threshold −20 dB, Ratio 4, Attack 10 ms, Release 150 ms. Le gain est tracé en temps audio, tel qu'on l'entend. 1 : sans lookahead. 2 : la delay −0,25 s sans maintien, le relâchement est avancé lui aussi et la fin du créneau échappe à la compression. 3 : maintien de 100 % (réglage par défaut). 4 : maintien de 50 %. 5 : maintien de 100 % et suiveur dédié (Attack (la) = 80 ms), qui transforme la marche anticipée en une descente progressive.

Le sens de l'extremum se choisit avec **min max**. Par défaut, il va dans le sens de **plus de compression** : le **maximum** du signal de détection (le niveau le plus fort à venir), le **minimum** de l'enveloppe de gain (le gain le plus bas à venir, donc la réduction la plus forte). Les défauts des deux réglages sont opposés pour cette raison : l'enveloppe est un gain, qui vaut 1 sans réduction et baisse quand on compresse.

> **Pour aller plus loin**
>
> Notons Δ le décalage et p le réglage pk. Avec un lookahead, la valeur appliquée à l'instant u est l'extremum des valeurs futures entre $u + \Delta(1 - p)$ et $u + \Delta$. Pour une compression qui, sans lookahead, irait de l'instant a à l'instant b :
>
> | Maintien | Compression obtenue |
> |---|---|
> | aucun (pk = 0) | de $a - \Delta$ à $b - \Delta$ (simple translation) |
> | dans le sens de plus de compression (défaut) | de $a - \Delta$ à $b - \Delta(1 - p)$ |
> | dans le sens inverse | de $a - \Delta(1 - p)$ à $b - \Delta$, et rien si $b - a$ est plus court que $p\Delta$ |
>
> Le maintien porte sur la valeur elle-même. En aval, le suiveur dédié (école enveloppe) ou la détection et le suiveur du présent (école détecteur) arrondissent ensuite les fronts. Le maximum ou le minimum glissant est calculé exactement, échantillon par échantillon.

la env pk

onglet MOD & LA

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `la_env_pk`

Longueur de la fenêtre de maintien appliquée à l'**enveloppe de gain** future, en fraction de Δ.

- **1** (défaut) : maintien sur tout Δ. La réduction commence Δ avant le transitoire, et le relâchement commence au même instant que sans lookahead : c'est ce que François appelle préserver le relâchement.
- **0** : pas de maintien. L'enveloppe est simplement décalée de Δ : le compresseur relâche Δ avant la fin du son.
- **Entre les deux** : le relâchement commence Δ × (1 − pk) avant le moment d'origine. À 0,5 avec Δ = 0,25 s, il commence 0,125 s plus tôt.

Ce réglage conditionne aussi le **suiveur dédié** : les onglets **ENV (la)** et **A/R (la)** n'agissent que si le maintien est actif, c'est-à-dire si **la env pk** est supérieur à 0 en lookahead (inférieur à 1 en reverse). Sans maintien, l'enveloppe future est appliquée telle quelle.

Il n'a d'effet que si **env->la.env** est supérieur à 0. En reverse (**la delay** positif), il est lié à **la det pk** : modifier l'un modifie l'autre.

la env min max

onglet MOD & LA

Plage : −1 à 1 **Défaut :** −1 **Identifiant :** `la_env_mm`

Choisit l'extremum retenu par le maintien de l'enveloppe. Le potentiomètre n'a que deux positions.

- **−1** (défaut) : **minimum** du gain sur la fenêtre, c'est-à-dire la réduction la plus forte à venir. C'est le maintien « classique » : toute compression prévue dans la fenêtre est appliquée dès maintenant, et tenue jusqu'au bout.
- **+1** : **maximum** du gain sur la fenêtre, c'est-à-dire la réduction la plus faible à venir. Le compresseur ne réduit le gain que si la réduction doit durer pendant **toute** la fenêtre. Les événements plus courts que la fenêtre sont largement ignorés, et la compression des événements longs commence plus tard et finit plus tôt.

La position +1 est un outil inhabituel : elle permet par exemple de laisser passer les transitoires brefs tout en compressant les notes tenues.

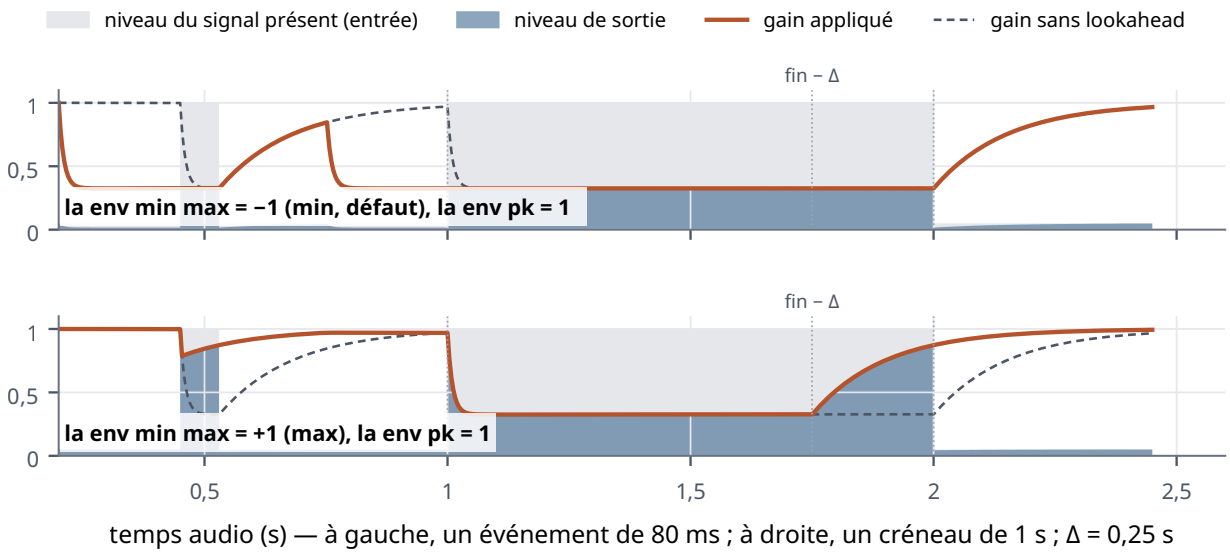


Figure 130 — Effet de la env min max sur un événement bref (80 ms) suivi d'un créneau de 1 s, avec la delay −0,25 s et la env pk = 1. En haut, le minimum (défaut) : chaque réduction est avancée de 0,25 s et maintenue. En bas, le maximum : l'événement bref ne laisse qu'une légère réduction, et le créneau n'est compressé que de son début jusqu'à 0,25 s avant sa fin.

> **♪ En musique : laisser passer les attaques, tenir les notes**
>
> La position +1 de **la env min max** renverse la logique habituelle du lookahead : au lieu d'anticiper les crêtes, le compresseur ignore largement ce qui est trop bref pour remplir la fenêtre. Avec **la delay** entre −20 et −50 ms, le pincement d'une guitare acoustique, le marteau d'un piano ou le slap d'une basse passent presque intacts, tandis que les notes tenues sont compressées. C'est une manière de garder le relief d'un jeu tout en égalisant son sustain ; la démarche « Ne compresser que les sons tenus », en fin de chapitre, donne les réglages complets.

la det pk

onglet MOD & LA

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `la_det_pk`

Longueur de la fenêtre de maintien appliquée au **signal de détection** futur, en fraction de Δ. Elle joue le même rôle que **la env pk**, mais pour l'école « détecteur » : elle n'a d'effet que si **det->la.det** est supérieur à 0.

- **0** (défaut) : pas de maintien. Le signal de détection est simplement décalé de Δ : c'est le lookahead le plus conventionnel, où l'attaque et le relâchement sont tous deux anticipés.
- **1** : le niveau détecté monte Δ avant le transitoire et ne redescend qu'au moment où il serait redescendu sans lookahead.
- **Entre les deux** : la détection redescend Δ × (1 − pk) avant le moment d'origine.

Le signal de détection est un niveau instantané, qui suit la forme d'onde. Un maximum glissant sur une fenêtre plus longue qu'une période remplace donc aussi les oscillations de la forme d'onde par un niveau de crête maintenu : la détection DET (in) reçoit alors un signal beaucoup plus lisse.

En reverse (**la delay** positif), **la det pk** et **la env pk** sont liés : modifier l'un modifie l'autre. Quand **la delay** devient positif, **la det pk** prend la valeur de **la env pk**.

la det min max

onglet MOD & LA

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `la_det_mm`

Choisit l'extremum retenu par le maintien du signal de détection. Le potentiomètre n'a que deux positions.

- **+1** (défaut) : **maximum**, le niveau le plus fort à venir. C'est le *peak hold* habituel.
- **−1** : **minimum**. La détection ne retient que ce qui reste fort pendant toute la fenêtre : les crêtes brèves disparaissent de la détection.

Attention : le signal de détection suit la forme d'onde et passe par zéro à chaque alternance. Dès que la fenêtre dépasse une demi-période du signal, son minimum est donc presque nul : sur un signal musical, la position −1 annule pratiquement la détection anticipée. Elle ne garde un sens que pour des fenêtres très courtes, ou des signaux qui ne repassent pas par zéro.

Les défauts de **la det min max** (+1) et de **la env min max** (−1) sont opposés, mais tous deux vont dans le sens de plus de compression : un niveau détecté plus fort, ou un gain plus bas.

À confirmer par François

Avec **Channels Unlink** supérieur à 0, le maintien du détecteur par canal est appliqué au signal non redressé : le maximum ne retient que les crêtes positives et le minimum les crêtes négatives, contrairement au mode lié. De plus, en reverse avec une fenêtre de maintien non nulle, la mémoire du maintien du détecteur par canal n'est pas créée et le détecteur anticipé par canal vaut 0. Est-ce voulu ?

Le suiveur dédié : ENV (la) et A/R (la)

Le maintien de l'enveloppe avance l'attaque d'un bloc : la réduction future arrive Δ plus tôt, mais avec la même brutalité que l'attaque d'origine. Avec un Δ de quelques millisecondes et une attaque nulle, c'est souvent ce qu'on cherche (un limiteur qui ne laisse pas passer les transitoires). Avec un Δ plus long, on peut préférer que le gain **glisse** progressivement vers la réduction pendant tout le temps d'anticipation : c'est le rôle du **suiveur dédié**.

Ce suiveur est un suiveur d'enveloppe complet, construit sur le même moteur que les trois autres (chapitres 11 et 12). Il est placé juste après le maintien de l'enveloppe, et suit le **gain** maintenu :

- **Attack** de l'onglet **A/R (la)** lisse l'**arrivée** de la réduction (le gain qui descend) ;
- **Release** de l'onglet **A/R (la)** lisse son **retour** (le gain qui remonte).

Sur la figure du créneau (panneau 5), une attaque de 80 ms transforme la marche anticipée en une descente progressive qui commence 0,25 s avant le son et atteint presque toute la réduction au moment où le son arrive. François décrit ce comportement comme un suiveur qui glisse à l'intérieur de l'enveloppe maintenue.

> **Ordre de grandeur**
>
> En mode logarithmique et avec l'altitude par défaut, un suiveur parcourt 63 % du chemin en un temps égal à l'attaque, et 95 % en trois fois ce temps (chapitre 12). Une **Attack** de l'onglet **A/R (la)** égale au tiers de |**la delay**| amène donc le gain à 95 % de la réduction au moment où le transitoire arrive.

Le suiveur dédié n'agit que si **toutes** les conditions suivantes sont réunies :

1. **la delay** est différent de 0 ;
2. **env->la.env** est supérieur à 0 ;
3. le maintien de l'enveloppe est actif : **la env pk** supérieur à 0 en lookahead, inférieur à 1 en reverse ;
4. **Attack** ou **Release** de l'onglet **A/R (la)** est supérieur à 0. Ces deux temps valent **0 par défaut** : le suiveur recopie alors simplement l'enveloppe maintenue.

Les autres réglages de **ENV (la)** et **A/R (la)** ont le même rôle que ceux des onglets **ENV (cv)** et **A/R (cv)**, décrits aux chapitres 11 et 12. Le tableau suivant donne les correspondances et les particularités.

Onglet (la)	Réglages	Où les lire	Particularités du suiveur dédié
A/R (la)	**Attack**, **Release**	chapitre 12 (Attack et Release de la rangée principale)	Ils sont dans l'onglet lui-même, à la place de **mod attack** et **mod release**. **0 par défaut** : à 0 tous les deux, le suiveur est désactivé. Pas de modulation possible (chapitre 23).
A/R (la)	**Attack Auto**, **Release Auto**	chapitre 12	Ils utilisent la constante de temps **auto secs** de l'onglet **DET (in)**.

Onglet (la)	Réglages	Où les lire	Particularités du suiveur dédié
A/R (la)	**Attack Altitude**, **Attack Shape**, **Att Ret From**, **Att Ret Spd**, **Attack Mode**, et leurs équivalents de relâchement	chapitre 12	Identiques. Sur les petits graphes d'attaque et de relâchement, le suiveur dédié est tracé en lavande (chapitre 4).
ENV (la)	**EvMu Lin/Db**, **EvMu Br/Cp**, **Hold branch**	chapitre 11	Identiques.
ENV (la)	**Env->Mu**, **Mu Min Att**, **Mu Max Att**, **Mu Pow Att**, **Mu Min Rel**, **Mu Max Rel**, **Mu Pow Rel**, **Mu Speed**	chapitre 11	Les vitesses Mu sont pilotées par le gain suivi, qui vaut 1 sans réduction : « Max » correspond donc à l'absence de réduction, à l'inverse de **ENV (cv)**, où « Max » correspond à un signal fort.
ENV (la)	**Env/Mu->Gamma**, **Gamma A delai**, **Gamma R delai**	chapitre 11	Pour la seule part Gamma, le code traite le signal suivi comme un niveau et non comme un gain : l'arrivée de la réduction prend le plus long des deux temps de **A/R (la)**, son retour le plus court (point à confirmer, voir le chapitre 11).

> **♪ En musique : dessiner l'arrivée de la compression**
>
> C'est ici que le lookahead de Comprendre devient un outil d'expression. Sans suiveur dédié, la réduction tombe d'un bloc, Δ avant le son. Avec une **Attack** de l'onglet **A/R (la)** égale au tiers de |**la delay**|, le gain glisse vers la réduction pendant tout le temps d'anticipation et l'atteint presque quand la note arrive : sur une voix ou une guitare acoustique, l'attaque est tenue sans que l'on entende le compresseur « tomber ». Allongez cette attaque, et la compression arrive comme un fondu encore en cours au moment du transitoire, qui garde alors un peu de son mordant. Le **Release** du même onglet arrondit de la même façon le retour du gain. Essayez sur une voix avec **la delay** à −20 ms et une **Attack** de l'onglet **A/R (la)** de 7 ms, puis comparez avec le suiveur éteint (ses deux temps à 0).

Le lookahead à l'envers

Avec **la delay** positif, Comprendre regarde dans le **passé** : François parle de *reverse* ou de *lookbehind*. La chaîne présente n'est plus retardée, aucune latence n'est ajoutée ; c'est la chaîne « future » qui lit le signal en retard, de **la delay** × **pk**, et la fenêtre de maintien couvre le reste, **la delay** × (1 − **pk**). Toute la panoplie reste disponible (école détecteur ou enveloppe, maintien, suiveur dédié), mais à l'envers.

En reverse, il n'existe qu'une seule chaîne « future », dont le retard dépend de **pk** : les deux réglages **la det pk** et **la env pk** sont donc liés, et bouger l'un bouge l'autre. Leur sens est lui aussi inversé (Δ' désigne ici la valeur de **la delay**) :

- **pk** = **1** (défaut de **la env pk**) : pas de maintien, la compression est simplement **retardée** de Δ'. Le début du son passe sans être compressé, et la réduction se prolonge Δ' après la fin du son : « mon compresseur compresse plus tard », dit François.
- **pk** = **0** : pas de retard, mais un maintien sur toute la fenêtre Δ'. L'attaque arrive à l'heure, et la réduction est **tenue** pendant Δ' après la fin du son avant que le relâchement ne commence : c'est un *hold*.

• **Entre les deux** : l'attaque est retardée de Δ' × pk, le relâchement de Δ'.

Comme en lookahead, le maintien par défaut va dans le sens de plus de compression. Le suiveur dédié n'agit qu'avec **la env pk** inférieur à 1.

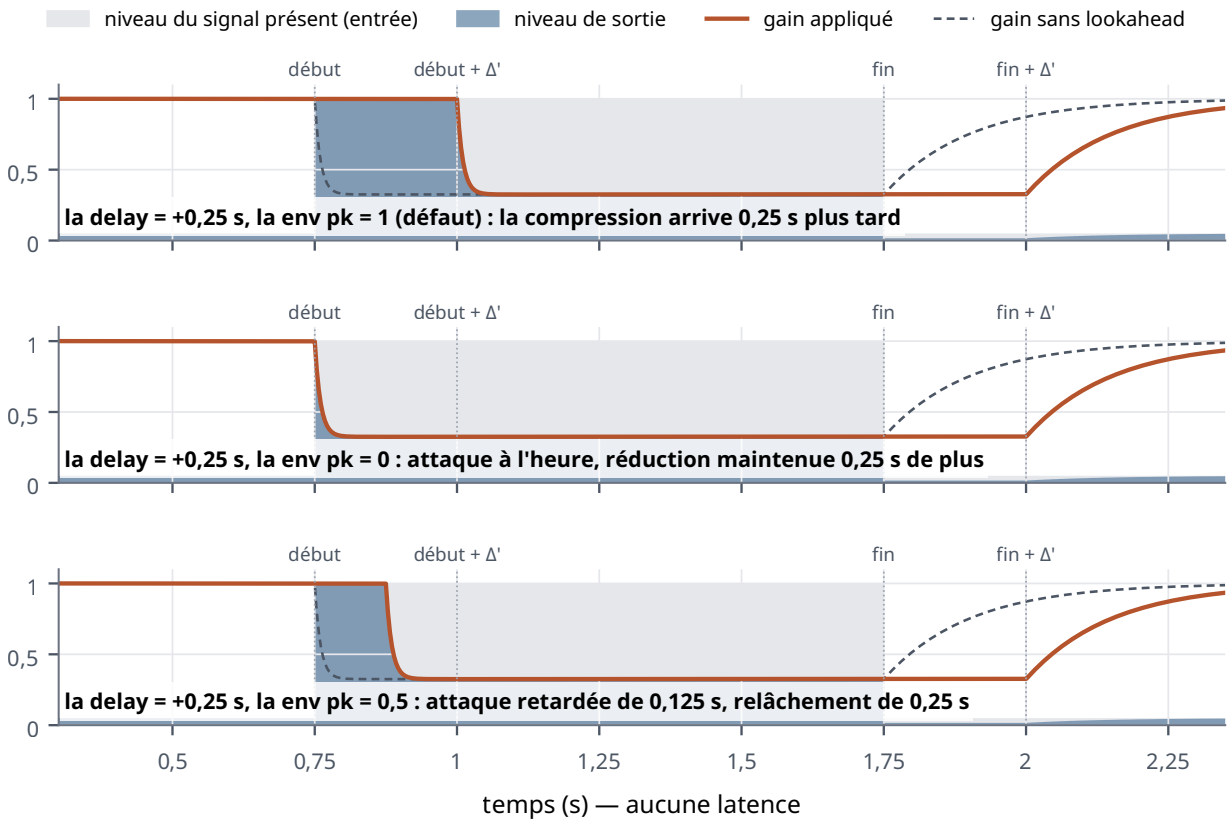


Figure 131 — Le reverse, la delay +0,25 s, mêmes réglages que la simulation précédente. En haut, pk = 1 : la compression est retardée. Au milieu, pk = 0 : la réduction est tenue 0,25 s de plus. En bas, pk = 0,5.

Le mot de l'auteur

François présente le reverse avec humour : c'est « un peu ridicule », mais « ça peut être drôle ». Retarder volontairement la compression laisse passer l'attaque des sons et prolonge leur réduction, un peu comme un compresseur qui réagirait avec un temps de retard.

Un « lookahead inversé » dans le 1176

L'idée d'une compression qui arrive en retard n'est pas qu'une plaisanterie. Le manuel du 1176 décrit son célèbre mode « all buttons », les quatre boutons de ratio enfoncés ensemble, comme une sorte de « lookahead inversé » : l'attaque y prend du retard sur les premiers transitoires, et la distorsion augmente radicalement (chapitre 2). Comprendre ne reproduit pas ce mode, mais son reverse permet d'explorer, à sa manière, ce que l'on gagne à laisser passer le début d'un son.

♪ En musique : compresser en retard

Sur une batterie, le reverse avec **la env pk** à 1 laisse passer intacte l'attaque de chaque coup, puis compresse le corps du son et prolonge la réduction de **la delay** après sa fin : le claquement ressort, la suite est tenue. Avec **la env pk** à 0, l'attaque arrive à l'heure, mais la réduction reste en place pendant **la delay** après la fin du son, sans aucune latence : de quoi garder en retrait la résonance d'une pièce ou d'un tom après chaque coup. Un seul preset regarde dans le passé : **acqua_titanium**, imitation du Titanium d'Acustica Audio, une suite de traitements échantillonnés sur des appareils à lampes, règle **la delay** à +0,032 s, avec **la env pk** à 1 : sa compression arrive 32 ms plus tard que d'ordinaire.

La latence

Avec un lookahead (**la delay** négatif), le son que l'on entend est retardé de |la delay|. Comprendre déclare ce retard à l'hôte comme une **latence**, que l'hôte compense automatiquement (compensation de latence, ou PDC). À l'écoute, la piste reste alignée sur les autres ; c'est la compression qui arrive en avance.

- La latence ajoutée vaut |la delay| × fréquence d'échantillonnage, arrondi à l'échantillon inférieur : 12 000 échantillons pour −0,25 s à 48 kHz, 240 échantillons pour −5 ms.
- Elle s'ajoute à celle des filtres FIR (chapitre 14) et à celle du suréchantillonnage (chapitre 7). Par exemple, à 48 kHz sans suréchantillonnage, un lookahead de −5 ms et des filtres FIR de 65 points donnent 240 + 32 = 272 échantillons.
- En reverse (**la delay** positif), aucune latence n'est ajoutée.
- Le signal *dry* du **Dry/Wet** et la référence de **Monitor Delta** sont pris sur le signal présent : ils restent alignés sur le signal traité.

Latence et jeu en direct

Un lookahead de plusieurs dizaines de millisecondes retarde d'autant tout ce qui passe par la piste. C'est sans importance au mixage, mais gênant pour l'enregistrement ou le jeu en direct à travers le plugin.

À confirmer par François

La ligne à retard contient seize fois la fréquence d'échantillonnage de l'hôte, soit une seconde seulement au suréchantillonnage ×16. Avec ×16 et une **la delay** proche de ±1 s (plus le retard des filtres FIR), le retard demandé dépasse la ligne et le retard réellement lu est faux. Faut-il limiter **la delay** dans ce cas ?

À confirmer par François

Modifier **la delay**, **la det pk** ou **la env pk** recrée les mémoires du maintien pendant que le son est en cours de calcul. Cela peut-il provoquer des clics, voire un plantage, en cours de lecture ? Faut-il conseiller de régler ces trois paramètres lecture arrêtée ?

À confirmer par François

Avec l'école « enveloppe », seul le gain final est remplacé par le gain futur. L'enveloppe du designer optique (onglet **GR (cv)**, chapitre 15) reste calculée par la chaîne présente, relativement au gain présent, et n'est donc pas anticipée. Est-ce voulu ?

Démarches pratiques

Un lookahead de limiteur

C'est l'usage le plus courant : empêcher les transitoires de passer avant que le compresseur ne réagisse.

1. Réglez le compresseur en limiteur : ratio élevé, **Attack** à 0 ou presque, **Release** selon le programme.
2. Réglez **la delay** entre −1 et −5 ms. Les autres réglages du lookahead restent à leurs valeurs par défaut : école « enveloppe », maintien de 100 %, minimum.
3. La réduction de gain commence maintenant |la delay| avant chaque transitoire et se relâche comme avant.
4. Si le passage brutal à la réduction s'entend (un clic à chaque transitoire), donnez à **Attack** de l'onglet **A/R (la)** une valeur de l'ordre du tiers de |**la delay**| : le gain descend alors progressivement pendant le temps d'anticipation.

Anticiper sans changer le relâchement

Si votre réglage de compresseur vous convient, mais que l'attaque arrive trop tard, un lookahead avec les réglages par défaut avance l'attaque sans toucher au relâchement. Commencez par quelques millisecondes et augmentez |**la delay**| jusqu'à ce que l'attaque se place où vous le souhaitez ; réduisez **Gfx Secs** (chapitre 4) pour bien voir la réduction précéder le transitoire.

Relâcher avant la fin

Pour que le compresseur commence à relâcher un peu avant la fin des sons (par exemple pour éviter qu'un relâchement lent ne « mange » la note suivante), baissez **la env pk** : à 0,5, le relâchement commence |**la delay**|/2 plus tôt ; à 0, il commence |**la delay**| plus tôt.

Lookahead classique, sur la détection

Pour retrouver le lookahead conventionnel, où l'on se contente d'avancer la détection :

1. **la delay** négatif ;
2. **env->la.env** à 0 ;
3. **det->la.det** à 1 ;
4. **la det pk** selon le relâchement voulu : 0 pour tout décaler, 1 pour garder le relâchement d'origine.

La détection, la courbe et le suiveur **A/R (cv)** du présent traitent alors le signal anticipé avec tous leurs réglages.

C’est exactement le choix du preset **massenbug_drc2_piano** : **la delay** à −0,04436 s, **env->la.env** à 0, **det->la.det** à 1 et **la det pk** à 1, pour garder le relâchement d’origine.

Ne compresser que les sons tenus

Avec **la env min max** à +1 et **la env pk** à 1, le compresseur ne réduit le gain que si la réduction doit durer au moins |**la delay**|. Avec **la delay** entre −20 et −50 ms, les événements plus courts que |**la delay**| sont en grande partie ignorés, tandis que les sons tenus sont compressés. La compression des sons tenus commence alors au moment du son (sans anticipation) et se relâche |**la delay**| avant leur fin.

Un « hold » sans latence

Avec **la delay** positif et **la env pk** à 0, la réduction est tenue pendant **la delay** après la fin de chaque son, sans aucune latence. L’effet est comparable à celui du réglage **Hold branch** (chapitre 11), mais il porte sur l’enveloppe finale.

CHAPITRE 23

Les modulations

Imaginez un compresseur qui serre davantage une voix quand elle se durcit dans le haut médium, qui relâche plus vite sur un bus de batterie chaque fois que la grosse caisse frappe, ou dont le relâchement suit la brillance d'un mix entier. D'ordinaire, le contenu en fréquences ne change que ce qu'entend le détecteur : c'est le principe du filtre de sidechain ou du de-esser. Avec les modulations, il change la **manière** de compresser. François y voit, poussée à son terme, une forme de cohérence globale qui tient presque plus du mastering que de la compression (voir la fin du chapitre). C'est aussi l'un des terrains les moins explorés du plugin : un seul des 80 presets fournis s'en sert.

Les modulations rendent certains réglages du compresseur **dépendants du contenu du signal**, et en particulier de son contenu en fréquences. Le principe est simple : on mesure, échantillon par échantillon, de combien les égaliseurs dynamiques et le waveshaper de la **branche détection** modifient le signal ; cette mesure, mise en forme et lissée, fait varier quatre réglages du compresseur :

- la **pente du ratio** de la courbe de transfert ;
- le **ratio de la porte** ;
- le temps d'**attaque** et le temps de **relâchement** du suiveur d'enveloppe placé après la courbe.

On peut ainsi obtenir, selon l'expression de François, un ratio « sensible aux fréquences » : un compresseur qui comprime plus fort, ou relâche plus vite, quand une bande de fréquences donnée est présente dans le signal.

Les modulations se règlent à trois endroits :

- la moitié gauche de l'onglet **MOD & LA** contient les trois **sources** et les quatre réglages de **mise en forme** ;
- l'onglet **CURVE** contient les cibles **mod ratio** et **mod gate** ;
- l'onglet **A/R (cv)** contient les cibles **mod attack** et **mod release**.



Figure 132 — Les sources et la mise en forme des modulations, dans l'onglet MOD & LA.



Figure 133 — Les cibles mod ratio et mod gate, dans l'onglet CURVE.



Figure 134 — Les cibles mod attack et mod release, dans l'onglet A/R (cv).

Le principe

À chaque échantillon, Comprendre calcule une **valeur de modulation**, que nous noterons *m*. Elle vaut **1 au repos**, c'est-à-dire quand les modules sources ne modifient pas le signal, et s'en écarte quand ils le modifient. La figure suivante montre le chemin complet.

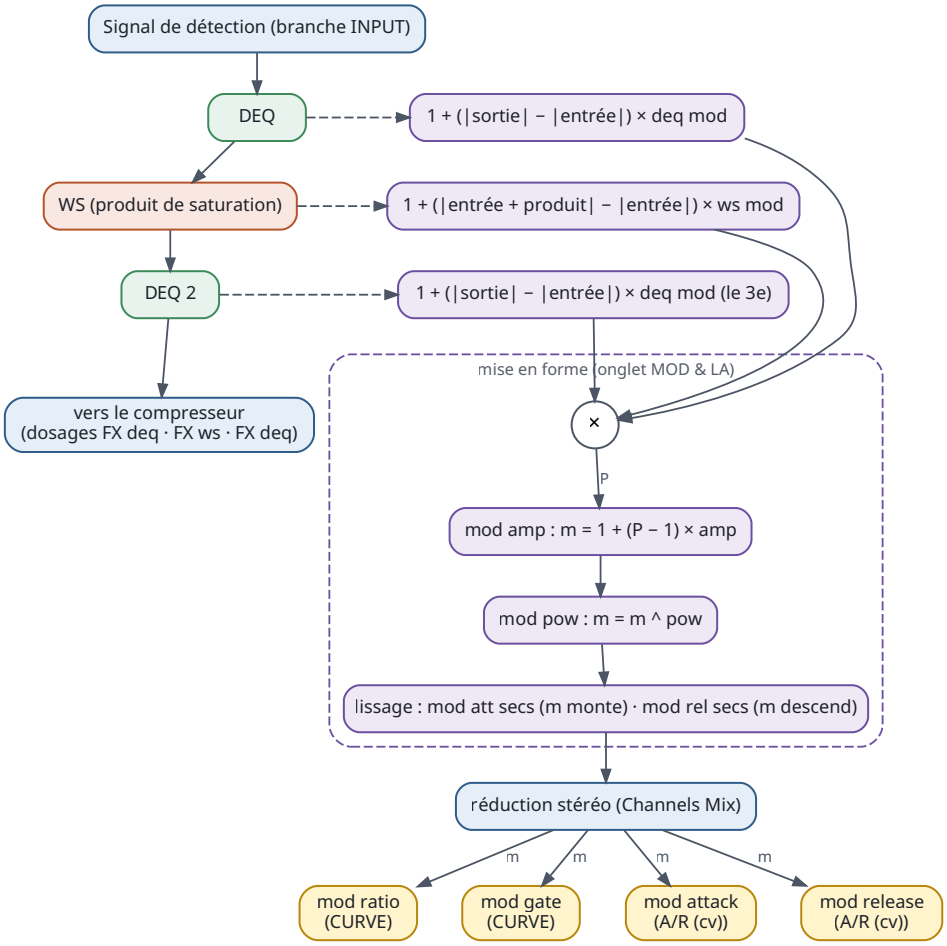


Figure 135 — Le calcul de la valeur de modulation m : trois sources mesurées sur le trio DEQ, WS, DEQ 2 de la branche détection, multipliées, mises en forme, lissées, puis appliquées aux quatre cibles.

1. **Les sources.** Dans la branche détection, le signal traverse successivement le **DEQ**, le **WS** et le **DEQ 2** (chapitres 17 et 18). Pour chacun de ces trois étages, on mesure la différence entre l'amplitude de sa sortie et celle de son entrée, on la multiplie par le réglage de source correspondant, et on ajoute 1.
2. **La combinaison.** Les trois facteurs obtenus sont **multipliés** entre eux.
3. **La mise en forme.** L'écart à 1 est amplifié par **mod amp**, le résultat est élevé à la puissance **mod pow**, puis lissé par **mod att secs** et **mod rel secs**.
4. **La réduction stéréo.** En mode lié, les valeurs des canaux sont réunies selon le réglage **Channels Mix** (chapitre 14) : moyenne en position *Avg*, valeur d'un seul canal en position *0* ou *1*, valeur du canal dont la détection est la plus faible ou la plus forte en position *Min* ou *Max*. En mode délié (**Channels Unlink**, chapitre 7), chaque canal garde sa propre valeur.
5. **Les cibles.** Chaque cible ajoute au réglage qu'elle module une quantité proportionnelle à *m*.

Les modulations n'agissent que sur le compresseur principal : ni sur la détection et l'enveloppe du bias (chapitre 20), ni sur le suiveur dédié du lookahead (chapitre 22). Elles sont calculées dans la chaîne présente et, quand un lookahead est actif, dans la chaîne future, avec des mémoires séparées : l'enveloppe anticipée est donc modulée elle aussi.

> **Quand le spectre commande la dynamique**
>
> Faire dépendre la compression du contenu en fréquences est une vieille préoccupation. À la radio, au début des années 1970, Mike Dorrough puis Bob Orban découpent le signal en bandes, parce qu'en large bande la basse « module tout le reste » et l'auditeur entend le pompage. Les de-esseurs, eux, égalisent le side-chain pour rendre le compresseur plus sensible aux sifflantes. En 1998, le Weiss DS1 mesure à la fois la crête et le RMS et choisit entre un relâchement rapide et un relâchement lent d'après leur rapport : le temps de relâchement y dépend déjà du caractère du signal. Les modulations de Comprendre prolongent ces idées : ce n'est plus seulement le niveau détecté qui dépend du timbre, mais le ratio, la porte et les temps eux-mêmes.

Les sources

Ce qui est mesuré

Chaque source mesure, **à chaque échantillon**, de combien un étage de la branche détection change l'**amplitude instantanée** du signal :

- pour le **DEQ** et le **DEQ 2** : |sortie| − |entrée| ;
- pour le **WS** : |entrée + produit de saturation| − |entrée|, où le produit de saturation est celui qui sort du traitement de l'onglet **F (ws)** (chapitre 16).

Le facteur de chaque source vaut alors 1 + (cette différence) × (réglage de la source). Un égaliseur qui **ajoute** de l'énergie dans une bande où le signal en contient donne, en moyenne, une différence positive ; un égaliseur qui en **retire** donne une différence négative. Le signe du réglage de source permet d'inverser le sens de la modulation.

Cinq conséquences sont à connaître.

- **Ce sont les modules de la branche détection** (onglet **INPUT**) qui servent de sources, pas ceux de la cible (onglet **OUTPUT**). Leurs réglages de fréquences, de gains et de saturation sont ceux des onglets **DEQ**, **WS**, **F (ws)** et **DEQ 2**, communs aux deux branches.
- **On n'est pas obligé de les entendre.** Régler une source à une valeur non nulle active le module correspondant dans la branche détection, même si son dosage dans l'onglet **INPUT** (**FX deq**, **FX ws**, **FX deq**) est à 0. Le module sert alors uniquement de source de modulation, sans rien changer à ce que mesure le compresseur. C'est ce que fait François dans sa démonstration : il ne veut pas entendre l'égaliseur, seulement s'en servir pour moduler.
- **Mais attention à la cible.** Les réglages des onglets **DEQ**, **WS** et **DEQ 2** valent aussi pour la branche cible, dont les dosages (**deq**, **ws**, **deq** de l'onglet **OUTPUT**) valent 1 par défaut : dès qu'une bande du DEQ est réglée, elle s'entend sur le signal compressé. Si le module ne doit servir que de source, mettez son dosage à 0 dans l'onglet **OUTPUT** : le premier **deq** pour le DEQ, **ws** pour le WS, le second **deq** pour le DEQ 2 (chapitre 14).
- **Le module doit être réglé.** Une source n'a d'effet que si son module fait réellement quelque chose : au moins une bande du DEQ avec une fréquence non nulle et un **min** ou un **max** non nul ; pour le WS, une mise en forme non neutre et une quantité non nulle (**Fet gr** ou **Fet env**). Sinon, le facteur reste à 1.
- **La source est elle-même dynamique.** Le gain des bandes du DEQ varie entre **min** et **max** selon l'enveloppe du compresseur (chapitre 18), et la quantité de saturation du WS dépend, par

défaut, de la réduction de gain (chapitre 17). Avec **min** et **max** différents, la source change donc avec la compression, qui change elle-même avec la modulation. Pour une source qui ne dépend que des fréquences, donnez la même valeur à **min** et à **max**.

Une mesure absolue, instantanée

La différence est calculée en amplitude linéaire (1 = 0 dBFS), échantillon par échantillon. Elle n'est pas rapportée au niveau du signal : à contenu fréquentiel égal, un signal fort donne une modulation plus grande qu'un signal faible. Et comme elle suit la forme d'onde, elle **oscille à la fréquence audio** : sans lissage, la modulation tremble à chaque alternance. Le lissage (**mod att secs**, **mod rel secs**) est donc presque toujours nécessaire.

La figure suivante simule cette mesure sur un exemple simple. Le DEQ a une seule bande, la bande médium (un passe-bande) centrée sur 2 kHz, avec une résonance de 1 et **min** = **max** = 1 : au centre de la bande, il double l'amplitude. Le signal est une sinusoïde d'amplitude 0,4, d'abord à 200 Hz, puis à 2 kHz, puis à nouveau à 200 Hz ; **deq mod** vaut 1.

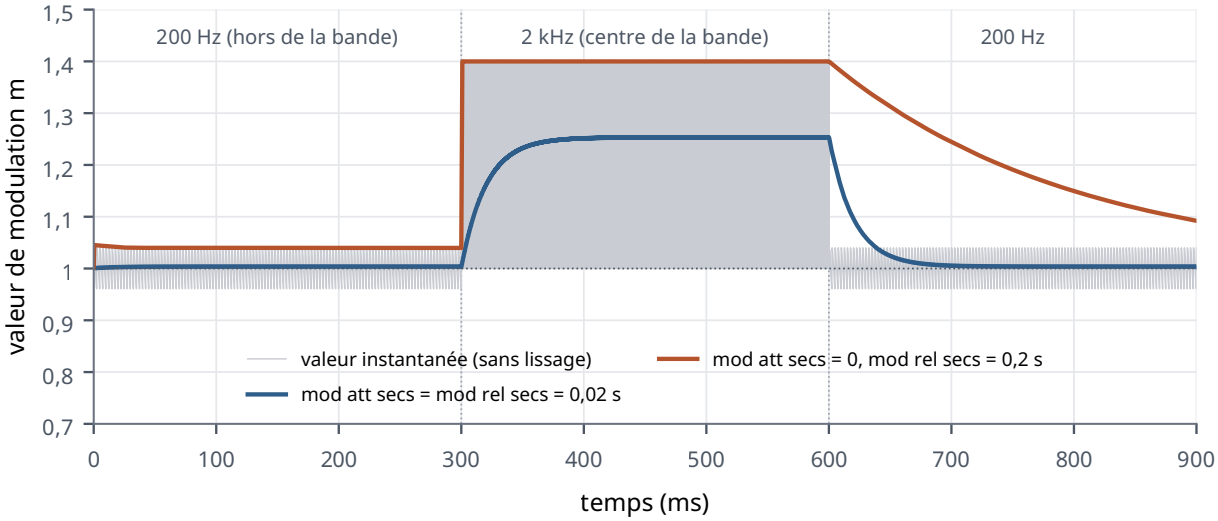


Figure 136 — Valeur de modulation mesurée sur le DEQ (bande médium à 2 kHz). À 200 Hz, hors de la bande, la valeur instantanée (en gris) oscille faiblement autour de 1. À 2 kHz, elle oscille entre 1 et 1,4, au rythme de la forme d'onde. Lissée avec des temps égaux de 20 ms (en bleu), elle se stabilise vers 1,25 ; avec une montée instantanée et une descente de 0,2 s (en orange), elle suit les crêtes et redescend lentement.

Combiner les sources

Les trois facteurs sont **multipliés** : P = (1 + a) × (1 + b) × (1 + c), où a, b et c sont les écarts mesurés sur le DEQ, le WS et le DEQ 2. Pour de petits écarts, cela revient presque à les additionner (P ≈ 1 + a + b + c) ; pour de grands écarts, le produit s'éloigne de la somme. Par exemple, deux écarts de +0,5 donnent 2,25 et non 2. Un facteur nul (écart de −1) annule tout le produit.

deq mod

onglet MOD & LA

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `freq_deq`

Réglage de la première source : la différence d'amplitude produite par le **DEQ** de la branche détection (l'égaliseur dynamique placé avant le waveshaper, onglet **DEQ**).

- **0** (défaut) : source inactive.
- **Positif** : quand le DEQ augmente l'amplitude, la valeur de modulation monte au-dessus de 1 ; quand il la diminue, elle descend.
- **Négatif** : le sens est inversé.
- Les valeurs ±1 donnent le facteur 1 ± (|sortie| − |entrée|) : la différence d'amplitude est reportée telle quelle.

Une valeur non nulle active le DEQ de la branche détection (s'il a au moins une bande réglée), même si **FX deq** est à 0 dans l'onglet **INPUT**. La course est très progressive près de 0 (environ 0,004 à mi-chemin entre le centre et une butée) : tapez les valeurs précises dans la case.

Pour amplifier l'effet au-delà de ±1, utilisez **mod amp**.

ws mod

onglet MOD & LA

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `freq_fet`

Réglage de la deuxième source : la saturation produite par le **WS** de la branche détection. La différence mesurée est |entrée + produit de saturation| − |entrée|, où le produit de saturation est celui qui sort de l'onglet **F (ws)** (filtres et limiteur compris), avant son dosage par **FX ws**.

- **0** (défaut) : source inactive.
- **Positif** ou **négatif** : même logique que pour **deq mod**.

Le waveshaper doit être configuré (mise en forme non neutre, et **Fet gr** ou **Fet env** non nul) ; une valeur non nulle l'active alors dans la branche détection, même si **FX ws** est à 0. Comme la quantité de saturation dépend par défaut de la réduction de gain (**Fet gr**), cette source est nulle tant que le compresseur ne réduit pas le gain.

Comme le DEQ, le waveshaper réglé dans l'onglet **WS** agit aussi, par défaut, sur le signal compressé (dosage **ws** de l'onglet **OUTPUT**) : mettez ce dosage à 0 s'il ne doit servir que de source.

Cette source réagit à la façon dont la saturation modifie la forme d'onde, donc à la fois au niveau et au contenu harmonique du signal. François la présente comme un usage plus extrême que le DEQ, mais tout à fait possible.

deq mod

onglet MOD & LA

Plage : −1 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `freq_dep`

Réglage de la troisième source : la différence d'amplitude produite par le **DEQ 2** de la branche détection (l'égaliseur dynamique placé après le waveshaper). Même fonctionnement que **deq mod** : 0 désactive la source ; une valeur non nulle active le DEQ 2 de la branche détection (s'il a au moins une bande réglée), même si son dosage **FX deq** de l'onglet **INPUT** est à 0.

Comme le DEQ 2 est placé après le waveshaper, sa mesure porte sur le signal déjà saturé, si le WS est dosé dans la détection.

Ce potentiomètre porte le même libellé « deq mod » que le premier : c'est le troisième de l'onglet, à droite de **ws mod**.

À confirmer par François

Les deux sources DEQ portent le même libellé, « deq mod », dans l'interface et dans l'automation de l'hôte. Un libellé distinct pour la troisième (par exemple « deq2 mod ») serait-il préférable ?

♪ En musique : choisir la bande qui commande

La source décide de ce à quoi le compresseur sera sensible. Sur un bus de batterie, une bande grave du DEQ vers 60 à 80 Hz fait réagir la modulation à chaque coup de grosse caisse ; sur une voix, une bande vers 3 à 5 kHz la fait réagir à la dureté et aux sifflantes ; sur un mix, une bande vers 200 à 300 Hz suit l'épaisseur du bas médium. Dans tous les cas, l'égaliseur peut n'être qu'une oreille : laissez **FX deq** à 0 dans l'onglet **INPUT**, mettez le **deq** correspondant de l'onglet **OUTPUT** à 0, et il ne servira qu'à moduler. La source **ws mod**, qui réagit à la saturation du waveshaper, donc à la fois au niveau et à la richesse harmonique du signal, est d'un usage plus extrême, comme le dit François. Le preset **pa_elysia** l'emploie ainsi, avec **ws mod** à −1 et un waveshaper qu'on n'entend jamais (**ws** à 0 dans l'onglet **OUTPUT**).

La mise en forme

La valeur brute P passe ensuite par trois étages, dans cet ordre : l'amplitude, la puissance, le lissage.

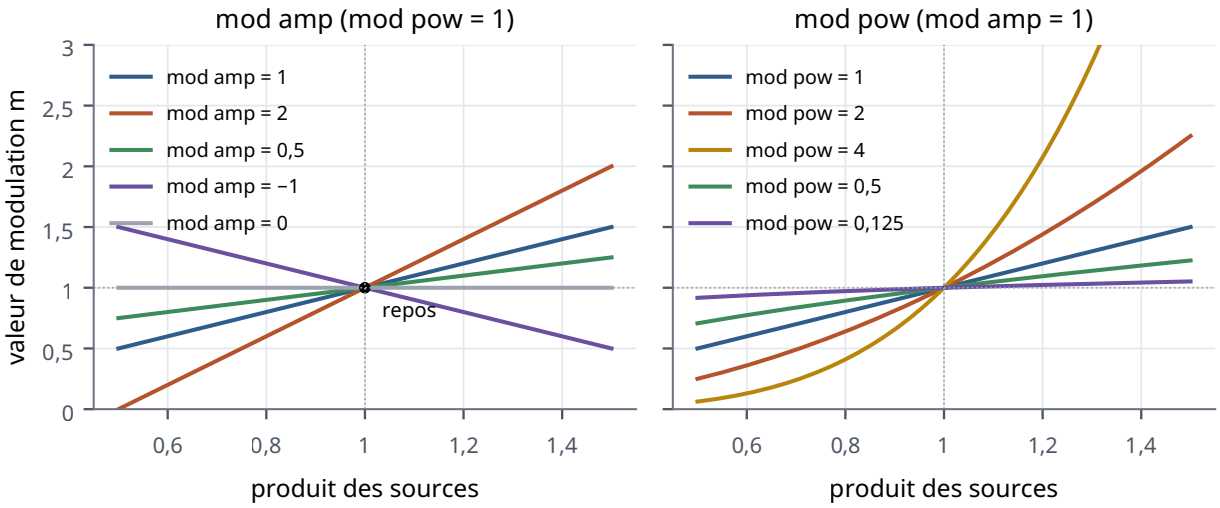


Figure 137 — À gauche, l'effet de mod amp : la valeur 1 reste fixe, l'écart à 1 est multiplié. À droite, l'effet de mod pow : la valeur 1 reste fixe, et la courbe se creuse ou se bombe de part et d'autre.

mod amp

onglet MOD & LA

Plage : −421 à 421 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `freq_amp`

Multiplie l'**écart à 1** de la valeur de modulation : m = 1 + (P − 1) × amp. Le point de repos, 1, ne bouge pas.

- **1** (défaut) : la valeur des sources est utilisée telle quelle.
- **Supérieur à 1** : l'effet est amplifié. Comme les différences d'amplitude mesurées sont souvent petites, des valeurs de plusieurs unités, voire de plusieurs dizaines, peuvent être nécessaires.
- **Entre 0 et 1** : l'effet est atténué.
- **0** : la valeur de modulation reste à 1 en permanence. Les cibles prennent alors leur valeur de repos (voir plus loin), ce qui est pratique pour régler celle-ci.
- **Négatif** : le sens de la modulation est inversé.

La plage va de −421 à 421, avec une course très progressive : la valeur par défaut, 1, se trouve vers les trois quarts de la course.

François insiste sur ce point : quand on règle l'amplitude, la modulation part toujours de 1, et non de 0.

Gare aux valeurs négatives

Avec une amplitude élevée, *m* peut devenir négatif (par exemple P = 0,9 et amp = 20 donnent m = −1). Selon la cible, cela peut produire des effets inattendus : une pente de ratio qui part dans l'autre sens, un temps ramené à 0. Avec **mod pow** différent de 1, c'est à éviter absolument (voir l'encadré suivant).

mod pow

onglet MOD & LA

Plage : 0,125 à 8 **Défaut :** 1 **Identifiant :** `freq_puissance`

Élève la valeur de modulation à une puissance : m = m^pow. La valeur 1 reste fixe.

- **1** (défaut) : pas de changement.
- **Supérieur à 1** : les écarts sont accentués de façon dissymétrique. Au-dessus de 1, la valeur grimpe plus vite ; en dessous de 1, elle s'écrase vers 0. Par exemple, avec pow = 2, m = 1,2 devient 1,44 et m = 0,8 devient 0,64.
- **Inférieur à 1** (jusqu'à 0,125) : les écarts sont adoucis, et les valeurs inférieures à 1 sont ramenées vers 1.

La puissance s'applique après l'amplitude et avant le lissage.

À confirmer par François

Si la valeur de modulation est négative (amplitude élevée) et que **mod pow** est différent de 1, le calcul de la puissance ne donne pas un nombre (NaN), et cette valeur reste ensuite prisonnière du lissage. Faut-il borner la valeur de modulation à 0 avant la puissance ?

mod att secs

onglet MOD & LA

Plage : 0 à 2 s **Défaut :** 0 s **Identifiant :** `freq_vitesse_a`

Constante de temps du lissage quand la valeur de modulation **monte**. Le lissage est un filtre à un pôle : la valeur lissée parcourt 63 % de l'écart en ce temps, 95 % en trois fois ce temps.

- **0** (défaut) : la montée est instantanée.
- **Quelques millisecondes à quelques dizaines de millisecondes** : la valeur suit l'enveloppe de la mesure sans trembler à la fréquence audio.

Attention au vocabulaire : « att » désigne ici la **montée de la valeur de modulation**, et non l'attaque du compresseur. Selon la cible et le signe des réglages, une montée de *m* peut aussi bien augmenter que diminuer la compression.

Si **mod att secs** et **mod rel secs** valent tous deux 0, il n'y a aucun lissage : la valeur de modulation suit la mesure instantanée.

mod rel secs

onglet MOD & LA

Plage : `0 à 2s` **Défaut :** `0s` **Identifiant :** `freq_vitesse_r`

Constante de temps du lissage quand la valeur de modulation **descend**. Même fonctionnement que **mod att secs**.

Avec une montée rapide et une descente lente, la valeur lissée suit les **crêtes** de la mesure et les maintient : elle se comporte comme un détecteur de crête de la bande surveillée. Avec des temps égaux, elle en suit plutôt la **moyenne**. La figure de la section « Les sources » montre les deux cas.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François conseille de toujours mettre un peu de temps dans le lissage : c'est la meilleure façon de voir ce que fait la modulation, au lieu d'une valeur qui tremble.

La valeur au repos

Toutes les cibles fonctionnent de la même façon : elles **ajoutent** au réglage qu'elles modulent une quantité proportionnelle à *m*. Or *m* vaut 1 au repos. Il en découle une règle importante, que François fait remarquer dans sa vidéo : **la modulation n'est pas centrée sur le réglage principal**.

- Avec m = 0, la cible n'ajoute rien : on obtient la valeur du réglage principal (**Ratio**, **Ratio Gate**, **Attack** ou **Release**).
- Au repos (m = 1), on obtient le réglage principal **plus** le réglage de la cible.
- Au-delà, l'écart continue dans le même sens, proportionnellement à *m* : à m = 2, on a ajouté deux fois le réglage de la cible. Pour le ratio, cette proportionnalité porte sur la pente (1/ratio) et non sur le ratio lui-même (voir **mod ratio**).

Pour obtenir une valeur donnée au repos, il faut donc répartir : par exemple, pour un relâchement de 1 s au repos qui raccourcit quand la bande surveillée est présente, réglez **Release** sur 1,5 s et **mod release** sur −0,5 s. Au repos, 1,5 − 0,5 = 1 s ; à m = 1,5, 1,5 − 0,75 = 0,75 s ; à m = 3, le relâchement est nul.

> **Voir la valeur au repos**
>
> Avec une source active, mettez provisoirement **mod amp** à 0 : *m* reste à 1, et le graphe de la courbe de transfert (onglet **CURVE**) montre la courbe au repos.

Les cibles

mod ratio : un ratio qui dépend du signal

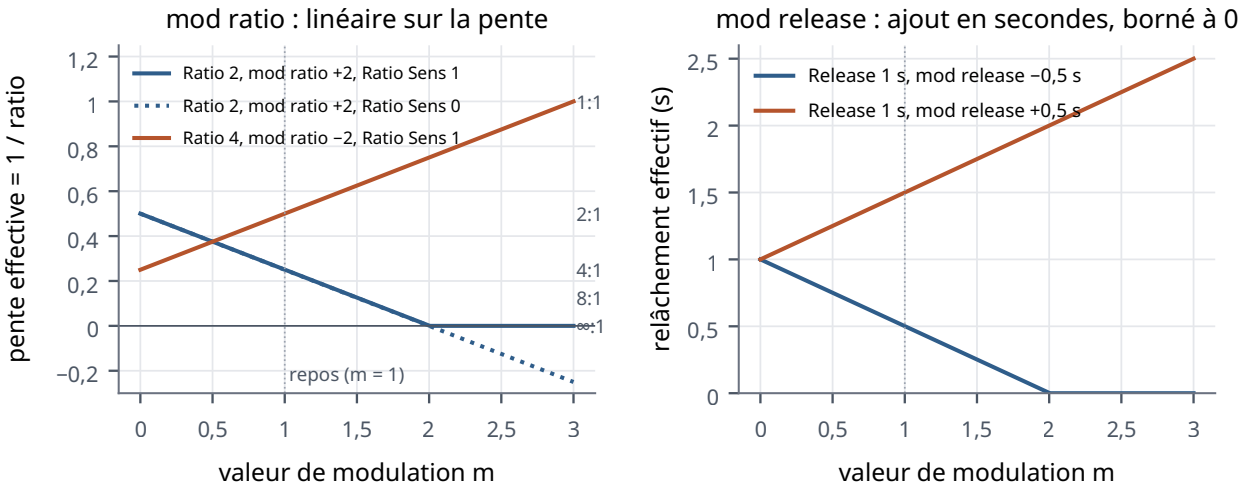


Figure 138 — À gauche, la pente effective (1/ratio) en fonction de la valeur de modulation : elle varie en ligne droite. Avec Ratio Sens à 1, elle ne descend pas sous 0 (∞:1) ; avec Ratio Sens à 0, elle peut devenir négative. À droite, le relâchement effectif avec mod release.

mod ratio

onglet CURVE

Plage : −42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `freq_ratio`

Module la **pente** de la courbe de transfert (chapitre 10). Le réglage s'exprime en unités de ratio : c'est la quantité qui s'ajoute au **Ratio** principal **au repos**.

- **0** (défaut) : pas de modulation du ratio.
- **Positif** : au repos, le ratio vaut **Ratio** + **mod ratio**. Par exemple, **Ratio** 2 et **mod ratio** +2 donnent 4:1 au repos.
- **Négatif** : au repos, le ratio est diminué d'autant.

Si **Ratio** + **mod ratio** atteint 42, la pente au repos est nulle (ratio infini) ; s'il descend à 0,25 ou moins, elle vaut 4.

Le calcul ne se fait pas sur le ratio lui-même, mais sur la **pente**, qui vaut 1/ratio. La pente varie en ligne droite avec *m* : elle vaut 1/**Ratio** à m = 0 et 1/(**Ratio** + **mod ratio**) à m = 1, et continue au-delà dans le même sens. Avec **Ratio** 2 et **mod ratio** +2 : 2:1 à m = 0, 4:1 au repos, 8:1 à m = 1,5, et l'infini à m = 2.

Les bornes dépendent de **Ratio Sens** (onglet **CURVE**, chapitre 10) :

- **Ratio Sens à +1** (défaut) : la pente reste comprise entre 0 (ratio infini, « 42 ») et 4 (ratio 0,25:1). La modulation ne peut pas aller au-delà de l'infini : un ratio modulé ne devient jamais négatif.
- **Ratio Sens à 0** : la pente peut descendre jusqu'à −4. La modulation peut alors rendre le ratio **négatif** (la sortie diminue quand l'entrée augmente), même si le **Ratio** principal est positif.

Une pente supérieure à 1 (ratio inférieur à 1:1) donne un gain supérieur à 1, qui n'a d'effet que si **GR Min** l'autorise (chapitre 10).

La modulation peut rendre le compresseur actif même avec **Ratio** à 1, valeur à laquelle il est normalement court-circuité : avec **Ratio** 1 et **mod ratio** +1, le ratio vaut 2:1 au repos.

Le graphe de la courbe de transfert suit la modulation : on le voit bouger en temps réel. Le genou automatique (**Knee Auto**) utilise lui aussi le ratio modulé.

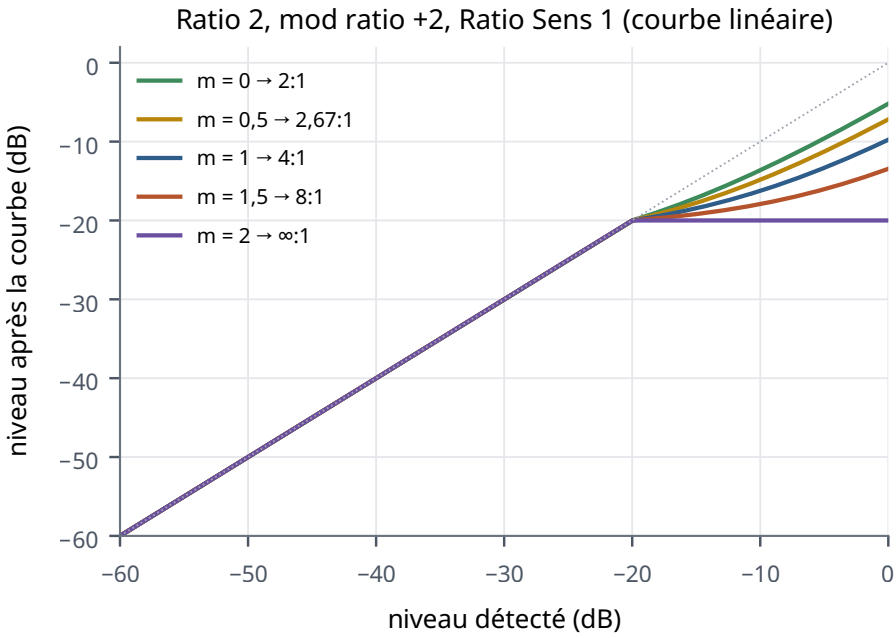


Figure 139 — La courbe de transfert pour différentes valeurs de m, avec Ratio 2, mod ratio +2, Threshold −20 dB (courbe linéaire, réglage par défaut). Le graphe de l'onglet CURVE bouge de cette façon pendant la lecture.

Le mot de l'auteur

C'est pour les modulations que François a créé le réglage **Ratio Sens** : il voulait pouvoir décider si un ratio modulé a le droit, ou non, de devenir négatif. Avec la valeur par défaut, le ratio modulé ne peut pas dépasser 42, c'est-à-dire l'infini ; à 0, la modulation peut le faire passer en négatif.

À confirmer par François

Avec **Ratio Sens** à −1, le code calcule la modulation du ratio même quand **mod ratio** vaut 0 : la quantité ajoutée vaut alors 2/**Ratio** × *m*, si bien qu'au repos (m = 1) la pente redevient positive (+1/**Ratio**) et que, sans source active, elle dépend d'une valeur de modulation non calculée. Le ratio négatif obtenu par Ratio Sens −1 ne devrait-il pas être indépendant des modulations ?

mod gate

onglet CURVE

Plage : –42 à 42 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `freq_porte`

Module le **Ratio Gate** de la porte (chapitre 10). Contrairement à **mod ratio**, la modulation s'ajoute directement au ratio de la porte, sans passer par la pente : ratio de porte effectif = **Ratio Gate** + **mod gate** × *m*.

- **0** (défaut) : pas de modulation de la porte.
- **Au repos**, le ratio de porte vaut **Ratio Gate** + **mod gate**.
- Le résultat est borné entre **0,25** et **42**.

Comme le **Ratio Gate** est directement la pente sous le seuil de la porte, une valeur supérieure à 1 ferme la porte (expansion vers le bas), une valeur inférieure à 1 remonte les niveaux faibles, si **GR Min** l'autorise. La modulation peut activer la porte même quand **Ratio Gate** vaut 1 (sa valeur par défaut, où elle est normalement inactive) : avec **mod gate** +1, la porte a un ratio de 2 au repos.

On peut ainsi obtenir une porte qui se ferme davantage, ou au contraire s'ouvre, selon le contenu en fréquences du signal. Le graphe de la courbe de transfert suit, là aussi, la modulation.

> **♪ En musique : un ratio qui se durcit avec le timbre**
>
> Sur une voix, prenez comme source une bande du DEQ vers 3 kHz, réglée comme dans la démarche de fin de chapitre, avec **Ratio** à 2 et **mod ratio** à +1 : la voix est compressée à 3:1 au repos, et plus fermement quand elle se tend dans le haut médium. Les phrases douces et sombres respirent, les passages criés sont tenus. Le preset **pa_elysia**, dont le nom désigne probablement l'émulation de l'elysia alpha compressor, part d'un **Ratio** de 0,7 et d'un **mod ratio** de 1,75 : son ratio vaut 2,45:1 au repos. Sa source est la saturation du waveshaper de la détection (**Fet Thresh** à 0,11, **Fet Knee** à 32,8), dont la quantité suit la réduction de gain : avec **ws mod** négatif, la valeur de modulation, et donc le ratio, montent à mesure que le compresseur travaille. Le lissage est rapide à la montée (**mod att secs** à 0,002952 s, environ 3 ms) et plus lent à la descente (**mod rel secs** à 0,1418 s, environ 140 ms) : il suit les crêtes. Avec **mod gate**, la même logique s'applique à la porte, par exemple pour fermer davantage un micro de tom quand les cymbales y dominent.

mod attack et mod release : des temps qui dépendent du signal

Ces deux cibles modulent les temps du suiveur d'enveloppe placé après la courbe de transfert, c'est-à-dire les potentiomètres **Attack** et **Release** de la rangée principale (chapitre 12). Ce sont les seuls temps modulables : ni l'enveloppe de détection (**A/R (in)**), ni le bias (**A/R (bs)**), ni le suiveur dédié du lookahead (**A/R (la)**) ne le sont.

mod attack

onglet A/R (cv)

Plage : `−2 à 2 s` **Défaut :** `0 s` **Identifiant :** `freq_attaque`

Ajoute au temps d'**Attack** une durée proportionnelle à la valeur de modulation : attaque effective = **Attack** + **mod attack** × *m*, ramenée à 0 si elle devient négative.

- **0** (défaut) : pas de modulation de l'attaque.
- **Au repos**, l'attaque vaut **Attack** + **mod attack**. Un réglage négatif raccourcit l'attaque quand *m* monte, un réglage positif l'allonge.

L'attaque modulée est recalculée à chaque échantillon. C'est elle qui sert ensuite au calcul de l'attaque automatique (**Attack Auto**, appliquée après la modulation), à toutes les formes de suiveur de l'onglet **ENV (cv)**, et aux temps du designer optique (chapitre 15).

Ce réglage n'a d'effet que si une **source** est active (**deq mod**, **ws mod** ou **deq mod** différent de 0) et si le suiveur d'enveloppe est actif (en pratique, **Attack** ou **Release** supérieur à 0) ou le designer optique engagé. Aucune courbe de l'historique n'affiche l'attaque modulée.

mod release

onglet A/R (cv)

Plage : `−2 à 2 s` **Défaut :** `0 s` **Identifiant :** `freq_relachement`

Ajoute au temps de **Release** une durée proportionnelle à la valeur de modulation : relâchement effectif = **Release** + **mod release** × *m*, ramené à 0 s'il devient négatif. Le relâchement automatique (**Release Auto**) est appliqué ensuite.

- **0** (défaut) : pas de modulation du relâchement.
- **Au repos**, le relâchement vaut **Release** + **mod release**. Avec **Release** 1 s et **mod release** −0,5 s : 0,5 s au repos, 0 s à m = 2, 1 s si *m* retombe à 0.

Mêmes conditions que **mod attack** : une source active, et un suiveur d'enveloppe actif.

C'est la cible la plus facile à observer, car le relâchement modulé a sa propre courbe dans l'historique (courbe rose, voir ci-dessous). François conseille de commencer par elle, avec un relâchement long (1 à 2 s), pour bien entendre et voir l'effet.

À confirmer par François

Sans aucune source active, **mod ratio**, **mod gate** (et **mod attack** ou **mod release** si un Auto de l'onglet **A/R (cv)** est actif) utilisent une valeur de modulation qui n'est pas calculée : en mode lié, elle est indéterminée ; en mode délié, elle reste figée sur sa dernière valeur. Faut-il neutraliser ces cibles quand aucune source n'est active ?

Pour un comportement prévisible, réglez donc toujours au moins une source (**deq mod**, **ws mod** ou le second **deq mod**) à une valeur non nulle avant d'utiliser une cible.

> **♪ En musique : des temps qui suivent la musique**
>
> Sur un bus de batterie, prenez comme source une bande grave autour de la grosse caisse et réglez un **mod release** négatif : le compresseur relâche plus vite juste après chaque coup de grosse caisse, et plus lentement quand seules les cymbales et la pièce sonnent. Le bus retrouve vite son niveau entre deux frappes, et garde un relâchement plus doux quand la grosse caisse se tait. Sur une caisse claire ou une guitare, un **mod attack** positif, piloté par la bande où se trouve l'attaque et avec une montée rapide du lissage (**mod att secs** de l'ordre de la milliseconde), allonge l'attaque au moment précis où le transitoire arrive : le claquement passe, le reste est tenu.

Lire les modulations sur les graphes

Deux affichages permettent de suivre les modulations.

- **Le graphe de la courbe de transfert** (onglet **CURVE**) suit **mod ratio** et **mod gate** : la courbe se déforme en temps réel au rythme de la valeur de modulation.
- **La courbe rose de l'historique** montre le relâchement modulé. Elle trace le rapport entre le relâchement effectif (après modulation et relâchement automatique) et le réglage **Release**, en moyenne sur chaque colonne de l'historique.

En affichage linéaire (**Gfx Lin/Db** à 0, par défaut), la courbe rose est en **haut** du graphe quand le relâchement n'est pas modifié (rapport de 1) et à **mi-hauteur** quand il est divisé par deux. Un relâchement allongé (rapport supérieur à 1) dépasse le haut du graphe et n'est pas lisible. En affichage en décibels, le rapport est converti en dB : 0 dB en haut, et la moitié du relâchement se trouve 6 dB plus bas, soit à 90 % de la hauteur avec l'échelle par défaut de 60 dB (réglage **Gfx DB**).

La courbe rose n'est calculée que si **mod release** est différent de 0 ou **Release Auto** supérieur à 0, et si le suiveur d'enveloppe est actif ; sinon elle reste au bas du graphe. Elle est affichée si **Gfx Histos** (onglet **GRAPHS**) contient la lettre **a** (chapitre 4). Avec **Release** à 0, le rapport n'a pas de sens et la courbe n'est pas exploitable.

Il n'existe pas de courbe pour l'attaque modulée, ni pour la valeur de modulation elle-même. Comme pour tous les graphes, c'est la chaîne présente qui est affichée.

Démarche : un ratio sensible aux fréquences

Cette démarche s'inspire de celle de François dans ses vidéos. Le but : un compresseur dont le ratio augmente quand une bande de fréquences est présente dans le signal, sans que cette bande soit accentuée dans la détection.

1. **Construire la source.** Dans l'onglet **DEQ**, réglez une bande sur la zone de fréquences qui doit déclencher la modulation : par exemple la bande médium, avec **Deq mid herz** sur la fréquence centrale et **Deq mid reso** selon la largeur voulue. Donnez la même valeur positive à **Deq mid min** et **Deq mid max** (par exemple 1) : la bande est alors amplifiée en permanence, et la source ne dépend que du contenu fréquentiel. Laissez **FX deq** à 0 dans l'onglet **INPUT** : la détection n'entend pas cet égaliseur. Mettez aussi le premier **deq** de l'onglet **OUTPUT** à 0 : sinon, cette bande s'entendrait sur le signal compressé.
2. **Activer la source.** Dans l'onglet **MOD & LA**, réglez le premier **deq mod** sur 1.

3. **Lisser.** Réglez **mod att secs** et **mod rel secs**, par exemple sur 20 ms chacun pour suivre la moyenne de la bande, ou une montée rapide et une descente plus lente pour en suivre les crêtes.
4. **Choisir la cible.** Dans l'onglet **CURVE**, réglez **mod ratio**. Rappelez-vous que le ratio au repos vaut **Ratio** + **mod ratio** : pour 4:1 au repos, prenez par exemple **Ratio** 2 et **mod ratio** +2. Le ratio augmente alors quand la bande est présente, et devient infini quand *m* atteint 2.
5. **Doser.** Faites jouer le signal et regardez bouger le graphe de la courbe de transfert. Si elle bouge à peine, augmentez **mod amp** ; si elle bouge trop brutalement, allongez le lissage.
6. **Affiner. mod pow** rend la réaction dissymétrique ; **Ratio Sens** à 0 autorise la modulation à rendre le ratio négatif.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans sa démonstration, François essaie d'abord de laisser le ratio devenir négatif, observe un comportement qui le surprend, puis revient à un réglage plus classique (Ratio Sens à 1). Il trouve ensuite que le ratio bouge de façon trop brutale et l'adoucit en jouant sur la vitesse du lissage.

Démarche : un relâchement qui dépend des fréquences

1. Construisez une source comme ci-dessus (bande du DEQ, premier **deq** de l'onglet **OUTPUT** à 0 si vous ne voulez pas l'entendre, **deq mod** à 1, lissage de quelques dizaines de millisecondes).
2. Réglez un **Release** long, par exemple 1 à 2 s : l'effet de la modulation sera plus facile à entendre et à voir.
3. Dans l'onglet **A/R (cv)**, réglez **mod release** négatif : le relâchement raccourcit quand la bande est présente. Avec **Release** 1 s et **mod release** −0,5 s, il vaut 0,5 s au repos et diminue encore quand *m* monte.
4. Observez la courbe rose de l'historique : en affichage linéaire, elle doit se tenir autour de la mi-hauteur au repos (relâchement divisé par deux), et descendre quand la bande est présente. Si elle ne bouge pas, vérifiez que la source est active (module réglé, **deq mod** non nul) et que **mod release** est bien différent de 0.
5. Ajustez **mod amp** et le lissage jusqu'à obtenir la plage de variation souhaitée.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François reconnaît que ce réglage demande un peu de pratique, mais il permet de moduler le relâchement selon la fréquence de façon très souple, et même selon une fréquence elle-même dynamique. En engageant en plus le DEQ dans la détection (**FX deq** non nul), on finit selon lui par trouver une sorte de cohérence globale, qui tient presque plus du mastering que de la compression.

Idées de départ

- **Une voix qui se tient quand elle se durcit.** Bande médium du DEQ vers 3 kHz (**Deq mid min** et **Deq mid max** à 1), sans l'entendre (**FX deq** de l'onglet **INPUT** et premier **deq** de l'onglet **OUTPUT** à 0), **deq mod** à 1, lissage de 20 ms, **Ratio** 2 et **mod ratio** +1 : 3:1 au repos, davantage quand la voix se tend.

- **Un bus de batterie qui respire avec la grosse caisse.** Bande basse du DEQ vers 60 Hz (**Deq low min** et **Deq low max** à 1, sans l'entendre), **deq mod** à 1, **Release** 1 s et **mod release** −0,5 s : 0,5 s au repos, plus court à chaque coup.
- **Vers la cohérence globale, sur un mix ou un master.** Le chemin que décrit François : un relâchement modulé par une bande du DEQ, ce même DEQ engagé à petite dose dans la détection (**FX deq**), des lissages lents (50 à 200 ms) et de petites amplitudes. Avancez par petites touches, en comparant à volume égal.
- **Pour le sound design.** Une **mod amp** de plusieurs unités et **Ratio Sens** à 0 : le ratio peut devenir négatif au rythme du timbre. Laissez alors **mod pow** à 1 (voir l'encadré « Gare aux valeurs négatives ») et surveillez les niveaux.
- **Pour voir un exemple.** Chargez **pa_elysia** et regardez la courbe de l'onglet **CURVE** bouger pendant la lecture.

CHAPITRE 24

Analyser et imiter un compresseur

L'analyse est, pour François, la vraie valeur ajoutée du produit. À la fin de sa grande vidéo de présentation, il revient exprès sur l'analyse, qu'il avait oubliée en route, parce qu'elle est la raison d'être du plugin : son nom même promet de *comprendre* les compresseurs et de les *prendre*.

Comprendre a été conçu, dès l'origine, pour pouvoir imiter les autres compresseurs. Il dispose pour cela d'un outil d'analyse : il affiche, sur son propre historique, la courbe de gain d'un autre compresseur. On ajuste ensuite Comprendre jusqu'à ce que sa courbe se superpose à celle du modèle, et on vérifie le résultat à l'oreille en écoutant la différence entre les deux.

Cette démarche sert aussi à mieux connaître Comprendre lui-même : on peut analyser une instance de Comprendre avec une autre, pour voir précisément l'effet d'un réglage.

Ce qui rend l'outil précieux, c'est qu'il ne demande pas de posséder le compresseur imité : un extrait sec et sa version traitée suffisent. François lui-même trouve un peu fou de pouvoir ainsi analyser un compresseur qu'on n'a pas. Le mixeur peut retrouver le comportement d'un appareil entendu sur une session dont il a gardé les pistes avant et après traitement, ou celui de son propre compresseur matériel ; l'enseignant et l'étudiant peuvent voir enfin, sur un graphe, ce qui distingue deux compresseurs que l'oreille a du mal à départager ; et chacun peut construire ses propres presets, comme François a construit les quatre-vingts qui sont fournis.

Le principe

Le compresseur à analyser reçoit le même signal que Comprendre. Sa sortie est envoyée sur l'entrée **sidechain** de Comprendre. Pour chaque échantillon, Comprendre divise le niveau du sidechain par celui de sa propre entrée : si les deux signaux sont identiques à un gain près, ce rapport est exactement le **gain appliqué par l'autre compresseur**. Ce rapport, moyenné sur chaque colonne de l'historique, est tracé en **or** (barres semi-transparentes montant du bas), à la même échelle que l'enveloppe **blanche**, le gain de Comprendre.

Analyse SC

onglet MAIN

Plage : 0 à 1 **Défaut :** 0 **Identifiant :** `analyse`

Active l'analyse du signal sidechain : la courbe dorée de l'historique affiche alors le rapport moyen entre le niveau du sidechain et le niveau d'entrée de Comprendre. Quand l'analyse est désactivée, le calcul est remis à zéro et la courbe dorée disparaît.

L'analyse n'a **aucun effet sur le son** : elle ne sert qu'à l'affichage. Elle est indépendante du réglage **Sidechain**, qui, lui, envoie le sidechain dans la détection (chapitre 14). Pour une analyse, laissez **Sidechain** à 0 : Comprendre doit détecter son propre signal d'entrée.

> **Mesurer plutôt que reconstruire**
>
> Les éditeurs qui émulent des machines en plugins ont deux grandes méthodes. La modélisation de circuit reconstruit numériquement chaque composant. La modélisation par mesure, dite « boîte noire », se contente d'observer ce qui entre et ce qui sort, à de nombreux niveaux, sur de nombreuses sources et pour de nombreux réglages. Cette seconde méthode a une limite, qu'Arvid Rosén, de Softube, résume ainsi : avec vingt boutons, le nombre de combinaisons à mesurer devient astronomique. La plupart des éditeurs combinent donc les deux approches, avec beaucoup d'écoute. Le mode d'analyse de Comprendre met la démarche « boîte noire » entre vos mains, à votre échelle : un réglage du modèle à la fois, vos propres sources, et votre oreille pour juge.

Le montage

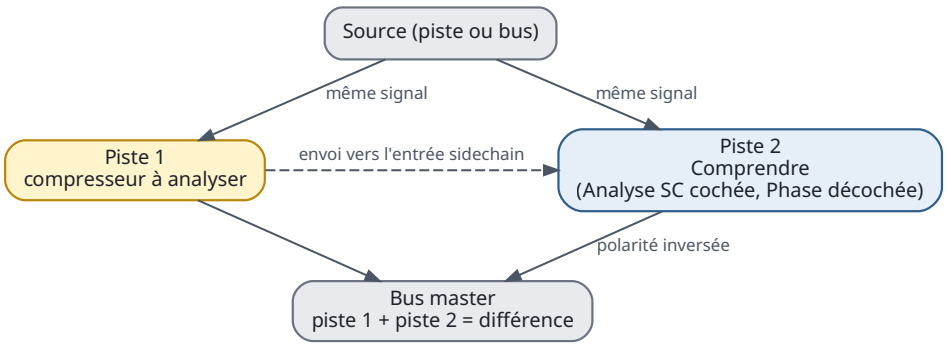


Figure 140 — Montage pour l'analyse d'un compresseur.

1. Placez la source à analyser (une piste de voix, de batterie…) sur **deux pistes**, ou envoyez-la vers deux bus. Les deux doivent recevoir exactement le même signal.
2. Sur la **piste 1**, insérez le compresseur à analyser, avec les réglages qui vous intéressent. Envoyez la sortie de cette piste vers l'entrée **sidechain** de Comprendre, tout en la laissant aussi sortir normalement vers le master.
3. Sur la **piste 2**, insérez Comprendre. Dans l'onglet **MAIN**, cochez **Analyse SC**.
4. Toujours dans l'onglet MAIN, **décochez Phase** : la sortie de Comprendre est alors inversée. Au master, la somme des deux pistes ne laisse entendre que leur **différence**.

5. Baissez le niveau du master de façon à ce que la différence, quand elle est forte, ne soit pas assourdissante : au départ, les deux compresseurs ne font pas la même chose et la différence peut être importante.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans sa démonstration, François baisse le master d'une douzaine de décibels avant de commencer, pour que la différence ne couvre pas tout le reste.

> **Analyser un compresseur que vous n'avez pas**
>
> Le compresseur de la piste 1 n'est pas indispensable. Si vous disposez d'un enregistrement **sec** et de sa version **compressée** (par exemple les pistes d'un mixage dont vous avez la version avant et après traitement), placez la version sèche sur la piste de Comprendre et la version compressée sur le side-chain. Les deux doivent être parfaitement alignées dans le temps.

> **♪ En musique : imiter votre propre matériel**
>
> Si vous possédez un compresseur matériel, l'astuce précédente vous permet d'en tirer un preset. Enregistrez en même temps, sur deux pistes, le signal sec et sa version passée par l'appareil (par un départ et un retour d'insert, par exemple), alignez-les à l'échantillon près en compensant la latence des convertisseurs, puis analysez la piste traitée. Vous retrouverez ensuite son comportement sans l'appareil, sur n'importe quelle piste, et pourrez même le pousser plus loin. Souvenez-vous seulement qu'un compresseur ne réagit pas de la même façon à tous les réglages ni à tous les niveaux : le preset imitera l'appareil sur le réglage que vous aurez enregistré. Notez ce réglage dans le nom du preset.

La démarche

Faites jouer un passage représentatif, puis :

1. **Comparez les courbes.** La courbe dorée montre ce que fait le modèle ; l'enveloppe blanche, ce que fait Comprendre. Ralentissez l'historique avec **Gfx Secs** pour bien voir les attaques et les relâchements (chapitre 4).
2. **Réglez d'abord le seuil et le ratio** pour que les deux courbes aient la même profondeur de réduction sur les passages forts et les mêmes moments de repos.
3. **Réglez ensuite l'attaque et le relâchement**, puis leur **forme** : la courbe dorée remonte-t-elle de façon exponentielle (mode logarithmique, chapitre 12), en ligne droite (mode linéaire), avec un palier (enveloppe découplée ou hold, chapitre 11) ?
4. **Affinez** avec les autres modules : détection RMS ou enveloppe de détection, courbe en dB ou en linéaire, genou, relâchement automatique, offset…
5. **Écoutez la différence** : plus elle est faible, plus l'imitation est fidèle. Une différence qui ne contient plus que des artefacts de saturation indique que le gain est bien reproduit et qu'il reste à travailler la couleur (opto, waveshaper, bias…).

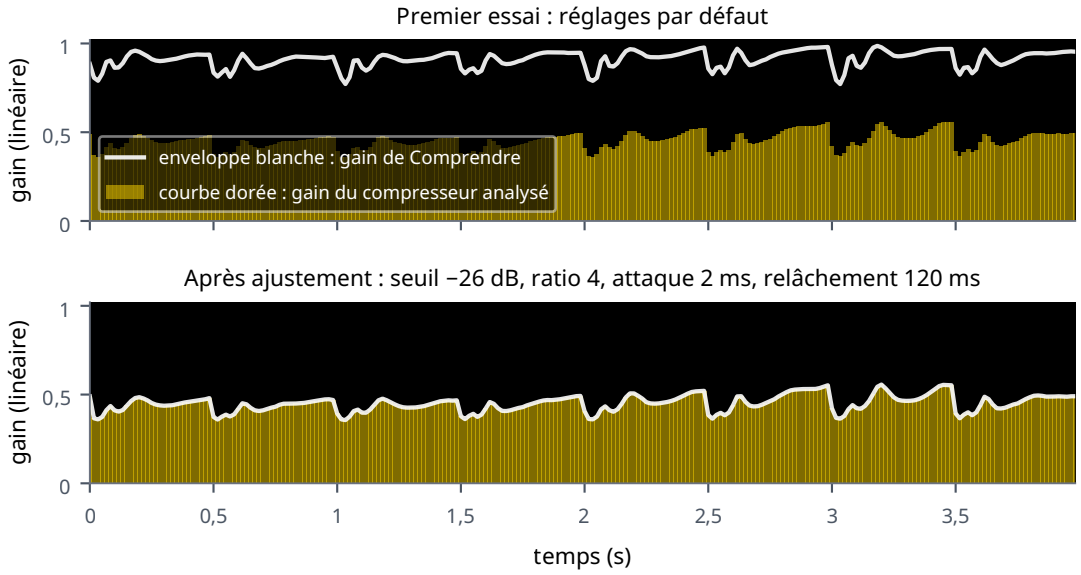


Figure 141 — La courbe dorée (le compresseur analysé) et l'enveloppe blanche (Comprendre), avant et après ajustement. Simulation.

Le mot de l'auteur

Dans sa vidéo de démonstration, François imite le compresseur fourni avec son logiciel. Il reprend le seuil et les temps affichés par ce compresseur, constate que le seuil semble un peu trop bas, puis remarque que le relâchement du modèle paraît linéaire alors que celui de Comprendre est logarithmique : il passe alors le mode de relâchement en linéaire et se rapproche nettement du modèle. On n'arrive pas toujours à une identité parfaite (certains compresseurs ont des comportements internes non documentés), mais on s'en approche suffisamment pour constituer des presets fidèles.

♪ En musique : choisir le bon extrait

L'extrait analysé doit faire travailler le compresseur dans toutes ses dimensions. Une boucle de batterie montre clairement l'attaque et le relâchement : chaque coup creuse la courbe dorée, qui remonte entre deux frappes. Une voix aux phrases tantôt fortes, tantôt douces révèle le seuil, le genou et un éventuel relâchement dépendant du programme. Une basse tenue fait apparaître la forme du relâchement, et, dans la différence, le grain de la saturation. Dans ses vidéos, François se sert aussi volontiers d'une onde carrée ou d'une sinusoïde de test, qui rendent les temps très lisibles. Analysez plusieurs extraits : un réglage qui colle parfaitement sur la batterie peut s'écarter sur la voix.

Précautions

- **Les niveaux de référence.** Le rapport est calculé entre le sidechain brut et l'entrée de Comprendre multipliée par **Input Db**. Laissez Input Db à 0 dB pendant une analyse, sinon la courbe dorée sera décalée d'autant.
- **Le compresseur analysé ne doit pas changer le niveau moyen à sa façon.** Un makeup sur le modèle décale la courbe dorée vers le haut. Désactivez-le, ou tenez-en compte : la forme de la courbe compte plus que sa hauteur absolue.

- **Les silences.** Les échantillons où l'entrée de Comprendre est nulle ne contribuent pas au rapport, mais comptent dans la moyenne de la colonne : pendant un silence numérique, la courbe dorée tombe vers 0. Ce n'est pas une réduction de gain du modèle.
- **Le temps.** Si le compresseur analysé a une latence (lookahead, suréchantillonnage à phase linéaire…) mal compensée par votre logiciel hôte, les deux signaux ne sont plus alignés : le rapport perd son sens et la différence entendue ne s'annule jamais. Vérifiez la compensation de latence de votre hôte.
- **Le volume de la différence.** Pour que la différence s'annule, les deux pistes doivent avoir le même niveau moyen. L'auto-volume **Out->Sc** (onglet OUTPUT, chapitre 8) peut aligner automatiquement le niveau de la sortie de Comprendre sur celui du sidechain ; pensez à le désactiver (42 s) pour juger du travail du compresseur lui-même.

Comprendre face à lui-même

En plaçant une seconde instance de Comprendre sur la piste 1, on obtient un banc d'essai idéal : on modifie un seul réglage sur l'une des deux instances et on observe, sur l'autre, l'écart entre la courbe dorée et l'enveloppe blanche, tout en entendant leur différence. C'est ainsi que François présente plusieurs réglages subtils dans ses vidéos, par exemple le suivi linéaire ou en décibels de l'enveloppe (chapitre 11).

> **♪ En musique : un banc d'écoute pour apprendre**
>
> Pour l'enseignant comme pour l'étudiant, deux instances de Comprendre en opposition de phase forment un outil pédagogique précieux. Réglées à l'identique, elles s'annulent : la somme est silencieuse, ce que François vérifie d'ailleurs dans sa vidéo sur les enveloppes. Changez un seul réglage sur l'une d'elles, et vous n'entendez plus que ce qu'il change : la détection crête contre la détection RMS, l'enveloppe branchée contre l'enveloppe découplée, la courbe linéaire contre la courbe en décibels. La courbe dorée montre l'écart, la somme le fait entendre. Des nuances presque imperceptibles dans le mix deviennent alors évidentes, et l'oreille apprend peu à peu à les reconnaître sans cette aide.

De l'analyse aux presets

Les 80 presets fournis avec Comprendre sont nés de cette méthode. Chacun porte le nom du plugin que François a pris pour modèle : il l'a placé sur la piste analysée, a ajusté Comprendre jusqu'à ce que l'enveloppe blanche épouse la courbe dorée, puis a réduit la différence à l'oreille. La démarche se lit dans les réglages. Vingt et un presets décalent l'enveloppe avec **Env Offset** (chapitre 15), le réglage que François dit utiliser le plus pour imiter, celui qui l'a tiré d'affaire bien des fois : **slate_fg2a**, imitation d'une émulation du LA-2A, le règle par exemple à −0,55. Seize presets modifient le **Release Mode**, dont dix le passent en linéaire pur, le réglage qui, dans sa vidéo sur l'analyse, le rapproche nettement du compresseur imité.

Gardez deux précautions en tête. Un preset imite un plugin sur un réglage de ce plugin, que nous ne connaissons pas toujours, et à des niveaux qui ne sont pas forcément les vôtres : ajustez d'abord le **Threshold**. Et quand le plugin imité émule lui-même une machine, le preset en est une imitation au second degré. Le chapitre 25 présente ces presets famille par famille et montre comment leurs ré-

glages répondent au comportement connu de leur modèle ; le chapitre 26 propose des points de départ selon votre métier. Rien ne vous empêche, enfin, d'agrandir la collection : avec un extrait sec, sa version traitée et un peu de patience, le prochain preset sera le vôtre.

CHAPITRE 25

Les presets : quatre-vingts compresseurs à explorer

Comprendre est livré avec 80 presets. Chacun porte le nom d'un plugin du commerce que François a pris pour modèle, et chacun est le résultat d'un exercice d'imitation : faire faire à Comprendre ce que fait ce plugin, en ne touchant qu'à ses propres réglages. Mis bout à bout, ils forment une petite histoire de la compression : les compresseurs optiques des années 1960, les transistors du 1176, les lampes du Fairchild, la console SSL, le Distressor, les processeurs de mastering, les inventions purement logicielles d'aujourd'hui, et même quelques saturateurs qui ne compressent pas du tout.

Ce chapitre vous fait visiter cette collection famille par famille. Pour chaque preset, il présente la cible, donne la liste complète des réglages modifiés, et montre comment ces réglages répondent au comportement connu de la machine ou du plugin imité. C'est la meilleure démonstration de ce que permet Comprendre : des caractères très différents obtenus avec le même plugin. C'est aussi une excellente école, car chaque preset est un exemple commenté de l'usage des modules décrits dans les chapitres précédents.

Comment ces presets ont été faits

François a construit ses presets avec la méthode décrite au chapitre 24. Le plugin à imiter est placé sur une piste, son signal est envoyé dans l'entrée sidechain de Comprendre, et le mode **Analyse SC** affiche sa courbe de gain en doré à côté de l'enveloppe de Comprendre. Il ajuste alors les réglages jusqu'à ce que les deux courbes se superposent, puis il écoute la différence entre les deux signaux, phase inversée, pour la réduire autant que possible.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans sa vidéo sur l'analyse, François présente ainsi ses presets : des réglages qu'il pense être les plus proches possible d'autres compresseurs. Il reste honnête sur l'exercice : en imitant le compresseur de son séquenceur, il montre qu'il s'en approche beaucoup sans l'atteindre tout à fait, et soupçonne la présence d'un traitement que le fabricant ne documente pas.

Deux précisions s'imposent donc.

- **Un preset imite un plugin, sur un réglage de ce plugin.** Un compresseur réagit différemment selon son seuil, son ratio, ses temps. Le preset reproduit le comportement observé dans les

conditions de l'analyse, que nous ne connaissons pas toujours. Quand ce plugin est lui-même l'émulation d'une machine analogique, le preset en est une imitation au second degré.

- **Les noms sont des repères, pas des promesses.** Les noms de fichiers gardent la graphie choisie par François (`massenbug_drc2_mix`, `eli_arouser`…) ; le texte donne le nom exact des produits. Les marques citées appartiennent à leurs propriétaires. Elles servent seulement à identifier les modèles imités, et leur mention n'implique aucun lien avec ces fabricants ni aucune approbation de leur part.

Charger un preset

Les presets se chargent avec le bouton **Load** de l'onglet MAIN (chapitre 5). Dès le chargement, les noms des réglages modifiés et les titres des onglets concernés passent en jaune : on voit immédiatement ce que le preset a touché, et donc où regarder pour comprendre son caractère. François le montre au tout début de sa vidéo de présentation, sur un preset pris au hasard.

> **Partez toujours d'un Comprendre « neuf »**
>
> Seuls 15 des 80 presets contiennent tous les réglages de la version 1.0.3. Les 65 autres ont été enregistrés avec des versions antérieures du plugin, et il leur manque les réglages ajoutés depuis : selon les presets, **Input Db**, **Output Db**, **L/R to M/S**, les modes des clippers, les filtres FIR, les réglages du lookahead, entre autres. Or un réglage absent d'un preset **garde sa valeur actuelle** au chargement (chapitre 5). Si vous chargez un tel preset après en avoir chargé un autre, ou après avoir touché ces réglages, il héritera de ces valeurs. Avant d'essayer un preset, chargez donc votre preset « par défaut » (voir l'astuce du chapitre 5), ou insérez une nouvelle instance de Comprendre.

Quelques presets contiennent aussi des réglages qui n'existent plus sous ce nom dans la version 1.0.3 et que le plugin ignore au chargement. Pour la plupart, ces réglages avaient leur valeur neutre ; pour les presets suivants, ils avaient une autre valeur : acqua_magenta, ao_buster, arturia_diode, arturia_tube-sta, blackrooster_omnitec436, bx_townhouse, caelumçsmmov, cytomic_glue, ddmf_mde, korneff_comp2, melda_mturbo, playfair_grading, spl_iron, ssl_1, ssl_1_b, ssl_1_f, ssl_2_b_, tdr_kotelnikov, tr_bus, tr_vintage et waves_rvox.

> **À confirmer par François**
>
> Ces 21 presets contiennent des réglages d'anciennes versions (par exemple `mu_reverse`, `var`, `fet_ciseau`, `courbe_mix`) à une valeur non neutre, que la version 1.0.3 ignore : sonnent-ils encore comme prévu ? Par ailleurs, 65 presets sont incomplets et héritent donc de valeurs du réglage précédent : souhaitez-vous les réenregistrer avec la version 1.0.3, pour que chacun contienne tous les réglages ?

Une fois le preset chargé, ajustez d'abord le **Threshold** : François a réglé chaque preset sur une source et à un niveau qui ne sont pas les vôtres. Comparez ensuite à volume égal, avec le **Makeup** ou les auto-volumes (chapitre 8) : une compression plus forte paraît toujours plus impressionnante quand elle est plus forte en volume. Aucun preset ne change le suréchantillonnage, qui reste à **1X** ; sur les presets qui saturent beaucoup, essayez **2X** ou **4X** (chapitre 7) si vous entendez du repliement dans les aigus.

La carte des presets

La figure suivante donne une vue d’ensemble : pour chaque preset, rangé dans sa famille, une case jaune marque chaque onglet dont au moins un réglage diffère de sa valeur par défaut. Ce sont exactement les onglets qui s’affichent en jaune quand on charge le preset. La rangée principale n’ayant pas d’onglet, elle forme la première colonne. Les réglages d’affichage (onglet GRAPHS, **Gfx Lin/Db**, **Gfx Secs**) ne sont pas comptés.

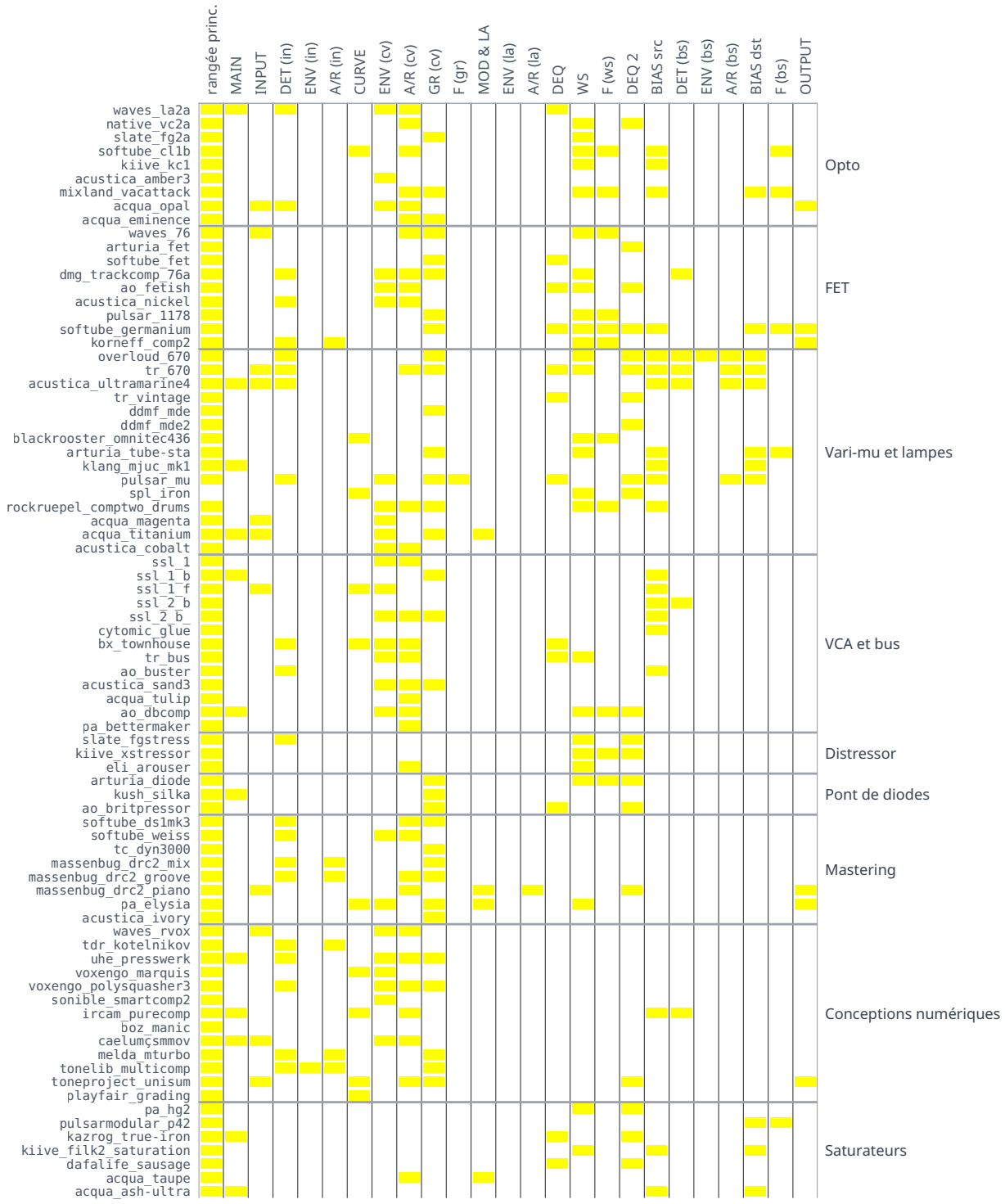


Figure 142 — Les 80 presets et les onglets qu'ils modifient, famille par famille. Une case jaune signale qu'au moins un réglage de l'onglet diffère de sa valeur par défaut.

Quelques chiffres se dégagent. Tous les presets, sauf un, retouchent la rangée principale : seuil, ratio, attaque et relâchement restent le cœur de toute imitation. Viennent ensuite les onglets **A/R (cv)** (forme et automatismes de l'attaque et du relâchement, 33 presets), **GR (cv)** (puissances, offset et designer optique, 32 presets), **ENV (cv)** et le waveshaper (**WS**), 26 presets chacun.

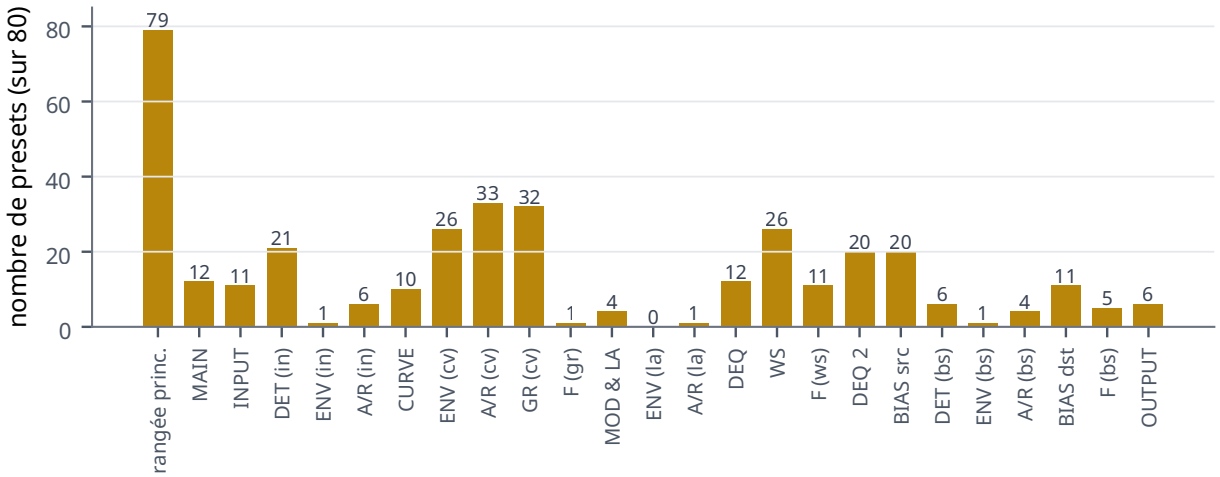


Figure 143 — Nombre de presets qui modifient chaque onglet.

Dans le détail :

- **41 presets** passent la courbe de transfert en décibels (**Cv Lin/Db** à 1), 37 gardent la courbe linéaire par défaut, et deux s'arrêtent entre les deux ;
- **21 presets** décalent l'enveloppe avec **Env Offset**, le réglage que François dit utiliser le plus pour imiter les compresseurs, celui qui lui a « sauvé la vie » bien des fois ;
- **26 presets** mettent en jeu le waveshaper, **20** le bias, **6** le designer optique proprement dit (**Opto** non nul) ;
- **19 presets** ont un genou (**Knee** non nul), **10** poussent le ratio à 42, c'est-à-dire à l'infini : ils limitent ;
- **12 presets** utilisent le relâchement automatique, **11** l'attaque automatique, **9** introduisent du feedback (**FF->FB**) ; **3** seulement touchent au décalage du lookahead (**la delay**), dont un dans le sens du passé.

La courbe de transfert ne dit pas tout du caractère d'un compresseur, mais elle en dit déjà beaucoup. La figure suivante superpose les courbes statiques des presets de chaque famille : niveau de sortie en fonction du niveau détecté, pour la seule courbe (rangée principale et onglet CURVE), avant le suiveur d'enveloppe et les modules de couleur. Les quatre presets qui utilisent le genou automatique n'y figurent pas, leur courbe changeant avec le volume du son. Attention aussi à ce que la figure ne montre pas : le **Headroom**, le feedback, les puissances et l'offset de l'enveloppe (onglet GR (cv)) modifient la compression réellement obtenue. Pour plusieurs presets, la courbe réelle est donc assez différente ; les sections de chaque famille le signalent.

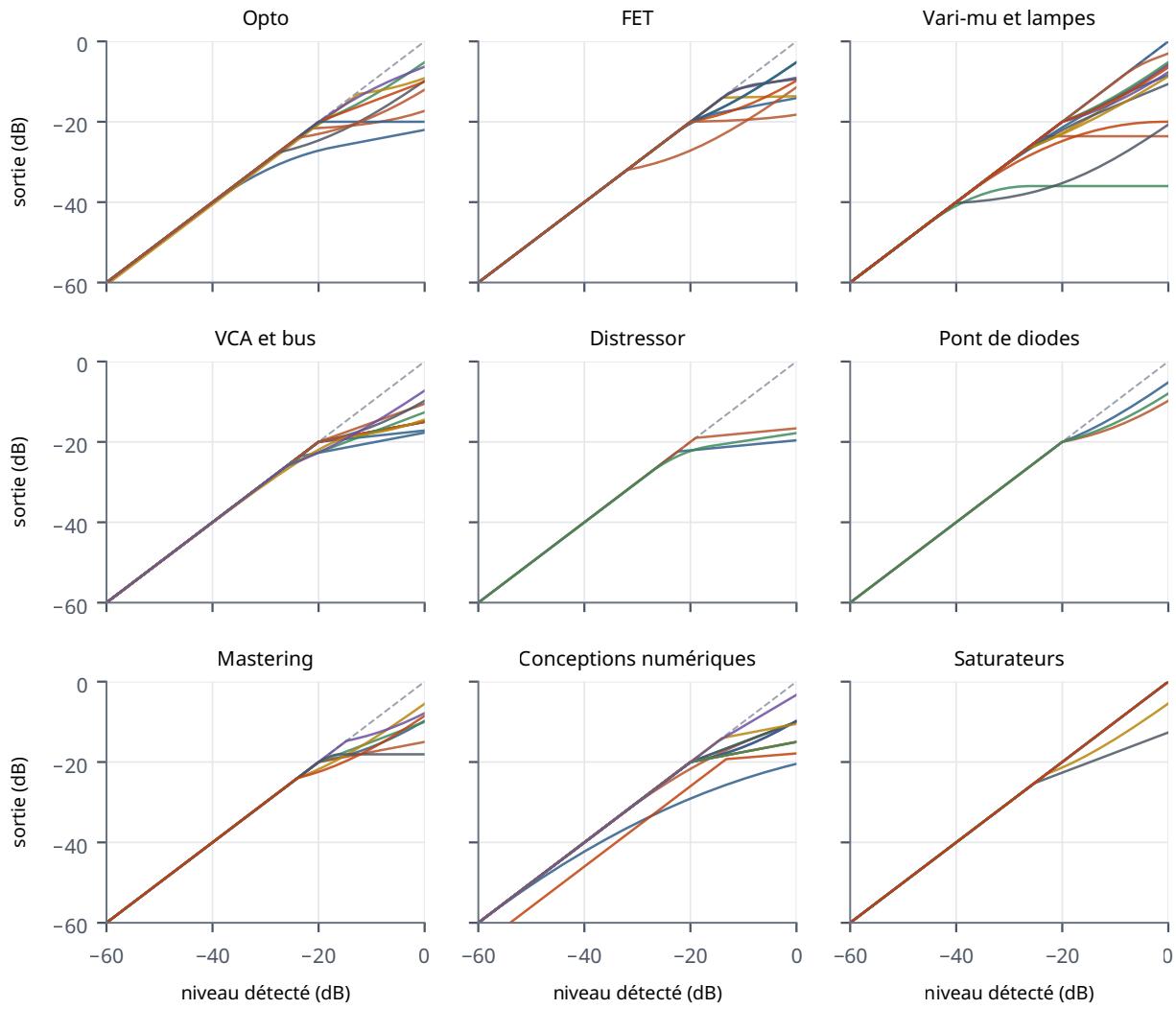


Figure 144 — Courbes de transfert statiques des presets, par famille (sortie en fonction du niveau détecté, en dB ; pointillés : pas de compression).

Ce que nous apprennent les presets

En lisant les 80 presets réglage par réglage, et en les confrontant au comportement documenté des machines et des plugins imités, on comprend mieux comment François travaille, et comment on peut travailler avec Comprendre.

François imite le comportement, pas le mécanisme. On s'attendrait à ce que chaque famille passe par « son » module : le designer optique pour les optiques, le waveshaper pour les FET, le bias pour les lampes. Ce n'est vrai qu'en partie. Un seul des neuf presets optiques se sert du designer optique, et à l'envers. Le relâchement « optique », qui dépend du programme, est obtenu par d'autres moyens : le relâchement automatique, la forme du relâchement, le suiveur Mu, les modes linéaires. De même, six des neuf presets FET règlent le waveshaper, mais la rapidité du transistor passe souvent par la forme de l'attaque plutôt que par le potentiomètre **Attack**. Le mode d'analyse juge le résultat, la courbe de gain, et non le chemin qui y mène.

Le bias, là où on l'attend. La famille vari-mu fait exception : sept de ses quinze presets utilisent le bias, et les trois imitations du Fairchild 670 le font de la même manière, avec une grande hauteur ajoutée à l'entrée du détecteur et une valeur de bias tirée de la sortie, lissée par son propre détecteur. C'est la boucle de commande décrite par l'article de Pulsar Audio qui a inspiré le module. Dans overloud_670, tout le compresseur est même construit à l'intérieur du bias : sans lui, le preset ne compresse pas. Et comme sur un vari-mu, le ratio de ces presets augmente avec le niveau.

L'offset est partout. Env Offset, le réglage fétiche de François, apparaît dans 21 presets. Les trois presets à pont de diodes s'en servent tous. Le plus fort, −0,55, est celui de slate_fg2a, une imitation du LA-2A : la remarque de François sur l'offset du LA-2A se vérifie là, et non dans waves_la2a, qui n'en a pas.

Le ratio affiché n'est pas toujours le ratio entendu. En courbe linéaire, en feedback, avec un offset ou un **Headroom**, la compression réellement obtenue s'écarte du chiffre du bouton **Ratio**. Le ratio de 17 de native_vc2a se comporte comme un 4:1 environ sur les passages forts ; le ratio infini d'acqua_opal, en feedback complet, donne à peu près un 2:1 en régime établi. Les sections de chaque famille donnent ces équivalences.

Les positions des machines se retrouvent. Quand la machine imitée a des valeurs fixes, François tombe souvent dessus : le réglage 4:1, 30 ms, 0,1 s du compresseur de bus SSL se retrouve tel quel dans cinq presets ; le seuil et le ratio de waves_76 tombent sur la position 4:1 du CLA-76 ; les trois imitations du LA-2A attaquent entre 7,5 et 13,4 ms, autour des 10 ms documentés. Pour imiter le compresseur de bus SSL, six presets utilisent la multiplication de détection du bias (**Bias input mul**), ajoutée par François précisément pour cela.

La dynamique d'abord, la couleur ensuite. Beaucoup de presets reproduisent la façon dont le gain bouge sans chercher à reproduire le grain de la machine. Aucune des treize conceptions numériques n'utilise de module de couleur ; les presets à pont de diodes imitent à peine la saturation ; deux des « saturateurs » sont en réalité des égaliseurs fixes. Il y a là de la place pour vous : ajoutez le waveshaper ou le bias à un preset dont la dynamique vous plaît.

Ce que les presets n'utilisent pas. Aucun preset ne touche aux trois clippers, aux filtres FIR, au **Makeup**, à **Output Db** ni aux auto-volumes, et tous restent à **1X** de suréchantillonnage. Les modulations ne servent que dans un preset, le lookahead dans trois. Ces outils restent entièrement à votre disposition pour adapter un preset à votre production.

Des traces de l'exploration. Quelques réglages modifiés n'ont aucun effet dans la version 1.0.3 : un réglage du suiveur Mu alors que ce suiveur est désactivé, une puissance laissée à sa valeur neutre, des réglages du bias alors qu'aucun montant ne l'active. Ils s'affichent en jaune mais ne changent rien au son ; ce sont sans doute les traces des essais faits pendant l'analyse. Les sections de chaque famille les signalent.

> **Trois presets inversent la polarité**
>
> Les presets ao_dbcomp, ssl_1_b et kazrog_true-iron sont enregistrés avec la case **Phase** décochée : la sortie de Comprendre est inversée en polarité (chapitre 7). Les deux premiers activent en plus le mode **Analyse SC**. Sur une piste écoutée seule, une inversion de polarité est peu ou pas audible, mais elle compte dès que le signal est mélangé à une autre version de lui-même (compression parallèle sur un bus, prises multiples). Cochez **Phase** après le chargement si vous n'en voulez pas.

La lumière qui compresse : les optiques

Dans un compresseur optique, la réduction de gain passe par la lumière. Une source lumineuse (un panneau électroluminescent, plus tard une LED) éclaire une cellule photorésistante, placée dans le chemin audio sur le LA-2A comme sur le CL 1B : plus le signal est fort, plus la source éclaire, plus la résistance de la cellule baisse et plus le signal est atténué. La commande est ainsi isolée du signal, d'où une distorsion très faible. Surtout, la cellule apporte « gratuitement » un comportement que les autres technologies doivent construire : elle réagit avec un peu de retard (une attaque d'une dizaine de millisecondes sur le LA-2A, qui varie avec la fréquence), puis elle relâche en deux temps, vite pour la première moitié du chemin, lentement ensuite, sur plusieurs secondes, et d'autant plus lentement que la compression a été forte ou longue. Selon Dave Berners (Universal Audio), le revers de la médaille est une attaque peu rapide, des temps d'attaque et de relâchement liés, et un appairage stéréo difficile.

La référence de la famille est le **Teletronix LA-2A** (1962 selon la plupart des sources), conçu par James F. Lawrence II autour de sa cellule T4. Il travaille en feedback, avec un genou doux et un ratio annoncé à 4:1 qui, en réalité, varie avec la source (position Compress), ou un ratio infini (position Limit). Le **Tube-Tech CL 1B** de Lydkraft (CL 1A en 1987, CL 1B depuis 1991) en a repris le principe, avec des réglages complets d'attaque, de relâchement, de ratio et de seuil.

Les neuf presets de la famille visent trois émulations du LA-2A (**waves_la2a**, **native_vc2a**, **slate_fg2a**), deux du CL 1B (**softube_cl1b** et, probablement, **kiive_kc1**) et quatre plugins qui reproduisent des optiques moins connus, souvent hybrides (**acustica_amber3**, **mixland_vacattack**, **acqua_opal**, **acqua_eminence**). Leur point commun n'est pas celui qu'on attendrait (voir la carte des presets en début de chapitre) :

- après la rangée principale, l'onglet le plus souvent modifié est **A/R (cv)** (six presets sur neuf), devant **WS** (cinq), puis **GR (cv)**, **ENV (cv)** et **BIAS src** (trois chacun) ;
- **un seul preset sur neuf utilise le designer optique** du chapitre 15 : **acqua_eminence**, et encore d'une façon très particulière ;
- le relâchement « optique » est presque toujours obtenu par d'autres moyens : le relâchement automatique (**waves_la2a**, **native_vc2a**), l'enveloppe Mu du chapitre 11 (**acustica_amber3**, **acqua_opal**), les modes linéaires du chapitre 12 (**mixland_vacattack**, **acqua_eminence**) ou les formes d'attaque et de relâchement (**native_vc2a**, **softube_cl1b**, **acqua_opal**) ;
- **Env Offset**, le réglage que François dit utiliser le plus pour imiter un compresseur, apparaît dans trois presets (**slate_fg2a**, **mixland_vacattack**, **acqua_eminence**). François ajoute que, sur un LA-2A, on sent nettement un décalage de ce genre : c'est vrai de **slate_fg2a**, qui porte l'offset le plus fort des 80 presets (−0,55), mais **waves_la2a** n'en a aucun ;
- cinq presets colorent le son avec le waveshaper (**native_vc2a**, **slate_fg2a**, **softube_cl1b**, **kiive_kc1**, **mixland_vacattack**), en général discrètement, et trois activent le bias (**softube_cl1b**, **kiive_kc1**, **mixland_vacattack**, ce dernier sans effet audible, voir plus loin) ;
- les trois imitations du LA-2A ont une attaque comprise entre 7,5 et 13,4 ms, autour des 10 ms documentés pour la machine ;
- six presets gardent la courbe linéaire par défaut, trois passent en décibels (**waves_la2a**, **kiive_kc1**, **mixland_vacattack**). En linéaire, le ratio affiché n'est pas le ratio en décibels : le Ratio de 17 de **native_vc2a** donne à peu près un 4:1 sur les niveaux forts (chapitre 10).

La figure des courbes en début de chapitre montre la courbe de la rangée principale et de l'onglet CURVE. Elle ne tient compte ni du **Headroom**, ni de **Env Offset**, ni de **Gr|Env Pow**, ni du feedback : pour les presets qui s'en servent, les courbes statiques réelles sont décrites dans leur section.

waves_la2a : Waves CLA-2A

La cible. Le CLA-2A de Waves (série CLA Classic Compressors, 2009) modélise le LA-2A de Chris Lord-Alge, un compresseur à tubes de Teletronix à cellule optique T4. Le plugin n'a aucun réglage de temps. Sa notice décrit un relâchement multi-étagé, dépendant du programme, qui peut durer plusieurs secondes après un signal fort, une attaque et une vitesse de réponse qui dépendent de la fréquence, un ratio d'environ 3:1 en Compress (100:1 en Limiter), et une commande HiFreq qui rend la réduction plus sensible au-dessus de 1 kHz.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −29,36 dB ; **Ratio** 4 ; **Attack** 8 ms ; **Release** 120 ms ; **Knee** 25 dB ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Channels Unlink** 0,5.
- Onglet **MAIN** : **Headroom** −6 dB.
- Onglet **DET (in)** : **auto secs** 75 ms.
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels).
- Onglet **A/R (cv)** : **Release Auto** 0,5.
- Onglet **DEQ** : **Deq hgh herz** 7 000 Hz ; **Deq hgh min** 0,5.



Figure 145 — Le preset waves_la2a, onglet DEQ. Les réglages modifiés et les onglets qui en contiennent sont en jaune : la rangée principale (courbe en décibels, Knee de 25 dB, Channels Unlink à 0,5), et dans l'onglet DEQ la bande haute à 7 kHz, qui monte quand le compresseur réduit le gain.

Lecture. Le cœur du preset est sa courbe. Le LA-2A est connu pour son genou doux et pour un ratio qui n'est jamais tout à fait fixe : François a choisi une courbe en décibels, un ratio de 4 et un **Knee** de 25 dB. Le **Headroom** de −6 dB fait entrer le signal 6 dB plus bas dans le compresseur, ce qui revient à remonter le seuil à −23,4 dBFS : le genou s'étale alors d'environ −36 à −11 dBFS. La compression commence donc très tôt et très progressivement, et n'atteint le 4:1 que sur les passages forts. C'est la traduction la plus directe, dans cette famille, d'un ratio qui « varie avec la source ».

Les temps suivent la machine : 8 ms d'attaque, pour les 10 ms environ du LA-2A. Le **Release** de 120 ms est rendu dépendant du programme par **Release Auto** à 0,5 : le temps utilisé est pour moitié le temps réglé, pour moitié un temps automatique tiré du facteur de crête, plus court sur un signal percussif, plus long sur un son tenu (chapitre 12). Avec **auto secs** à 75 ms au lieu de 200 ms, ce facteur de crête est mesuré sur une fenêtre plus courte. L'enveloppe est calculée en décibels, ce qui la

rend plus fidèle à l'oreille sur les fortes réductions (chapitre 11). En revanche, rien ne reproduit la longue traîne de plusieurs secondes : ni designer optique, ni **Env Offset**. Malgré la remarque de François sur l'offset du LA-2A, c'est dans **slate_fg2a** qu'on le trouve, pas ici.

Dernier réglage, trouvé par l'analyse : la bande haute du **DEQ**. Son coefficient vaut 0 au repos et monte vers 0,5 à mesure que le compresseur réduit le gain. L'aigu au-dessus de 7 kHz est donc un peu moins réduit que le reste : à 6 dB de réduction, il ne perd qu'environ 4 dB. La compression devient dépendante de la fréquence, comme celle de la machine, mais par un autre mécanisme. Ce n'est pas une imitation de HiFreq, qui ferait l'inverse en compressant davantage l'aigu. Enfin, **Channels Unlink** à 0,5 mélange à parts égales le gain commun et le gain propre à chaque canal.

> ♪ **En musique : waves_la2a**
>
> Essayez-le d'abord sur une voix ou une basse, les deux usages classiques du LA-2A. Réglez le **Threshold** jusqu'à voir 3 à 6 dB de réduction sur les passages forts : grâce au genou très large, la voix se pose sans que ses attaques soient écrasées. Comparez ensuite **Release Auto** à 0 et à 1 pour entendre ce qu'apporte le relâchement dépendant du programme, et écoutez la brillance qui se maintient quand le compresseur travaille.

native_vc2a : Native Instruments VC 2A

La cible. Le VC 2A fait partie de la collection Vintage Compressors de Native Instruments (2011), produite avec Softube. Son manuel décrit un compresseur à tubes du début des années 1960 à réduction de gain optique électroluminescente : le LA-2A. Il n'a pas de réglage de temps ; un sélecteur COMPRESS (courbe plus douce, ratio plus faible) ou LIMIT (ratio plus élevé) et le bouton PEAK REDUCTION, qui agit à la fois sur le ratio et le seuil, règlent la compression. Il ajoute un LOW CUT sur le détecteur et un DRY LEVEL. Usages recommandés : guitares, basse et voix.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −21,68 dB ; **Ratio** 17 ; **Attack** 13,4 ms ; **Release** 115 ms.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,68 ; **Release Shape** 0,68 ; **Release Auto** 0,5.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,27 ; **Fet even** 0,008.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 5 Hz ; **Deq low max** −1 ; **Deq low zdf->svf** 0 (filtre du premier ordre).

Lecture. Le **Ratio** de 17 évoque la position LIMIT. Mais la courbe est restée linéaire : le ratio s'applique aux amplitudes, et, vue en décibels, la courbe se creuse. Elle compresse très fort juste au-dessus du seuil, puis la pente remonte : entre −16 et 0 dBFS, on obtient à peu près un 4:1 (calcul en régime établi, figure des courbes en début de chapitre). Sur les niveaux forts, ce ratio affiché de 17 retrouve ainsi l'ordre de grandeur du ratio moyen de la machine (environ 3:1).

Le relâchement est le réglage le plus parlant. **Release Shape** à 0,68 fait remonter le gain vite au début, puis le laisse traîner près de 0 dB : c'est l'allure du relâchement en deux temps de la cellule T4, obtenue sans le designer optique. **Release Auto** à 0,5 rend le temps de 115 ms dépendant du programme, comme celui de la machine. L'attaque de 13,4 ms reste proche des 10 ms du LA-2A, et **Attack Shape** à 0,68 lui fait saisir d'emblée une grande partie de la réduction, puis terminer en douceur.

Pour la couleur, **Fet odd** à 1,27 ajoute une saturation douce, en harmoniques impaires, qui suit la réduction de gain (chapitre 17). Le caractère harmonique du plugin n'est pas documenté : c'est un ajustement trouvé par l'analyse, cohérent avec l'étage à lampe de la machine. **Fet even** à 0,008 n'ajoute qu'une trace de deuxième harmonique, et un peu de composante continue. La bande basse du **DEQ 2**, à 5 Hz, en filtre du premier ordre et avec un coefficient de −1, fait de l'égaliseur un passe-haut exact du premier ordre à 5 Hz quand le compresseur ne travaille pas : rien d'audible, mais le continu et l'infra-grave disparaissent. L'effet s'atténue à mesure que la réduction augmente, puisque le coefficient suit l'enveloppe (chapitre 18).

> **♪ En musique : native_vc2a**
>
> Sur une guitare électrique ou une basse, ce preset tient le niveau avec fermeté sans écraser le haut de la dynamique. Ajustez le **Threshold** en premier ; si la compression vous paraît trop « limiteur » juste au-dessus du seuil, baissez le **Ratio** pour vous rapprocher de l'esprit COMPRESS. Écoutez la fin des notes : le relâchement rapide puis traînant laisse respirer le sustain.

slate_fg2a : Slate Digital FG-2A

La cible. Le FG-2A est un module du Virtual Mix Rack de Slate Digital (présenté fin 2020, testé par Sound On Sound en 2021). Il émule le LA-2A et sa cellule T4. Il n'a pas de réglage de temps ; Slate a modélisé le relâchement « tapered », qui ralentit près de 0 dB de réduction et dépend du programme. Le commutateur Compress/Limit donne, selon un test, environ 4:1 et un ratio infini. Le plugin revendique une « saturation caractéristique » et ajoute une pré-accentuation HF/Flat de la chaîne latérale, un Mix et un Stereo Link.

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 7,5 ms ; **Knee** 12 (en courbe linéaire, une largeur de 0,1 en amplitude).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,55.
- Onglet **WS** : **Fet even** −0,032.

Lecture. Quatre réglages seulement, mais l'un d'eux fait tout le preset : **Env Offset** à −0,55, le décalage le plus fort des 80 presets. C'est ici que l'on retrouve le décalage que François dit entendre nettement sur le LA-2A. Le reste de la courbe est resté au défaut : **Ratio** 2, **Threshold** −20 dB, courbe linéaire. En linéaire, un ratio de 2 ne peut pas réduire le gain de plus de moitié (6 dB). L'offset retire 0,55 à l'enveloppe, qui vaut 1 au repos : il reste 0,45, soit une atténuation permanente de 6,9 dB. Puis chaque décibel de réduction pèse beaucoup plus lourd (chapitre 15). En régime établi, et par rapport au niveau de repos, la réduction vaut 1,3 dB pour un niveau détecté de −20 dBFS, 4,6 dB à −16 dBFS, 9,6 dB à −12 dBFS, 19 dB à −6 dBFS, et la cible devient muette quand le niveau détecté atteint 0 dBFS. La sortie plafonne pour une entrée vers −17 dBFS, puis **diminue** quand l'entrée augmente : c'est une sur-compression, que permet une topologie feed-forward. La figure des courbes en début de chapitre, qui ignore l'offset, ne montre pas ce comportement.

Cette courbe qui se durcit avec le niveau, jusqu'à faire redescendre la sortie, est un ajustement trouvé par l'analyse. Elle évoque la position Limit. Le **Knee** de 12, linéaire, arrondit la transition entre −26 et −16,5 dB environ. L'attaque de 7,5 ms est proche des 10 ms du LA-2A, mais le **Release** est resté à son défaut, 10 ms, bien plus court que les 60 ms environ que met la machine pour la moitié de son relâchement. Avec la détection crête par défaut, un relâchement aussi court laisse le gain suivre

les alternances du grave (chapitre 12) : une source de distorsion, peut-être une part de la saturation recherchée. **Fet even** à −0,032 ajoute, en proportion de la réduction de gain, une pointe de deuxième harmonique en polarité inversée et renforce très légèrement la fondamentale.

> **♪ En musique : slate_fg2a**
>
> Avant tout, montez le **Makeup** d'environ 7 dB pour comparer à volume égal. Réglez ensuite le **Threshold** sur une voix ou une basse : avec cet offset, quelques décibels de seuil suffisent pour passer d'un nivellement doux à un écrasement marqué, où les passages les plus forts redescendent sous les autres. Écoutez le grave : si le **Release** de 10 ms le fait grésiller, allongez-le.

> **À confirmer par François**
>
> **slate_fg2a** porte l'**Env Offset** le plus fort des 80 presets (−0,55), alors que **waves_la2a** n'en a pas : le LA-2A dont vous parlez dans la vidéo française est-il le FG-2A ? Avec le seuil, le ratio et la courbe par défaut, cet offset atténue le signal de 6,9 dB au repos et rend la cible muette quand le niveau détecté atteint 0 dBFS : est-ce bien l'effet recherché ?

softube_cl1b : Softube Tube-Tech CL 1B

La cible. Le Tube-Tech CL 1B de Softube (sorti fin 2007, aujourd'hui « Mk II », qui contient aussi la Mk I) émule le CL 1B de Lydkraft, conçu par John G. Petersen : un compresseur mono, optique, avec un amplificateur push-pull tout à lampes. Ratio de 2:1 à 10:1 ; mode FIXED (attaque 1 ms, relâchement 50 ms), mode MANUAL (attaque de 0,5 à 300 ms, relâchement de 0,05 à 10 s) et mode FIX./MAN., qui enchaîne un relâchement rapide puis le relâchement manuel. L'élément de réduction de gain a une très faible distorsion. On ne sait pas quelle génération du plugin a servi de modèle.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −13,2 dB ; **Ratio** 6 ; **Attack** 5,8 ms ; **Release** 138 ms.
- Onglet **CURVE** : **GR Min** −0,6 dB.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,33 ; **Release Shape** 1,67 ; **Rel Ret From** 0,8.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 2.
- Onglet **F (ws)** : **fet src mix** 0 ; **fet hgh herz** 6 000 Hz ; **fet hgh mix** 0,75.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 0,90.
- Onglet **F (bs)** : **bias hgh herz** 3 000 Hz ; **bias hgh mix** 0,75.

Lecture. La rangée principale reste dans les plages du CL 1B en mode MANUAL : ratio de 6, attaque de 5,8 ms, relâchement de 138 ms. La courbe est linéaire : vu en décibels, ce ratio de 6 donne environ 3:1 entre −12 et 0 dBFS. **GR Min** à −0,6 dB impose une réduction minimale permanente, même sous le seuil : une petite atténuation fixe, qui, contrairement à un offset, ne grandit pas avec la compression. C'est un ajustement trouvé par l'analyse.

Les formes donnent le caractère dynamique. **Attack Shape** à 0,33 fait saisir presque toute la réduction dès le début de l'attaque, puis la termine lentement, ce qui rappelle, sans qu'on puisse l'affirmer, l'association d'un circuit rapide et d'un circuit plus lent. **Release Shape** à 1,67 retient d'abord la remontée du gain, puis libère franchement ; **Rel Ret From** à 0,8 limite l'endroit de la courbe où reprend chaque relâchement. Le preset ne cherche donc pas le relâchement « rapide puis lent » du mode FIX./MAN.

La couleur vient de deux saturateurs, tous deux ramenés vers l'aigu. Le waveshaper (**Fet odd** 2) sature en harmoniques impaires, en proportion de la réduction de gain, mais son produit ne garde que ce qui dépasse 6 kHz, dosé à 0,75 : seul le grain aigu de la saturation est entendu (chapitre 16). Le bias, activé par **Bias input add**, ajoute à la détection une hauteur qui suit le niveau de la sortie. Avec des temps usuels comme ceux-ci, le gain ne suit pas la forme d'onde : il en résulte surtout une compression dont la détection est décalée par la sortie, à la manière d'un compresseur à rétroaction. Ce qui reste de produit de saturation passe par l'onglet **F (bs)**, qui en renforce l'aigu au-dessus de 3 kHz (chapitres 19 à 21). Le bias de Comprendre transpose un montage push-pull, dont la recombinaison annule les harmoniques paires ; le CL 1B a justement un amplificateur de sortie push-pull à lampes. Le rapprochement est tentant, mais le bias modélise un étage de compression, pas un amplificateur de sortie.

> **♪ En musique : softube_cl1b**
>
> Le CL 1B est d'abord un compresseur de voix : commencez par là, puis essayez une basse ou une guitare acoustique. Réglez le **Threshold** en premier ; l'attaque qui saisit vite tient les consonnes, et le relâchement retenu évite que la voix « pompe ». Pour entendre ce que font les deux saturations, écoutez-les seules avec **Monitor Fet** et **Mon bias sat** : elles se logent dans l'air de la voix.

kiive_kc1 : Kiive Audio Tube KC1

La cible. Le Tube KC1 de Kiive Audio (mai 2024) se présente comme « inspiré d'un classique des studios ». Un test le décrit comme une émulation du Tube-Tech CL 1B, mais cette source n'a pas pu être vérifiée : le nom désigne probablement une imitation du CL 1B. L'éditeur annonce une compression « de style opto », la chaleur des lampes, et un usage d'abord sur les voix, aussi sur la batterie.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −13,52 dB ; **Ratio** 1,87 ; **Attack** 1,5 ms ; **Release** 236 ms ; **Knee** 18,09 dB ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Channels Unlink** 1.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 0,91 ; **Fet drive** 2 dB.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 4,25.

Lecture. Le réglage décisif est **Bias input mul**. Avec **Bias mul %** à 1 (défaut) et la source « out » (défaut), le signal de détection est multiplié par la valeur du bias, qui suit la sortie, et par 4,25 : le compresseur mesure le produit du signal par le niveau de sa propre sortie (chapitre 20). Plus il compresse, moins il mesure : la détection se régule elle-même, à la manière d'un compresseur à rétroaction. Le LA-2A, dont le CL 1A s'inspirait, est un compresseur feedback ; la topologie du CL 1B n'est pas documentée dans nos sources. François a créé ce mode multiplicatif pour imiter le compresseur SSL ; il s'en sert ici pour un optique.

Conséquence pratique : le **Threshold** et le **Knee** s'appliquent à ce produit, pas au signal seul. Sous le seuil, quand la sortie suit l'entrée, la détection varie en décibels deux fois plus vite que le signal. Le genou de 18 dB correspond donc à une plage d'entrée plus étroite, et la compression démarre vers −13 dBFS. Avec un ratio de 1,87, elle reste douce. L'attaque de 1,5 ms est proche de celle du mode FIXED du CL 1B (1 ms), le relâchement de 236 ms est dans la plage de son mode MANUAL. **Channels Unlink** à 1 donne un compresseur par canal, comme deux machines mono.

Le waveshaper est très discret : **Fet odd** à 0,91, légèrement inférieur à 1, donne une courbe à peine expansive, qui atténue un peu les faibles niveaux de chaque alternance et préserve les crêtes, en proportion de la réduction de gain ; **Fet drive** à 2 dB limite cette mise en forme aux niveaux inférieurs à 0,79 environ (chapitre 17). La « chaleur » annoncée n'est donc qu'effleurée.

> ♪ **En musique : kiive_kc1**
>
> Essayez-le sur une voix lead ou un bus de batterie, pour un nivellement souple qui suit le chant. Le **Threshold** se règle en premier, mais il agit environ deux fois moins vite que d'habitude : 2 dB de seuil déplacent le début de la compression d'à peu près 1 dB. Écoutez comment la compression semble s'adapter à ce qu'elle produit, sans jamais se crisper sur les attaques.

acustica_amber3 : Acustica Audio Amber 3

La cible. Amber 3 d'Acustica Audio (février 2019) ajoute un compresseur et un préampli à l'égaliseur Amber 2. Son interface reprend celle de l'Avalon Designs AD2044, et Acustica le présente comme la reproduction d'un compresseur optique américain en classe A. Comme tous les plugins de l'éditeur, il repose sur la convolution dynamique. Ratios et temps ne sont pas documentés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −27,68 dB ; **Ratio** 3,41 ; **Attack** 17,5 ms ; **Release** 48 ms.
- Onglet **ENV (cv)** : **Env->Mu** 1 ; **Mu Pow Att** 1,16 ; **Mu Max Att** 9,58 ; **Mu Min Rel** 1,73 ; **Mu Max Rel** 0,754 ; **Mu Pow Rel** 0,648.

Lecture. Ni designer optique, ni saturation : cet optique est imité uniquement par l'**enveloppe Mu**, l'outil « vari-mu » du chapitre 11, dont les vitesses glissent avec le niveau détecté. Pour l'attaque, le temps vaut 17,5 ms sur un signal faible et jusqu'à 9,58 fois plus (environ 170 ms) près de 0 dBFS ; **Mu Pow Att** à 1,16 réserve ce ralentissement aux niveaux les plus forts. L'attaque ralentit donc sur les passages forts et laisse passer leurs transitoires. Pour le relâchement, le temps vaut 1,73 fois le Release (environ 83 ms) sur un signal faible et 0,754 fois (environ 36 ms) près de 0 dBFS ; **Mu Pow Rel** à 0,648 étale cette variation vers les niveaux moyens. Tant que la musique est forte, le gain revient vite ; quand elle se calme, il revient plus lentement.

Ce relâchement rapide puis lent rappelle celui d'un optique, mais il dépend du niveau détecté et non de la réduction, comme le ferait le designer optique. L'attaque qui ralentit sur les forts niveaux va même à l'inverse du designer, qui accélère quand la réduction grandit : c'est un ajustement trouvé par l'analyse. La courbe linéaire, avec un ratio de 3,41, compresse fermement entre le seuil (−27,7 dB) et −16 dBFS environ, puis ne réduit presque plus davantage : la réduction ne peut pas dépasser 10,7 dB.

> ♪ **En musique : acustica_amber3**
>
> Sur un chant ou un instrument soliste, ce preset nivelle les phrases moyennes et laisse vivre les éclats. Réglez le **Threshold** pour placer la zone de compression là où se trouve l'essentiel du jeu. Observez la ligne marron de l'historique : elle descend sur les passages forts, quand le relâchement s'accélère.

mixland_vacattack : Mixland Vac Attack

La cible. Vac Attack, de Mixland (le mixeur Jesse Ray Ernster et le programmeur Eddie Lucciola), distribué par Plugin Alliance depuis 2023, émule l'Inward Connections Vac Rac TSL-4, un limiteur optique à lampes arrêté en 2020, dont le détecteur est précédé d'un passe-haut à 100 Hz. Le plugin modélise la source lumineuse et la photorésistance. Il n'a pas de réglage de temps : ses temps sont automatiques et le relâchement dépend du programme. Un réglage Knee agit sur l'application du ratio et sur les temps ; le ratio va de 3,52:1 à plus. Une saturation à lampe (commande THD), deux égaliseurs et un Mix complètent le tout.

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 6,6 ms ; **Release** 400 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels).
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Mode** 2 (linéaire) ; **Release Mode** 2 (linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,125.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 3 ; **Fet drive** 3,04 dB ; **Fet Thresh** 0,8 ; **Fet sin x** 2.
- Onglet **F (ws)** : **fet amp** 0,5.
- Onglet **BIAS src** : **Bias +inverse** 0,5.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias on limit** 1 ; **Bias x gr** 3,03.
- Onglet **F (bs)** : **bias amp** 0 ; **bias src mix** 0 ; **bias hgh herz** 257 Hz ; **bias hgh mix** 0,97 ; **bias hgh zdf->svf** 0.

Lecture. La courbe est en décibels, avec le ratio (2) et le seuil (−20 dB) par défaut. **Env Offset** à −0,125 atténue le signal de 1,2 dB au repos, puis creuse la réduction d'autant plus que la compression est forte : en régime établi, le ratio effectif passe d'environ 2,4:1 juste au-dessus du seuil à plus de 4:1 près de 0 dBFS. Un ratio qui monte avec le niveau : un test du plugin parle justement d'un ratio de 3,52:1 et plus.

Faute de temps réglables sur la cible, François a choisi les **modes linéaires** pour l'attaque et le relâchement : le gain change à vitesse constante (chapitre 12). Un relâchement linéaire met donc d'autant plus de temps qu'il part de loin : environ 0,3 s pour revenir de 6 dB de réduction, près de 0,5 s pour 12 dB. Le temps de retour dépend de la quantité de compression, ce qui est une forme de relâchement dépendant du programme.

Le waveshaper fournit la saturation à lampe. **Fet odd** à 3 amplifie fortement les faibles niveaux de chaque alternance et arrondit les crêtes ; **Fet Thresh** à 0,8 les écrête, le **Fet drive** de 3 dB ramenant le seuil effectif vers 0,56 ; **fet amp** à 0,5 divise le produit par deux. Le tout suit la réduction de gain : plus le compresseur travaille, plus le son s'épaissit. **Fet sin x** à 2 est sans effet, car **Fet sin *** est resté à 0. Le bias, enfin, prépare une saturation push-pull qui croîtrait avec la réduction de gain (hauteur **Bias x gr**, limiteur à 0 dBFS, chemin inverse à moitié), son produit étant privé de son grave sous 257 Hz environ. Mais **bias amp** est à 0 : le produit du bias est annulé avant même ses filtres, et, sans hauteur d'entrée, le bias n'a plus aucun effet audible (chapitre 21).

> **♪ En musique : mixland_vacattack**
>
> Essayez-le sur un bus de batterie, une basse ou une voix, les usages que recommande le plugin. Le **Threshold** se règle en premier : avec l'offset, c'est lui qui décide si la compression reste souple ou se durcit. Écoutez la densité qui monte avec la compression, et isolez-la avec **Monitor Fet** ; si elle devient trop épaisse, baissez **fet amp**.

À confirmer par François

Dans **mixland_vacattack**, **bias amp** vaut 0 : le produit du bias est annulé avant ses filtres et, sans hauteur d'entrée, le bias n'a aucun effet audible. Les réglages des onglets BIAS src, BIAS dst et F (bs) ne servent donc à rien, sinon à doubler la charge de calcul (chemin inverse actif). Est-ce voulu ?

acqua_opal : Acustica Audio Opal Comp

La cible. Opal Comp, d'Acustica Audio, est présenté comme le « grand frère » numérique du Sonicomp 2 de John Oram (Oram Sonics). Sa conception est hybride : l'étage optique donne un genou doux et arrondi au seuil, l'étage à semi-conducteurs gère les crêtes. Le plugin propose un mode feed-forward, un VU-mètre, un fonctionnement dual-mono, et vise le mixage final et la maîtrise transparente des crêtes. Ratios et temps ne sont pas documentés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 42 (infini) ; **Attack** 65,8 ms ; **Release** 453 ms.
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 1 (feedback).
- Onglet **DET (in)** : **rms secs** 3,2 ms ; **rms db** 0 dB ; **peak db** −24 dB ; **Det Mix** avg (moyenne).
- Onglet **ENV (cv)** : **Env->Mu** 1 ; **Mu Min Rel** 0,57.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,58 ; **Att Ret Spd** 0,008 ; **Release Shape** 2.
- Onglet **OUTPUT** : **deq** (le second) 0.

Lecture. Le preset est un « limiteur » en **feedback pur**. Le plugin propose un mode feed-forward ; le preset travaille, lui, en rétroaction. Or un compresseur feedback ne peut pas atteindre un ratio infini : son détecteur mesure une sortie déjà réduite (chapitre 14). Avec ce ratio de 42, la courbe linéaire et le seuil par défaut (−20 dB), on obtient en régime établi un ratio effectif d'environ 2:1 au-dessus du seuil : une compression modérée, avec la douceur que François prête au feedback. La figure des courbes en début de chapitre, qui ignore le feedback, montre un plafond qui n'existe pas ici.

La détection est modifiée : la crête est exclue (−24 dB) et seul reste le flux RMS, sur une constante de temps très courte de 3,2 ms. Le **Knee** est resté à 0 : l'arrondi du seuil vient de la rétroaction et de cette mesure moyennée, pas de la courbe. Les temps sont lents, 66 ms d'attaque et 453 ms de relâchement, et l'enveloppe Mu (**Mu Min Rel** à 0,57) raccourcit le relâchement quand le niveau mesuré, ici celui de la sortie, est faible. **Attack Shape** à 0,58 fait saisir rapidement le début de la réduction, puis ralentir ; avec **Att Ret Spd** presque nul, la position sur la courbe d'attaque ne revient presque pas en arrière pendant les relâchements, si bien que, passé la première attaque, les suivantes reprennent plus loin sur la courbe, là où elle est plus lente. **Release Shape** à 2 retient la remontée du gain avant de la libérer. Le second **deq** de l'onglet OUTPUT, à 0, est sans effet : le DEQ 2 n'a aucune bande active.

♪ En musique : acqua_opal

Placez-le sur un bus de mixage ou un groupe d'instruments, là où l'on cherche une tenue transparente plutôt qu'un effet. Le **Threshold**, resté à −20 dB, est le premier réglage à ajuster : descendez-le jusqu'à une réduction de quelques décibels. Écoutez la façon dont les crêtes sont arrondies sans que la mise en place rythmique soit touchée.

acqua_eminence : Acustica Audio Eminence

La cible. Eminence, d'Acustica Audio, est une tranche de console gratuite sortie en décembre 2021. Son compresseur « Frankenstein » réunit deux processeurs de dynamique à semi-conducteurs d'un fabricant américain non nommé : un compresseur optique (591) et un limiteur à FET (612). L'égaliseur est un trois-bandes britannique des années 1960. L'éditeur parle d'une compression « grasse et croquante » ; ratios et temps ne sont pas documentés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −24 dB ; **Ratio** 5 ; **Attack** 5 ms ; **Release** 1,2 s.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Mode** 2 (linéaire) ; **Release Mode** 2 (linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** −2,5 ; **Env Offset** −0,1 ; **Opto** −0,2 ; **Opto Env** 1 ; **Opto A/R mul** 421 ; **Opto severity** 2,66 ; **Opto precision** 0.



Figure 146 — Le preset acqua_eminence, onglet GR (cv) : le seul preset de la famille qui active le designer optique, avec un Opto négatif intégré à l'enveloppe (Opto Env à 1) et un Opto A/R mul à son maximum, 421. Gr|Env Pow et Env Offset mettent aussi l'enveloppe en forme.

Lecture. C'est le seul preset de la famille qui utilise le designer optique, et il le fait d'une manière inattendue. **Opto Env** à 1 intègre l'opto à l'enveloppe : il n'y a pas de produit de saturation, l'onglet F (gr) n'a rien à traiter. **Opto A/R mul** est au maximum du réglage, 421 : les temps de l'opto valent 421 fois ceux du suiveur principal, soit environ 2 s pour descendre et plusieurs minutes pour remonter. **Opto severity** à 2,66 laisse la réduction n'accélérer l'opto que modérément, et **Opto precision** à 0 supprime l'arrondi. Le suiveur optique devient ainsi une **mémoire** des réductions des dernières minutes. On pense à l'effet mémoire documenté de la cellule T4, dont la constante de temps se compte, selon Universal Audio, en minutes.

Mais **Opto** est négatif : l'écart entre l'opto et l'enveloppe est retourné, à 20 %. Tant que la mémoire indique plus de réduction que l'enveloppe, c'est-à-dire après un passage fort, le gain final en applique un peu moins. Concrètement, les passages calmes qui suivent un passage fort sont légèrement relevés, de l'ordre de 1 dB dans une simulation simple, et cela pendant plusieurs minutes ; au début d'un morceau, avant que la mémoire ne se forme, les premiers passages forts sont au contraire un peu plus compressés. C'est l'inverse de la mémoire de la T4, qui prolonge la réduction après une forte compression : un ajustement trouvé par l'analyse, sur une machine (le 591) dont le comportement n'est pas documenté.

L'enveloppe est aussi mise en forme. **Gr|Env Pow** à −2,5 adoucit fortement les petites réductions et beaucoup moins les grandes : les 3 dB demandés par la courbe à −20 dBFS deviennent 0,5 dB, les 12 dB demandés à 0 dBFS en deviennent 6,8 (après **Env Offset**, qui atténue de 0,9 dB au repos et creuse

les fortes réductions). La compression démarre donc très progressivement au-dessus du seuil. Les **modes linéaires** font varier le gain à vitesse constante : le relâchement de 1,2 s met d'autant plus de temps qu'il part de loin. Aucune saturation, en revanche : la partie « croquante » du limiteur à FET n'est pas imitée.

> **♪ En musique : acqua_eminence**
>
> Ce preset se juge sur la durée : passez un morceau entier, sur un bus ou une voix, et comparez le début et la fin. Réglez d'abord le **Threshold** pour obtenir quelques décibels de réduction sur les refrains ; la mémoire de l'opto relève ensuite discrètement les couplets qui les suivent. Pour entendre ce que fait cette mémoire, comparez avec **Opto** à 0.

La vitesse du transistor : les FET

En 1966, Bill Putnam remplace les lampes de ses compresseurs Universal Audio 175 et 176 par des transistors à effet de champ (FET) : le **1176** sort en 1967. Le FET y joue le rôle d'une résistance commandée en tension, placée en bas d'un diviseur : plus la tension de commande monte, plus sa résistance baisse, et plus le gain diminue. Le composant est intrinsèquement non linéaire, et tout l'art du circuit consiste à le garder dans sa zone linéaire ; le circuit « low noise » (LN) de la révision C, en 1970, y contribue. Le 1176 est un compresseur à rétroaction (*feedback*) : son sidechain mesure le signal après la réduction de gain. Il n'a pas de seuil : on dose la compression avec l'entrée, sur quatre ratios (4, 8, 12 et 20:1) qui relèvent aussi le seuil. Ses temps ont fait sa réputation : une attaque de 20 à 800 µs, un relâchement de 50 ms à 1,1 s, en partie dépendants du programme. Enfoncer ensemble les quatre boutons de ratio (le mode « all buttons », ou « British mode ») déplace les points de polarisation de tout le circuit et fait grimper la distorsion. Face au Fairchild, doux et chaud, le 1176 éclaircit le timbre et ajoute du mordant ; sur une basse, sa légère distorsion FET l'aide à percer. Dave Berners, d'Universal Audio, résume la famille ainsi : un comportement proche de celui du vari-mu, mais une saturation « à semi-conducteurs » et un genou plus compact.

Sept des neuf presets de cette famille imitent des plugins dérivés du 1176 : le CLA-76 de Waves, le Comp FET-76 d'Arturia, le FET Compressor de Softube, le TrackComp de DMGAudio, le FETish d'Analog Obsession, le Nickel d'Acustica Audio et le Pulsar 1178, émulation de la version stéréo du 1176. Les deux autres s'en écartent : le Germanium Compressor de Chandler Limited, un FET au caractère très différent, et le Pawn Shop Comp 2.0 de Korneff Audio, un hybride lampe et FET.

Dans Comprendre, ces neuf presets ont plusieurs traits communs (voir la carte des presets en début de chapitre) :

- **La courbe.** Tous retouchent la rangée principale. Quatre passent la courbe en décibels (**waves_76**, **dmg_trackcomp_76a**, **ao_fetish**, **acustica_nickel**), et trois d'entre eux ajoutent un genou de 3,5 à 9 dB, un genou compact comme celui que décrit Berners. Quatre presets reprennent le ratio 4, le premier bouton du 1176.
- **Le waveshaper.** Six presets sur neuf règlent l'onglet **WS**, et aucun ne touche à **Fet gr** ni à **Fet env** : tous gardent la saturation dynamique par défaut, qui croît avec la réduction de gain (chapitre 17). Le FET designer n'est pourtant pas un passage obligé : **arturia_fet**, **softube_fet** et **acustica_nickel** n'y touchent pas, et celui de **korneff_comp2** n'est pas entendu. Les trois presets qui filtrent ensuite le produit dans l'onglet **F (ws)** font le même choix : **fet src mix** à 0 et une

seule bande, c'est-à-dire qu'ils ne gardent qu'une région du spectre de la saturation (l'aigu pour **waves_76**, l'extrême grave pour **pulsar_1178**, le grave pour **softube_germanium**).

- **L'offset.** Trois presets (**softube_fet**, **pulsar_1178**, **softube_germanium**) abaissent l'enveloppe avec **Env Offset**. Ce décalage agit sur tout ce qui dépend de l'enveloppe : la saturation du waveshaper n'est plus nulle au repos, et les égaliseurs dynamiques ne sont plus à leur position « max » quand le compresseur ne travaille pas.
- **Les égaliseurs dynamiques.** Quatre presets s'en servent (**arturia_fet**, **softube_fet**, **ao_fetish**, **softube_germanium**), presque toujours de la même façon : une correction réglée par **max**, donc présente au repos, qui s'efface quand le compresseur travaille. C'est l'usage inverse de celui que François présente comme le plus naturel (min à 1, max à 0, chapitre 18).

Trois surprises se dégagent.

- **L'attaque.** Aucun preset de la famille n'affiche une attaque de l'ordre de la centaine de microsecondes : les émulations du 1176 vont de 2,6 à 10 ms, et même 44,6 ms pour **dmg_trackcomp_76a**. Les fabricants ne définissent pas tous leurs temps de la même façon (chapitre 12), mais surtout, la vitesse du FET est souvent obtenue ailleurs que dans le potentiomètre **Attack** : par un designer optique réglé en négatif, qui accélère le début des attaques (**waves_76**), par la forme et le retour de la courbe d'attaque (**dmg_trackcomp_76a**), par une **Attack Shape** légèrement inférieure à 1 (**ao_fetish**, **acustica_nickel**). Les attaques réglées sous la milliseconde se trouvent en fait dans la famille Distressor (plus loin dans ce chapitre).
- **Le feedback.** Le 1176 est documenté comme un compresseur à rétroaction, mais un seul preset, **waves_76**, utilise **FF->FB**, et seulement à moitié.
- **Le designer optique.** Le seul preset de la famille qui l'engage, **waves_76**, le règle en négatif, et l'effet obtenu n'a rien d'une cellule optique : il rend le début des attaques plus vif.

> **Le mot de l'auteur**
>
> François a conçu le waveshaper comme un concepteur de saturation destiné à simuler les compresseurs FET. Par défaut, c'est la réduction de gain qui commande la saturation, comme sur une vraie machine : plus elle compresse, plus elle sature. Les presets de cette famille gardent tous ce comportement.

waves_76 : Waves CLA-76

La cible. Le CLA-76 de Waves (2009, série CLA Classic Compressors) modélise deux 1176 de l'ingénieur Chris Lord-Alge : une révision B « Bluey » et une révision D-LN « Blacky ». On ne sait pas laquelle François a imitée. Waves documente des ratios 4, 8, 12, 20:1 et All, un seuil qui monte avec le ratio (−18 dBFS à 4:1, −12 dBFS à 20:1), une attaque graduée de 1 (1 ms, la plus lente) à 7 (moins de 50 µs), un relâchement de 1 (1 s) à 7 (50 ms), ainsi qu'une distorsion harmonique paire et impaire et le bruit du préampli d'origine.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −18,8 dB ; **Ratio** 4 ; **Knee** 9 dB ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Attack** 2,6 ms ; **Release** 543 ms.
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 0,5.
- Onglet **A/R (cv)** : **Release Mode** 2 (linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Opto** −1 ; **Opto A/R mul** 2,46 ; **Opto severity** −2,97 ; **Opto precision** 0.

- Onglet **WS** : **Fet Thresh** 0,74 ; **Fet Knee** 240 ; **Fet *** 0 ; **Fet sin *** 1 ; **Fet sin x** 8 ; **Fet Precision** 2,68.
- Onglet **F (ws)** : **fet src mix** 0 ; **fet hgh herz** 5 566 Hz ; **fet hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle) ; **fet hgh mix** 1,18.

Lecture. Le ratio 4 et le seuil de −18,8 dB tombent presque exactement sur le réglage 4:1 du CLA-76, dont Waves place le seuil à −18 dBFS. La courbe est en décibels, avec un genou de 9 dB (de −23,3 à −14,3 dB) : ni Waves ni l'histoire du 1176 ne donnent la forme du genou, c'est un ajustement trouvé par l'analyse. **FF->FB** à 0,5 fait mesurer au détecteur un mélange, à parts égales, du signal d'entrée et de la sortie de l'échantillon précédent (chapitre 14) : c'est le seul preset de la famille qui fasse une place au feedback, la topologie documentée du 1176.

L'attaque de 2,6 ms est plus lente que la plus lente du CLA-76. Le designer optique, réglé de façon inattendue, en rattrape une petite partie. Avec **Opto** à −1, l'écart entre le gain optique et l'enveloppe est retourné (chapitre 15) ; avec une **Opto severity** de −2,97 et sans arrondi (**Opto precision** à 0), cet écart n'existe que pour les toutes petites réductions, puisque dès 3 dB le temps de l'opto est divisé par une soixantaine. Résultat : au tout début de chaque attaque, là où l'opto serait en retard, le gain baisse un peu plus vite que l'enveloppe. Une simulation des formules du code, sur une réduction de 12 dB, donne le premier décibel en 0,2 ms au lieu de 0,4 ms, puis une attaque presque inchangée. Le relâchement de 543 ms, dans la plage du CLA-76, est **linéaire** : le gain remonte à vitesse constante et s'arrête net sur sa cible, sans traîne. La durée du retour grandit donc avec la profondeur de la réduction : environ 0,25 s après 3 dB, 0,64 s après 12 dB. Cela va dans le sens du 1176 d'origine, documenté comme relâchant plus vite après un transitoire qu'après une compression forte et prolongée.

Le waveshaper est la partie la plus originale du preset. L'écrêteur a un genou démesuré (**Fet Knee** 240, soit une largeur de 2) : l'arrondi couvre toute la plage, et la courbe devient une pente douce qui abaisse le niveau de 3 à 4 dB et arrondit les crêtes (0,6 en sortie pour une entrée de 1). Comme la moitié du genou dépasse le seuil, on est dans le cas signalé au chapitre 17, où la courbe fait un petit saut au passage par zéro. **Fet *** à 0 et **Fet Precision** à 2,68 activent ensuite le mode écarteur : avec **Fet sin x** à 8, la sinusoïde devient un bruit dont l'amplitude suit le niveau à la puissance 2,68. Avant le dosage par la réduction de gain, ce bruit reste à 10 dB sous une crête de −6 dBFS, à 20 dB sous une crête de −12 dBFS et à plus de 30 dB sous une crête de −20 dBFS. Enfin, l'onglet F (ws) ne garde que la partie du produit située au-dessus de 5,6 kHz environ (passe-haut à 6 dB par octave), légèrement amplifiée. Quand le compresseur travaille, on entend donc un grain bruité sur les crêtes, les harmoniques aiguës de l'arrondi et un léger adoucissement de l'aigu (la courbe passant sous la diagonale, le produit contient une copie inversée du signal). Waves documente une distorsion paire et impaire et le bruit du préampli ; le preset, lui, fabrique le grain que François cherchait avec l'écarteur, un bruit qui n'apparaît que sur les signaux forts (chapitre 17).



Figure 147 — Le preset waves_76, onglet WS : un écrêteur au genou maximal et le mode écarteur (Fet * à 0, Fet Precision 2,68), qui cantonne le bruit de la sinusoïde (Fet sin x à 8) aux crêtes. Les onglets INPUT, A/R (cv), GR (cv) et F (ws), également modifiés, sont en jaune.

> **♪ En musique : waves_76**
>
> Essayez-le sur une basse, l'instrument où le 1176 est le plus souvent cité, ou sur une batterie mélangée en parallèle avec **Dry/Wet**, à la manière de la compression parallèle de batterie pratiquée avec le 1176. Réglez d'abord le **Threshold**, puis écoutez le grain seul avec **Monitor Fet** (onglet WS) pendant un passage qui compresse : il n'apparaît que sur les crêtes. Si le relâchement linéaire vous paraît trop mécanique sur une voix, raccourcissez le **Release** avant de toucher au mode.

arturia_fet : Arturia Comp FET-76

La cible. Le Comp FET-76 d'Arturia (2019, dans le coffret « 3 Compressors You'll Actually Use ») émule le 1176 ; la révision visée n'est pas précisée. Comme sur l'original, il n'a pas de seuil réglable : la compression se dose avec l'entrée. Il offre les ratios fixes 4, 8, 12 et 20:1, un bouton qui reproduit l'astuce « all buttons », une compensation automatique du niveau, des temps jusqu'à 20 µs, un side-chain égalisé et un pré-délai de la compression (« Time Warp »).

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −32 dB ; **Ratio** 4 ; **Attack** 4,2 ms ; **Release** 323 ms.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 65 Hz ; **Deq low max** −0,75 ; **Deq low min** −0,2 ; **Deq hgh herz** 9 000 Hz ; **Deq hgh max** −0,5 ; **Deq hgh min** −0,1 ; **Deq hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle).

Lecture. Le ratio 4 correspond au premier bouton du 1176. Le seuil de −32 dB n'a pas d'équivalent sur le plugin, qui n'en a pas : il reflète sans doute le niveau d'entrée de l'extrait analysé, et c'est le premier réglage à refaire sur votre piste, comme on tournerait l'entrée du 1176. Le preset garde la courbe linéaire par défaut : son ratio 4 n'est donc pas un 4:1 au sens habituel, en décibels, et il compresse nettement moins les forts niveaux (chapitre 10). Le seuil très bas compense en partie (figure des courbes en début de chapitre).

Le waveshaper n'étant pas engagé, le DEQ 2 agit simplement comme un égaliseur dynamique sur la cible. Au repos, il retire l'extrême grave (environ −12 dB sous 65 Hz) et adoucit l'aigu (jusqu'à −6 dB au-dessus de 9 kHz, avec une pente douce de 6 dB par octave). Quand le compresseur réduit le gain, ces corrections s'estompent : à 6 dB de réduction, elles ne valent plus qu'environ −5,6 dB et −3 dB, et en réduction totale −1,9 dB et −0,9 dB. Rien dans la documentation d'Arturia ne décrit ce comportement : c'est une correction de timbre trouvée par l'analyse, qui resserre un peu le son aux deux extrémités du spectre au repos et l'ouvre quand la compression s'installe. L'attaque, de 4,2 ms, reste loin des 20 µs annoncées, comme dans tout le reste de la famille.

> **♪ En musique : arturia_fet**
>
> Sur une voix ou une guitare électrique, tournez le **Threshold** comme vous tourneriez l'entrée d'un 1176, jusqu'à la quantité de compression voulue. Écoutez ensuite le haut et le bas du spectre : ils se resserrent dans les passages calmes et s'ouvrent quand la compression travaille. Si vous préférez un timbre constant, ramenez **Deq low max** et **Deq hgh max** à la valeur de leur **min**.

softube_fet : Softube FET Compressor

La cible. Le FET Compressor de Softube (2009) est « basé sur le plus célèbre compresseur FET », sans le nommer ; Sound On Sound l'identifie au 1176. Son bouton Input sert à la fois de gain et de seuil, son ratio est continu (repères 1, 4, 8, 12, 20:1 et ALL), son attaque va d'environ 20 à 800 µs et son relâchement de 50 ms à 1,1 s, tous deux dépendants du programme. Softube décrit une distorsion de l'étage d'entrée qui colore le son même à 1:1, et ajoute un lookahead, un mélange parallèle (« Parallel Inject ») et des filtres sur le détecteur.

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 3,1 ms ; **Release** 410 ms (le **Threshold** et le **Ratio** restent à −20 dB et 2, en courbe linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,2.
- Onglet **DEQ** : **Deq low herz** 100 Hz ; **Deq low max** −0,5 ; **Deq hgh herz** 5 000 Hz ; **Deq hgh max** 0,5.

Lecture. C'est le preset le plus sobre de la famille : sur la rangée principale, seuls les temps changent. Le relâchement de 410 ms est dans la plage documentée ; l'attaque de 3,1 ms en est loin. La profondeur de la compression doit beaucoup à l'offset, l'outil d'imitation favori de François (chapitre 15). Avec −0,2, le signal est abaissé de 1,9 dB au repos, et la réduction se creuse pendant la compression : en régime établi, sur un sinus à 0 dBFS, une simulation donne environ 9 dB de réduction, contre 5 dB sans offset. La figure des courbes en début de chapitre ne montre pas cet effet, puisqu'elle ne représente que la courbe de transfert.

L'égaliseur dynamique DEQ, placé sur la cible, enlève du grave sous 100 Hz et ajoute de l'aigu au-dessus de 5 kHz quand le compresseur ne travaille pas, puis s'efface avec la compression. À cause de l'offset, l'enveloppe ne vaut que 0,8 au repos : les deux corrections y valent environ −4,4 dB et +2,9 dB. On peut y voir la coloration que Softube attribue à l'étage d'entrée, présente même sans compression ; son effacement avec la compression, en revanche, est un ajustement trouvé par l'analyse. Notez que les filtres du plugin agissent sur son détecteur, alors que ceux du preset agissent sur le son.

> **♪ En musique : softube_fet**
>
> Softube le recommande sur un bus de batterie : essayez-le là, puis sur une basse. Réglez d'abord le **Threshold**, et comparez à volume égal en ajoutant environ 2 dB de **Makeup**, puisque l'offset baisse le niveau même au repos. Pour une compression plus ou moins profonde à seuil égal, jouez sur **Env Offset** (onglet GR (cv)) entre 0 et −0,3.

dmg_trackcomp_76a : DMGAudio TrackComp (modèle 76A)

La cible. TrackComp, de DMGAudio, réunit plusieurs modèles de compresseurs ; le 76A est la révision A du 1176 (1967, numéros de série 101 à 125), dont le préampli placé après le FET associe un FET et un transistor bipolaire, avant l'arrivée du circuit LN. DMGAudio revendique une simulation de circuit (SPICE) en temps réel, sans latence, avec des commandes crantées comme sur le matériel.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −14 dB ; **Ratio** 40 ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Attack** 44,6 ms ; **Release** 100 ms.
- Onglet **DET (in)** : **Det Mix** avg.
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ; **EvMu Br/Cp** 1 (enveloppe découplée) ; **Mu Min Rel** 1,32 ; **Mu Max Rel** 0.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 0,5 ; **Attack Altitude** 0,004 ; **Attack Shape** 3,08 ; **Att Ret From** 1,19 ; **Release Altitude** 0,632 ; **Release Shape** 1,8.
- Onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** 1.
- Onglet **WS** : **Fet drive** +0,05 dB ; **Fet even** 0,056 ; **Fet odd** 1,016 ; **Fet *** 0 ; **Fet sin *** 0,048 ; **Fet sin x** 1,88 ; **Fet Precision** 256.
- Onglet **DET (bs)** : **Det Mix** avg.

Lecture. C'est le preset de la famille qui travaille le plus l'attaque, et il illustre bien la remarque de l'introduction. Sur le papier, l'attaque est lente : 44,6 ms, avec une altitude de 0,004 (le temps réglé devient celui de 99,6 % du chemin) et une forme en S (**Attack Shape** 3,08). Lue seule, cette courbe ne parcourt que 5 % du chemin en 10 ms, la moitié vers 23 ms et 93 % à 35 ms. Mais l'enveloppe est découplée, et dans ce mode, avec **Att Ret Spd** à 1, la position sur la courbe d'attaque ne revient jamais au début : elle reste à **Att Ret From**, soit 1,19 fois le temps d'attaque (chapitre 12). Après la toute première attaque qui suit le chargement, chaque attaque démarre donc dans la partie raide de la courbe en S. Une simulation du code, sur une réduction de 12 dB, donne alors le premier décibel en 0,15 ms, 6 dB en 1,2 ms et 11 dB en 4,2 ms, contre 11,6 ms, 22,7 ms et 34,4 ms pour la première attaque. Le preset retrouve ainsi l'attaque très rapide du 1176 avec un réglage d'**Attack** qui ne le laisse pas deviner. **Attack Auto** à 0,5 raccourcit encore le temps sur les passages percussifs, et l'allonge un peu sur les sons tenus.

Le relâchement est lui aussi remodelé. L'enveloppe découplée, en décibels, laisse le gain attendre un peu après une longue attaque (l'une des « deux écoles » du chapitre 11). L'altitude de 0,632 fait du temps de **Release** celui de 36,8 % du chemin seulement, et la forme 1,8 retient la remontée avant de la libérer : après une réduction de 12 dB, la simulation donne encore 6 dB de réduction au bout de 32 ms, 3 dB au bout de 61 ms et 1 dB au bout de 103 ms. Le ratio de 40, en décibels, dépasse de loin le 20:1 du 1176 : à ce niveau, le preset limite presque. Le waveshaper ajoute une coloration discrète, dosée par la réduction de gain : un peu de deuxième harmonique (**Fet even** 0,056) et un soupçon d'impair (**Fet odd** 1,016). Le mode écarteur (**Fet *** à 0, **Fet Precision** 256) pondère sa sinusoïde par le niveau à la puissance 256 : elle n'apparaît qu'aux abords immédiats du plein niveau interne, et reste pratiquement inaudible.

Cinq réglages sont modifiés sans rien changer au son (les onglets DET (in), GR (cv) et DET (bs) ne s'allument en jaune que pour eux) : **Det Mix** sur avg dans DET (in), puisque la crête est le seul flux inclus et que la moyenne d'un seul flux est ce flux lui-même ; **Mu Min Rel** et **Mu Max Rel**, puisque l'enveloppe Mu n'est pas calculée tant qu'**Env->Mu** vaut 0 ; **Gr|Env Pow** à 1, valeur neutre comme 0 ; et **Det Mix** de DET (bs), puisque le bias n'est pas actif.



Figure 148 — Le preset dmg_trackcomp_76a, onglet A/R (cv) : une attaque de 44,6 ms en S (Attack Shape 3,08, Attack Altitude 0,004) dont la position est conservée d'une attaque à l'autre (Att Ret From 1,19), à moitié automatique, et un relâchement remodelé par son altitude et sa forme.

> **♪ En musique : dmg_trackcomp_76a**
>
> Essayez-le sur une caisse claire ou une voix rock, là où l'on attend d'un 1176 qu'il saisisse les crêtes sans délai. Réglez d'abord le **Threshold** : avec un ratio de 40, le preset se comporte presque en limiteur. Pour une lecture plus douce, plus proche des boutons 4:1 ou 8:1 du 1176, descendez le **Ratio** vers 4 à 8 et écoutez si le relâchement retenu garde son naturel.

> **À confirmer par François**
>
> Le preset dmg_trackcomp_76a (enveloppe découplée, Attack Shape 3,08, Att Ret From 1,19, Att Ret Spd à 1) doit son attaque rapide au comportement signalé au chapitre 12 : en découplé, la position sur la courbe d'attaque ne revient jamais au début. Si ce comportement est corrigé, chaque attaque repartira du début de la courbe en S (premier décibel en 11,6 ms au lieu de 0,15 ms) : faudra-t-il revoir ce preset ?

ao_fetish : Analog Obsession FETish

La cible. FETish, d'Analog Obsession, est un compresseur gratuit « inspiré du comportement classique du 1176 », sans licence d'Universal Audio. Il est présenté comme un compresseur à la réduction de gain rapide et agressive, pour la caisse claire, la grosse caisse, les micros d'ambiance, le bus batterie en parallèle et la voix. Le détail de ses commandes n'a pas pu être consulté.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −12 dB ; **Ratio** 4,05 ; **Knee** 3,51 dB ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Release** 200 ms (l'**Attack** reste à 10 ms).
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,936 ; **Release Mode** 1,41.
- Onglet **DEQ** : **Deq low herz** 14 Hz ; **Deq low min** et **Deq low max** −0,818 ; **Deq low zdf->svf** 0,776 ; **Deq mid herz** 30 Hz ; **Deq mid min** et **Deq mid max** −0,055 ; **Deq hgh herz** 6 400 Hz ; **Deq hgh min** et **Deq hgh max** −0,087 ; **Deq hgh reso** 0,319.

- Onglet **WS** : **Fet even** 0,008.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 10,5 Hz ; **Deq low max** −0,631 ; **Deq low reso** 0,229 ; **Deq low zdf->svf** 0,804 ; **Deq mid herz** 30 Hz ; **Deq hgh herz** 6 400 Hz.

Lecture. La courbe évoque un 1176 réglé sur 4:1 : ratio 4,05, en décibels, avec un genou compact de 3,5 dB. Surprise, pour un plugin présenté comme rapide et agressif : l'**Attack** reste à sa valeur par défaut, 10 ms. Seule une **Attack Shape** de 0,936, à peine inférieure à 1, fait partir l'attaque un peu plus vite. L'enveloppe en décibels et le **Release Mode** à 1,41 mélangent le relâchement logarithmique et le relâchement linéaire, qui, en décibels, remonte à vitesse constante : 9,48 dB par temps de **Release**, soit environ 47 dB par seconde ici. C'est la même recette que celle d'**acustica_nickel**, jusqu'à la valeur de l'**Attack Shape**.

Les deux égaliseurs dynamiques travaillent aux limites de la bande audible. Le DEQ est statique (**min** égal à **max**) : il retire l'infra-grave sous 14 Hz (environ −15 dB), creuse à peine les 30 Hz (−0,3 dB) et incline très légèrement l'aigu au-dessus de 6,4 kHz (−0,8 dB au plus, avec une résonance basse qui adoucit la pente). Le DEQ 2 atténue l'infra-grave sous 10 Hz au repos et le rend avec la compression ; ses bandes médium et haute ont une fréquence mais des coefficients nuls : elles sont sans effet. Le waveshaper n'ajoute qu'une trace de deuxième harmonique (**Fet even** 0,008), dosée par la réduction de gain. Ces ajustements, trouvés par l'analyse, restent très discrets : on peut y voir la bande passante limitée d'un circuit analogique, que le plugin imite peut-être.

> ♪ **En musique : ao_fetish**
>
> Analog Obsession le destine à la batterie : essayez-le sur une caisse claire, une grosse caisse ou des micros d'ambiance, mélangé en parallèle avec **Dry/Wet**. Réglez d'abord le **Threshold**. Si vous attendez l'agressivité annoncée, raccourcissez l'**Attack**, restée à 10 ms, vers 1 à 3 ms, et écoutez la caisse claire perdre son claquement au profit de la densité.

acustica_nickel : Acustica Audio Nickel

La cible. Nickel, d'Acustica Audio (2021), est une suite construite autour d'une émulation du 1176 : son compresseur, Nickel Comp, bascule entre deux révisions, H et LN, chacune échantillonnée sur un appareil différent avec le moteur de convolution dynamique de l'éditeur. La suite contient aussi deux égaliseurs et un préampli. Les commandes du compresseur ne sont pas documentées dans les sources consultées.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −11,2 dB ; **Ratio** 6,15 ; **Knee** 8,04 dB ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Attack** 4,7 ms ; **Release** 250 ms.
- Onglet **DET (in)** : **Det Mix** avg.
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,936 ; **Release Mode** 1,7.

Lecture. Ce preset n'imite que la dynamique : ni waveshaper, ni égaliseur. C'est une surprise pour un plugin dont le principe même est de capturer la coloration d'une machine par échantillonnage. Sa recette est celle d'**ao_fetish** : courbe en décibels avec un genou modéré, enveloppe en décibels, **Attack Shape** de 0,936, relâchement mélangé, ici à 70 % linéaire (la part linéaire, en décibels, remonte à vitesse constante, environ 38 dB par seconde pour 250 ms). Le ratio de 6,15 tombe entre les

boutons 4:1 et 8:1 du 1176 : c'est une valeur trouvée par l'analyse, sur un réglage du plugin que nous ne connaissons pas. **Det Mix** sur avg est sans effet, la crête étant le seul flux inclus dans le mélange.

> ♪ **En musique : acustica_nickel**
>
> Essayez-le sur une voix ou une basse : c'est une compression franche (ratio 6,15) mais arrondie par son genou. Réglez d'abord le **Threshold**. Si la couleur d'une machine vous manque, ajoutez-la vous-même avec le waveshaper : **Fet odd** entre 1,5 et 3, puis écoute avec **Monitor Fet** (démarche du chapitre 17).

pulsar_1178 : Pulsar Audio Pulsar 1178

La cible. Le Pulsar 1178 émule le 1178, la version stéréo du 1176 sortie en 1980, sans transformateur d'entrée ni circuit en classe A, et basée sur la révision H. Comme sur le 1176, le seuil est fixe et l'on dose la compression avec l'entrée ; l'attaque va d'environ 800 à 20 µs, le relâchement d'environ 1,1 s à 50 ms. Pulsar documente une légère saturation de l'original, et ajoute quatre saturations intégrées à la réduction de gain (Tape, Warm, Triode, Clip), un égaliseur de sidechain et un lookahead.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 9,4 ms ; **Release** 14,1 ms (le **Threshold** reste à −20 dB, en courbe linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,4.
- Onglet **WS** : **Fet drive** +1 dB ; **Fet even** 0,2.
- Onglet **F (ws)** : **fet src mix** 0 ; **fet low herz** 100 Hz ; **fet low reso** 0,25 ; **fet low mix** 4.

Lecture. Le ratio 4 reprend le premier bouton du 1176, en courbe linéaire. Le relâchement de 14 ms est plus court que le plus rapide du 1176 (50 ms) : avec la détection crête, un relâchement aussi court laisse le gain suivre les alternances des graves, une source de distorsion (chapitre 12). Softube écrit d'ailleurs que son FET Compressor distord le plus avec le relâchement le plus rapide (et le ratio ALL). L'offset de −0,4 est le plus fort de la famille. Il abaisse le signal de 4,4 dB au repos et rend la cible muette dès que l'enveloppe atteint 8 dB de réduction. En régime établi, sur un sinus et avec la détection crête, une simulation donne −4,4 dB de gain jusqu'à −20 dBFS, −10 dB à −12 dBFS, −17,6 dB à −6 dBFS et −35 dB à 0 dBFS : au-delà de −12 dBFS environ, le niveau de sortie baisse quand l'entrée monte. Ce preset est donc très sensible au niveau d'entrée, et la figure des courbes en début de chapitre, qui ignore l'offset, ne le montre pas.

Le waveshaper est réglé sur la deuxième harmonique (**Fet even** 0,2, drive +1 dB). Son produit contient aussi une composante continue et une copie de la fondamentale en polarité inverse (chapitre 17). L'onglet F (ws) n'en garde que l'extrême grave : la bande basse à 100 Hz, avec une résonance de 0,25, est un passe-bas très doux, et son mix de 4 multiplie le produit par 4 dans l'infragrave, par 2 environ à 50 Hz et par 1 à 100 Hz. Ce que l'on réinjecte, ce sont donc surtout les composantes très graves du carré du signal, qui suivent son énergie, et une copie inversée de l'extrême grave, qui l'atténue légèrement, d'autant plus que la compression est forte. Comme la quantité de saturation suit l'enveloppe décalée par l'offset, elle ne descend jamais sous 0,4 : l'effet existe même sans compression. Rien de tel n'est décrit par Pulsar : c'est un ajustement trouvé par l'analyse.

> **♪ En musique : pulsar_1178**
>
> Commencez avec un niveau d'entrée modéré, par exemple une basse ou une grosse caisse qui crête vers −18 dBFS, puis ajustez le **Threshold** en écoutant attentivement : au-delà d'un certain niveau, la compression écrase le signal au lieu de le contenir. Écoutez le produit avec **Monitor Fet** : un mouvement très grave qui suit le niveau. Pour une compression moins profonde, ramenez **Env Offset** vers −0,2.

softube_germanium : Softube Chandler Limited Germanium Compressor

La cible. Softube émule sous licence (2020) le Germanium Compressor de Chandler Limited, un compresseur mono à FET conçu par Wade Goeke. Le mot « germanium » désigne les diodes du circuit de genou (six courbes, de R SOFT à ZENER HARD) et l'étage de sortie « Germanium Drive ». La machine propose une compression « Clean » ou « Dirty » (la distorsion du FET est compensée ou non) et un réglage Feedback de l'étage de sortie, qui ajoute distorsion, gain, grave et aigu. Ses temps n'ont jamais été chiffrés : l'attaque va de « relativement rapide » à « très lente ». Selon Softube, elle n'est « jamais transparente ».

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 188 ms ; **Release** 568 ms (le **Threshold**, le **Ratio** et la courbe restent à −20 dB, 2 et linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,455.
- Onglet **DEQ** : **Deq low herz** 240 Hz ; **Deq low max** 4,71 ; **Deq low zdf->svf** 0.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 0,863.
- Onglet **F (ws)** : **fet src mix** 0 ; **fet low herz** 450 Hz ; **fet low zdf->svf** 0 ; **fet low mix** 1.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 80 Hz ; **Deq low max** −1 ; **Deq hgh herz** 4 800 Hz ; **Deq hgh max** 0,5.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 1.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias x base** 5,995.
- Onglet **F (bs)** : **bias amp** −0,5.
- Onglet **OUTPUT** : **deq** (le premier) 0.

Lecture. L'attaque de 188 ms, la plus lente de la famille, correspond à l'extrémité « très lente » de la machine. Le seuil et le ratio sont restés à leurs valeurs par défaut : c'est l'offset de −0,455 qui fait l'essentiel de la compression. Il abaisse le signal de 5,3 dB au repos ; en régime établi, sur un sinus, une simulation donne environ 10 dB de réduction à −12 dBFS, 14 dB à −6 dBFS et 17 dB à 0 dBFS, contre 2 à 5 dB sans offset. Le « jamais transparent » de Softube se lit ici au pied de la lettre : même sans compression, le preset n'est jamais neutre.

C'est aussi le preset le plus riche de la famille, avec neuf onglets modifiés en plus de la rangée principale, et trois saturateurs. Le DEQ monte fortement le grave sous 240 Hz, mais le premier **deq** de l'onglet OUTPUT est à 0 : ce grave n'est pas entendu, il nourrit seulement le waveshaper. C'est la démarche « saturer le grave sans l'entendre » du chapitre 18. À cause de l'offset, l'enveloppe vaut 0,545 au repos, et l'accentuation y atteint environ +11 dB ; elle diminue quand la compression s'installe. Le waveshaper applique une courbe impaire inférieure à 1 (**Fet odd** 0,863), donc expansive (chapitre 17) : elle atténue un peu les niveaux moyens et respecte les crêtes. Sa quantité suit la réduction de gain et, là encore à cause de l'offset, ne descend jamais sous 0,455. L'onglet F (ws) ne

garde que le produit situé sous 450 Hz. Le DEQ 2, placé après, retire du grave sous 80 Hz (environ −6,8 dB au repos) et ajoute de l'aigu au-dessus de 4,8 kHz (environ +2,1 dB), deux corrections qui s'effacent avec la compression. Enfin, c'est le seul preset de la famille qui fasse appel au Vari-Mu designer. La hauteur d'entrée (**Bias input add** 1) fait compresser différemment le chemin normal et le chemin inverse ; la hauteur de sortie (**Bias x base** 5,995), sans limiteur, n'agit qu'à travers l'écart de gain entre ces deux chemins (chapitre 21) ; **bias amp** à −0,5 retourne la saturation du bias en la réduisant de moitié : pour la part due à la hauteur d'entrée, la composante continue et les harmoniques paires du chemin normal sont alors renforcées au lieu d'être supprimées (fiche de **bias amp**, chapitre 21).

Les colorations de la machine (Germanium Drive, Feedback, compression « Dirty ») ne sont pas décrites assez précisément pour qu'on les fasse correspondre une à une à ces réglages : c'est par l'analyse que François a combiné ces trois saturateurs. Dernière surprise : le grain bruité que François rapproche des saturateurs au germanium, le mode écarteur du chapitre 17, n'est pas utilisé ici ; on le trouve dans **waves_76**.

> ♪ **En musique : softube_germanium**
>
> Softube recommande le Germanium sur la batterie, la voix, la basse, les bus et le master ; ce preset, avec ses temps lents, se prête bien à un bus ou à une basse. Comparez-le à volume égal, en ajoutant environ 5 dB de **Makeup**, puisqu'il abaisse le niveau même au repos. Réglez ensuite le **Threshold**, puis écoutez séparément ses deux saturations, avec **Monitor Fet** (onglet WS) et **Mon bias sat** (onglet BIAS dst).

korneff_comp2 : Korneff Audio Pawn Shop Comp 2.0

La cible. Le nom désigne probablement le Pawn Shop Comp 2.0 de Korneff Audio (2020), une conception originale : un circuit hybride lampe et FET, dont on peut changer les lampes, les transformateurs et les résistances. Il offre un seuil de 0 à −100 dB, un ratio de 2:1 à 50:1, une attaque de 0,2 à 200 ms et un relâchement de 10 ms à 1,2 s, ainsi qu'un égaliseur (Weight et Focus). Sound On Sound le juge idéal pour écraser une voix en parallèle et sur la batterie.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 40 ; **Attack** 0 ; **Release** 0 (le **Threshold** reste à −20 dB, en courbe linéaire).
- Onglet **DET (in)** : **Det Mix** env ; **peak db** −24 dB ; **env db** 0 dB ; **env pow** 0,907.
- Onglet **A/R (in)** : **Attack** 35 ms ; **Release** 180 ms.
- Onglet **WS** : **Fet Precision** 25.
- Onglet **F (ws)** : **fet amp** −0,5.
- Onglet **OUTPUT** : **deq** (le premier) 0 ; **ws** 0 ; **deq** (le second) 0.

Lecture. Ce preset a une architecture à part. Avec **Attack** et **Release** à 0, le suiveur placé après la courbe est désactivé : tout le lissage est confié à l'enveloppe de détection, placée avant la courbe, avec 35 ms d'attaque et 180 ms de relâchement. C'est exactement la configuration B du chapitre 9, celle de beaucoup de compresseurs du commerce. Elle a deux conséquences : la durée du relâchement dépend du niveau atteint (plus le signal a dépassé le seuil, plus il faut de temps au niveau lissé pour redescendre), et un transitoire plus bref que l'attaque peut ne jamais franchir le seuil. Les

temps sont dans les plages du plugin, et le ratio de 40, en courbe linéaire, colle presque la sortie au seuil, dans la limite des 50:1 annoncés. La puissance de 0,907 rend la détection un peu plus sensible et la compression un peu plus douce (chapitre 13).

Le waveshaper est réglé en bit crusher (**Fet Precision** 25, soit des pas de 0,04) avec un produit retourné et réduit de moitié (**fet amp** −0,5). Mais les trois dosages de la cible, dans l'onglet OUTPUT, sont à 0, et **FX ws** reste à 0 dans l'onglet INPUT : le waveshaper n'est pas calculé, et ces deux réglages n'ont aucun effet audible (**Monitor Fet** reste muet). La partie « lampes » du Pawn Shop Comp n'est donc pas représentée : le preset n'en imite que la dynamique.

> **♪ En musique : korneff_comp2**
>
> Faites comme le suggère Sound On Sound : écrasez une voix et mélangez-la en parallèle avec **Dry/Wet**, ou essayez-le sur une batterie. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour laisser passer plus ou moins les attaques, jouez sur l'**Attack** de l'onglet A/R (in) : c'est elle, et non celle de la rangée principale, qui règle la vitesse de ce preset.

> **À confirmer par François**
>
> Deux réglages surprennent. Dans **pulsar_1178**, l'offset de −0,4 combiné à la courbe linéaire 4:1 à −20 dB fait baisser le niveau de sortie quand l'entrée dépasse environ −12 dBFS en régime établi (−35 dB de gain sur un sinus à 0 dBFS) : est-ce voulu ? Dans **korneff_comp2**, les dosages **deq**, **ws** et **deq** de l'onglet OUTPUT sont à 0, si bien que **Fet Precision** 25 et **fet amp** −0,5 n'ont aucun effet audible : faut-il les retirer, ou le waveshaper devait-il être entendu ?

Le souffle des lampes : vari-mu et compresseurs à tubes

Dans un compresseur **vari-mu** (*variable-mu*, ou *variable-bias*), l'élément qui réduit le gain est un tube : la tension de commande déplace sa polarisation de grille, et le gain du tube baisse. Les tubes à coupure progressive (*remote cut-off*) se prêtent à ce travail. Les traits documentés du genre en découlent : pas de ratio fixe, mais une compression qui se durcit à mesure que le niveau monte, un genou doux, des temps souvent lents ou dépendants du programme, et la couleur des tubes et des transformateurs. L'article de Pulsar Audio qui a inspiré le bias de Comprendre (chapitre 19) ajoute deux points : la boucle est en rétroaction, la sortie pilotant la réduction de gain, et plus on attaque fort l'étage, plus la compression se transforme en saturation, surtout sur les transitoires.

Les quinze presets de la famille visent toute l'histoire du genre : le Fairchild 670 de Rein Narma, à travers trois plugins ; l'Altec 436C des années 1950 ; le Gates STA-Level de la radiodiffusion ; les premiers vari-mu des années 1950, réinterprétés par Klanghelm ; deux appareils de Ian Sefchick inspirés des Fairchild ; le Manley Variable Mu, à travers le plugin de Pulsar Audio ; puis des machines plus récentes, le SPL Iron et le Rockruepel Comp.Two. Trois produits d'Acustica Audio, échantillonnés sur des appareils à lampes, complètent la liste, avec un module de T-RackS mal identifié.

Comprendre offre à cette famille quatre outils taillés pour elle : le **Vari-Mu designer** (le bias, chapitres 19 à 21), le suiveur d'enveloppe **Mu**, dont la vitesse dépend du niveau (chapitre 11), la détection en **feedback** (**FF->FB**, chapitre 14), et le genou très large associé à un ratio infini, qui fait de la courbe tout entière un genou (chapitre 10). Voici ce qu'en font les presets (voir aussi la matrice en début de chapitre) :

- **7 presets sur 15 activent le bias.** Les trois imitations du 670 (**overloud_670**, **tr_670**, **acustica_ultramarine4**) s'en servent de la même manière : une forte hauteur d'entrée (**Bias input add** de 2,5 à 42), calculée sur la sortie lissée par le détecteur du bias. C'est la boucle de contrôle décrite par l'article de Pulsar. Leurs réglages de destination (hauteur de sortie, limiteur) n'agissent presque pas sous 0 dBFS. **klang_mjuc_mk1** et **pulsar_mu** travaillent des deux côtés, détecteur et audio ; **rockruepel_comptwo_drums** prend la sortie brute, sans lissage ; **arturia_tube-sta**, enfin, ne fait que réveiller le module pour se servir de son limiteur et de l'onglet **F (bs)**.
- **8 presets s'en passent** : **tr_vintage**, **ddmf_mde**, **ddmf_mde2**, **blackrooster_omnitec436**, **spl_iron**, **acqua_magenta**, **acqua_titanium** et **acustica_cobalt**. Le caractère vari-mu passe alors par d'autres voies, que certains presets à bias empruntent aussi : le feedback (4 presets en tout, avec **tr_670** et **acustica_ultramarine4**), le genou très large à ratio infini (4 presets : **acustica_ultramarine4**, **blackrooster_omnitec436**, **arturia_tube-sta**, **klang_mjuc_mk1**), l'**Env Offset**, outil d'imitation favori de François (3 presets), ou **Gr Amp**.
- **Le suiveur Mu sert trois fois** : dans l'onglet **ENV (cv)** pour **rockruepel_comptwo_drums** (de façon extrême) et **acqua_titanium** (de façon presque imperceptible), et dans l'onglet **ENV (bs)** pour **overloud_670**, où il étire le relâchement du bias.
- **La couleur** vient du waveshaper dans 6 presets, le plus souvent par une touche de **Fet odd** qui grandit avec la compression. Six presets égalisent avec **DEQ** ou **DEQ 2**, et un trait revient : quatre d'entre eux (**overloud_670**, **tr_670**, **tr_vintage**, **pulsar_mu**) atténuent l'extrême grave au repos, de 3 à 10 dB à 20 Hz. C'est un ajustement trouvé par l'analyse, qu'aucune documentation n'explique.
- **La courbe** est en décibels pour 7 presets, en linéaire pour 7 autres, et à mi-chemin pour **rockruepel_comptwo_drums**. Six presets règlent le ratio à 42.

Quelques surprises méritent d'être signalées. **pulsar_mu**, l'imitation du plugin dont l'éditeur a écrit l'article fondateur du bias, tire sa saturation des transitoires du **designer optique** ; son limiteur de bias, lui, reste muet sous 0 dBFS. **spl_iron**, qui vise un « limiteur à polarisation variable », n'utilise pas le bias et garde les temps par défaut. **acustica_cobalt** imite un compresseur à lampes en feedback, mais reste en feed-forward. Enfin, aucune des trois imitations du 670 ne touche **L/R to M/S** ni **Channels Unlink** : elles travaillent en stéréo liée, alors que la machine pouvait fonctionner en deux limiteurs indépendants ou en mode latéral/vertical (somme et différence).

La figure des courbes en début de chapitre ne montre que la courbe de la rangée principale. Dans cette famille, le feedback, les puissances, l'offset et surtout le bias en éloignent fortement la compression réelle : les sections qui suivent en donnent des estimations, tirées de calculs sur les formules du code.

overloud_670 : Overloud Gem Comp670

La cible. Le Gem Comp670 d'Overloud, annoncé en octobre 2018, émule le Fairchild 670 ; Overloud a échantillonné trois exemplaires, à Londres, Los Angeles et Milan. Le 670, conçu par Rein Narma dans les années 1950, est un vari-mu : la tension de commande agit sur la grille des tubes, qui

servent eux-mêmes d'élément de réduction de gain. Son sélecteur de constantes de temps va de 0,2 ms / 0,3 s (position 1) à des positions automatiques dont le relâchement dépend du programme (0,2 s pour une crête isolée, 10 s pour des crêtes répétées, jusqu'à 25 s pour un niveau élevé constant). Overloud évoque l'amplificateur de feedback de l'original ; le plugin ajoute un mode M/S, un genou doux ou dur et un réglage « DC Threshold ».

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** 0 dB ; **Ratio** 42 (infini) ; **Attack** 0 ; **Release** 0 ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels).
- Onglet **DET (in)** : **peak db** −18 dB.
- Onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** 8.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,025.
- Onglet **DEQ 2** : bande basse à 27 Hz, **Deq low max** −1, en ZDF (**Deq low zdf->svf** 0) ; bande haute à 6,75 kHz, **Deq hgh max** 0,125, **Deq hgh reso** 1.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 25.
- Onglet **DET (bs)** : **peak db** −24 dB (mesure exclue) ; **env db** 0 dB ; **env pow** 0,5 ; **destination** *env* et **formula** *d=max(s,p)*.
- Onglet **ENV (bs)** : **Env->Mu** 1 ; **Mu Min Rel** 421 ; **Mu Max Rel** 0,6226 ; **Mu Pow Rel** 1,704.
- Onglet **A/R (bs)** : **Attack** 0,2 ms ; **Release** 0,3 s.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias on pre->out** 1 (position « out ») ; **Bias x env** −1 ; **Bias on limit** 1 ; **Bias limit knee** 6,92 ; **Bias on ratio** 1,3.

Lecture. Le compresseur principal semble neutralisé : seuil à 0 dB, détection baissée de 18 dB, attaque et relâchement nuls. Sans le bias, il ne compresserait d'ailleurs jamais un signal inférieur à 0 dBFS. Tout passe par la hauteur d'entrée : **Bias input add** ajoute à la détection 25 fois la valeur du bias, une hauteur bien plus grande que le signal lui-même. Cette valeur est tirée de la sortie (la source par défaut), puis lissée par le détecteur du bias, réglé sur l'enveloppe seule et sur sa racine carrée (**env pow** 0,5). Le compresseur est donc piloté par sa propre sortie, à travers un détecteur qui a son attaque et son relâchement : c'est exactement la boucle décrite par l'article de Pulsar (chapitre 19). Comme les temps de la rangée principale sont nuls, ce sont ceux de l'onglet **A/R (bs)** qui donnent sa dynamique au compresseur : 0,2 ms à la montée du bias, 0,3 s à la descente, les valeurs de la position 1 du 670.

L'enveloppe Mu de l'onglet **ENV (bs)** étire ensuite ce relâchement selon le niveau de la sortie. Dans cet onglet, la vitesse « Max » s'applique quand le bias est nul, la vitesse « Min » quand il est maximal (chapitre 11) : le relâchement vaut environ 0,2 s dans le calme, mais le calcul donne environ 1 s pour une sortie vers −30 dBFS, 5 s vers −20 dBFS et 15 s vers −14 dBFS. Le bias redescend donc lentement tant que la musique reste forte, et vite dès qu'elle se calme : un relâchement dépendant du programme, qui rappelle les positions automatiques 5 et 6 de la machine. **Gr|Env Pow** à 8 multiplie enfin par huit la réduction en décibels, et c'est lui qui donne sa fermeté à la boucle. Une simulation simplifiée des formules du code, sur un sinus de 1 kHz tenu, place le début de la compression vers −20 dBFS, avec une pente d'environ 4:1 au-delà : à 0 dBFS en entrée, la sortie reste vers −15 dBFS.

Le reste agit peu. En position « out », une hauteur de sortie s'annule dans la recombinaison des deux chemins tant que le limiteur ne travaille pas (chapitre 21) ; or ce limiteur, placé à 0 dBFS avec un genou étroit et un ratio doux de 1,3, n'est atteint que par des crêtes de sortie proches de 0 dBFS, ce qui n'arrive guère avec une sortie aussi comprimée. **Bias x env** et le limiteur jouent donc le rôle

d'une sécurité plus que d'une couleur. La formule de **DET (bs)** est choisie, mais son paramètre reste à 0 : aucune formule n'est appliquée. **Fet odd** à 1,025 ne laisse qu'une trace. Le **DEQ 2**, au repos, retire l'extrême grave (un passe-haut à 6 dB par octave vers 27 Hz, soit environ −4,5 dB à 20 Hz) et ajoute environ 1 dB au-dessus de 10 kHz ; ces deux corrections s'effacent à moitié à 6 dB de réduction de gain. Ce sont des ajustements trouvés par l'analyse.



Figure 149 — Le preset overloud_670, onglet A/R (bs). Sur la rangée principale, Attack et Release sont à 0 ; ce sont l'attaque (0,2 ms) et le relâchement (0,3 s) du détecteur du bias, les valeurs de la position 1 du Fairchild 670, qui règlent la dynamique de la compression. Les onglets modifiés par le preset sont en jaune.

> **♪ En musique : overloud_670**
>
> Essayez-le sur un bus stéréo ou une voix, et écoutez la façon dont la compression reste installée après un passage fort, puis se relâche quand la musique respire : c'est le Mu du bias qui travaille. Pour régler la quantité, commencez par le **Threshold** : comme la détection suit à peu près la racine de la sortie, chaque décibel retiré au seuil fait commencer la compression environ deux décibels plus bas. Pour changer la vitesse, ne touchez pas aux temps de la rangée principale, mais à l'**Attack** et au **Release** de l'onglet **A/R (bs)**. Et pour retrouver le mode latéral/vertical du 670, activez **L/R to M/S** (onglet MAIN) et réglez **Channels Unlink** à 1 : le Mid et le Side sont alors compressés séparément (chapitre 7).

tr_670 : IK Multimedia T-RackS Vintage Tube Compressor/Limiter Model 670

La cible. Ce module de T-RackS, apparu avec T-RackS 3 Deluxe en 2008, émule le Fairchild 670, un compresseur/limiteur vari-mu dont tout le trajet du signal passe par des tubes. IK annonce une attaque « extrêmement rapide », un jeu de temps de relâchement, deux limiteurs indépendants utilisables en L/R ou en vertical/latéral, et des circuits à tubes qui « enrichissent le timbre » en ajoutant présence et harmoniques. Pour le Fairchild 660, la documentation indique 2:1 en compression et 30:1 en limitation de crête, avec des réglages intermédiaires. IK recommande d'abord le bus stéréo et le mastering.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −23,6 dB ; **Ratio** 42 ; **Attack** 5 ms ; **Release** 0,3 s ; **Cv Lin/Db** 1.
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 1 (feedback).
- Onglet **DET (in)** : **peak pow** 1,987.
- Onglet **A/R (cv)** : **Release Mode** 2 (linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** −0,6666.
- Onglet **DEQ** : bande basse à 104 Hz, **Deq low max** −1,342, en ZDF ; bande médium à 224 Hz, **Deq mid max** 0,1207, **Deq mid reso** 1,12.

- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,706 ; **Fet even** 0,072.
- Onglet **DEQ 2** : bande basse à 20 Hz, **Deq low min** et **Deq low max** −0,5, en ZDF ; bande haute à 16 kHz, **Deq hgh min** et **Deq hgh max** −0,25, en ZDF.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 2,534.
- Onglet **DET (bs)** : **peak db** −24 dB ; **env db** 0 dB ; **env pow** 0,821.
- Onglet **A/R (bs)** : **Attack** 20 ms ; **Release** 1 s.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias on limit** 1 ; **Bias x gr** 0,3333.

Lecture. La structure est celle d'**overloud_670**, avec une différence : le compresseur principal travaille lui aussi, et en feedback (**FF->FB** à 1). Il mesure la sortie, comme le fait un vari-mu selon l'article de Pulsar. En feedback, la détection voit un signal déjà réduit, et le ratio réellement obtenu reste bien plus faible que le ratio affiché (chapitre 14) ; **peak pow** proche de 2 double les décibels du niveau détecté et raidit la compression (chapitre 13). Le relâchement de 0,3 s est celui de la position 1 du 670, et il est linéaire (**Release Mode** à 2) : le gain remonte à vitesse constante. L'attaque de 5 ms est en revanche plus lente que les 0,2 à 0,4 ms de la machine. **Gr|Env Pow** à −0,6666 accentue surtout les petites réductions (chapitre 15).

Le bias ajoute à la détection une hauteur de 2,5 fois sa valeur, tirée de la sortie lissée (attaque 20 ms, relâchement 1 s). Cette hauteur vaut au moins deux fois et demie le niveau de sortie : la détection est en bonne partie pilotée par la sortie lissée, bien au-delà du dosage que conseille François. L'effet est net. Selon une simulation simplifiée des formules du code, sur un sinus de 1 kHz tenu, le compresseur sans bias ne commencerait à travailler que vers −10 dBFS ; avec le bias, il commence vers −25 dBFS, et sa pente se durcit avec le niveau, d'environ 2,5:1 au début à 4:1 vers −8 dBFS, et davantage encore près de 0 dBFS. C'est le comportement attendu d'un vari-mu : un ratio qui grandit avec le niveau. Du côté de la destination, **Bias x gr** et le limiteur placé à 0 dBFS ne forment le coude « push-pull » du chapitre 19 que pour des crêtes très proches de 0 dBFS ; sur un son tenu, la simulation ne leur trouve presque aucun effet.

La couleur vient du waveshaper : **Fet odd** à 1,706 et une pointe de **Fet even** produisent des harmoniques, surtout impaires, dont la quantité suit la réduction de gain. C'est la traduction directe des « présence et harmoniques » annoncées par IK. Les égaliseurs dynamiques dessinent un profil presque fixe : environ −10 dB à 20 Hz, −5,6 dB à 50 Hz, −2 dB à 100 Hz, une bosse d'un tiers de décibel vers 224 Hz et −1 dB au-dessus de 16 kHz. **Deq low max** dépasse −1 : l'extrême grave est retiré, puis revient en polarité inversée (chapitre 18). Ce profil est un ajustement trouvé par l'analyse.

> **♪ En musique : tr_670**
>
> C'est un candidat naturel pour le bus stéréo : la compression entre en douceur et se raffermit à mesure que le mix pousse. Écoutez-la sur un refrain qui monte d'un cran : le gain devrait se resserrer sans écraser les attaques. Ajustez d'abord le **Threshold** ; si le grave vous semble trop allégé, vérifiez ce que retire l'onglet **DEQ** en ramenant **Deq low max** vers 0. Comme pour **overloud_670**, **L/R to M/S** et **Channels Unlink** à 1 rapprochent le preset du mode latéral/vertical de la machine.

acustica_ultramarine4 : Acustica Audio Ultramarine 4

La cible. Ultramarine 4, sorti en mai 2019, est construit autour de l'A-70, un compresseur stéréo et mid-side qui reproduit le Fairchild 670, échantillonné sur l'appareil d'origine. Acustica décrit des temps d'attaque courts et des relâchements longs, qui tiennent les transitoires tout en « massant » le

corps du morceau, et rappelle l'usage historique du 670 en mastering et en radiodiffusion. Sur la machine, la position 3 du sélecteur de constantes de temps vaut 0,4 ms à l'attaque et 2 s au relâchement.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −36 dB ; **Ratio** 42 ; **Knee** 20 dB ; **Attack** 0,61 ms ; **Release** 2 s ; **Cv Lin/Db** 1.
- Onglet **MAIN** : **Pre Clip Mode** et **Post Clip Mode** à une valeur hors de la liste des modes.
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 1.
- Onglet **DET (in)** : **peak pow** 2,03.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 42.
- Onglet **DET (bs)** : **peak db** −24 dB ; **env db** 0 dB ; **env pow** 4.
- Onglet **A/R (bs)** : **Release** 2 s ; **Release Auto** 1 ; **Release Altitude** 0,8479 ; **Release Mode** 2 (linéaire).
- Onglet **BIAS dst** : **Bias x gr** 2,5.

Lecture. Les temps sont ceux de la position 3 du 670 : 0,61 ms d'attaque pour 0,4 ms, et exactement 2 s de relâchement. La courbe associe un ratio infini, un genou de 20 dB, une détection en feedback et une puissance de détection proche de 2 : elle se durcit progressivement, sans cassure. Le bias y ajoute un second étage. Sa valeur est la sortie lissée élevée à la puissance 4 (**env pow**), multipliée par 42 : elle reste négligeable aux niveaux moyens, puis grandit très vite ; la hauteur ne dépasse le signal que lorsque la sortie passe au-dessus d'environ −11 dBFS. Selon une simulation simplifiée sur un sinus de 1 kHz tenu, le preset donne pratiquement la même courbe avec ou sans bias jusque vers −16 dBFS (moins de 0,3 dB d'écart) ; au-delà, le bias ajoute de la réduction, jusqu'à 1,7 dB à 0 dBFS, et la pente passe d'environ 3:1 à 4,4:1. Le bias durcit donc la compression sur les passages les plus forts : là encore, un ratio qui grandit avec le niveau.

Le détecteur du bias garde l'attaque par défaut (10 ms) et redescend très lentement. Son relâchement est linéaire, et l'altitude de 0,8479 ne fait parcourir que 15 % de la pleine échelle en 2 s. **Release Auto** à 1 adapte encore ce temps au facteur de crête : il est à peu près conservé sur un son tenu et raccourci sur un son percussif (chapitre 12). La polarisation se charge vite et se décharge lentement. **Bias x gr**, sans limiteur, ne s'entend qu'à travers la différence de gain entre les deux chemins (chapitre 21) : rien de mesurable sur un son tenu, une légère asymétrie sur des transitoires. Les modes des clippers d'entrée et de sortie sont sans effet, puisque ces clippers restent désactivés (seuils à 0 dB). Le preset ne touche pas au Mid/Side, bien que l'A-70 soit annoncé comme un compresseur mid-side.

> **♪ En musique : acustica_ultramarine4**
>
> Sur un master ou un bus, avec quelques décibels de réduction, écoutez le grave et le corps du morceau : l'attaque très courte tient les crêtes, et le relâchement de 2 s évite le pompage. Poussez ensuite un passage fort pour entendre le bias raffermir la compression. Le **Threshold** se règle en premier ; sur une musique plus rythmique, raccourcissez le **Release** de la rangée principale avant de toucher à celui du bias.

tr_vintage : IK Multimedia T-RackS (module incertain)

La cible. Le nom désigne IK Multimedia T-RackS, mais aucun module de T-RackS ne s'appelle « Vintage » seul. Deux modules seulement contiennent ce mot : le compresseur 670 déjà imité par **tr_670** et un égaliseur. Deux hypothèses restent : une seconde imitation du module 670, sans le bias, ou un autre module de la gamme Vintage (une émulation du 1176, du LA-2A, ou un compresseur optique). Rien dans les réglages ne désigne un FET ou un opto.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −27 dB ; **Attack** 59,9 ms ; **Release** 255,6 ms (le **Ratio** reste à 2, la courbe en linéaire).
- Onglet **DEQ** : bande basse à 77,7 Hz, **Deq low max** −0,751 ; bande médium à 2,07 kHz, **Deq mid max** −0,149, **Deq mid reso** 0,44 ; bande haute à 5,23 kHz, **Deq hgh max** −0,121.
- Onglet **DEQ 2** : bande basse à 300 Hz, **Deq low max** −0,25 ; bande médium à 50 Hz, **Deq mid max** 0,15 ; bande haute à 5 kHz, **Deq hgh max** −0,05.

Lecture. La compression est simple : un ratio de 2 en courbe linéaire, plus doux qu'un 2:1 en décibels sur les fortes crêtes, une attaque lente de 60 ms et un relâchement moyen. Ni bias, ni feedback, ni waveshaper : rien de propre aux vari-mu. Tout le caractère est dans les deux égaliseurs dynamiques, dont toutes les bandes n'ont qu'un réglage **max**. Elles agissent donc au repos et s'effacent quand le compresseur travaille (chapitre 18). Au repos, le calcul donne environ −10 dB à 20 Hz, −7 dB à 30 Hz, −2,7 dB à 50 Hz, un demi-décibel de plus entre 300 et 500 Hz, puis −1 à −1,5 dB au-delà de 8 kHz ; à 6 dB de réduction, ces écarts sont à peu près divisés par deux. Le son s'épaissit dans l'extrême grave et s'ouvre légèrement dans l'aigu quand la compression s'installe. Ce profil grave rappelle celui de **tr_670**, ce qui va dans le sens d'un module de la même famille, sans le prouver.

> **À confirmer par François**
>
> Aucun module de T-RackS ne s'appelle « Vintage », et le preset n'a ni bias, ni feedback, ni waveshaper : seuls ses égaliseurs dynamiques le distinguent. Quel module (et quel réglage de ce module) **tr_vintage** imite-t-il ?

> **♪ En musique : tr_vintage**
>
> Essayez-le sur une voix ou un bus de guitares, en écoutant l'extrême grave : il se creuse dans les passages calmes et revient quand le compresseur travaille. Avec 60 ms d'attaque, les attaques des notes passent presque intactes. Réglez d'abord le **Threshold** pour obtenir quelques décibels de réduction, puis, si le grave flotte trop, ramenez **Deq low max** de l'onglet **DEQ** vers 0.

ddmf_mde : DDMF MagicDeathEye

La cible. MagicDeathEye est la version mono d'un plugin de DDMF qui reproduit un appareil de Ian Sefchick, ingénieur de mastering chez Capitol Records, « librement inspiré d'un Fairchild 660 » : un compresseur à tubes à gain variable. Selon le manuel, **Threshold** règle le niveau envoyé à la chaîne latérale ; un sélecteur Time va de 1 (le plus rapide) à 4 (le plus lent), plus deux positions à double relâchement ; un commutateur Fast, Medium ou Slow modifie tous les temps ; un filtre à 150 Hz équipe la chaîne latérale. L'éditeur le destine aux voix, aux basses, aux claviers et au bus master.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 2,19 ; **Attack** 2,29 ms ; **Release** 675,5 ms (le **Threshold** reste à −20 dB, la courbe en linéaire).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,39.

Lecture. La base est sobre : un ratio modéré, une attaque assez rapide et un relâchement long, dans l'esprit des temps moyens à lents d'un vari-mu. Le trait marquant est l'**Env Offset**, l'outil d'imitation favori de François. Au repos, il retire 4,3 dB en permanence. Pendant la réduction, il pèse beaucoup plus lourd, parce qu'il s'ajoute en amplitude à une enveloppe déjà basse (chapitre 15). Le calcul statique donne une sortie de −24,3 dBFS pour une crête à −20 dBFS, −23,4 dBFS à −14 dBFS, −21,1 dBFS à −6 dBFS et −18,3 dBFS à 0 dBFS. Juste au-dessus du seuil, la compression est donc très ferme (environ 7:1 entre −20 et −14 dBFS) ; elle s'adoucit ensuite (environ 2:1 entre −6 et 0 dBFS). C'est l'inverse de la tendance vari-mu habituelle, et c'est l'analyse qui l'a dicté. L'enveloppe ne descend jamais sous 0,51 pour un signal inférieur à 0 dBFS : l'offset ne peut donc pas rendre la cible muette.

> **♪ En musique : ddmf_mde**
>
> Sur une voix ou une basse, ce preset tient le niveau très tôt au-dessus du seuil, puis laisse un peu plus respirer les crêtes. Comme l'offset baisse le volume de 4,3 dB même au repos, compensez avec le **Makeup** avant de comparer avec et sans le plugin. Ajustez ensuite le **Threshold** : c'est lui qui décide où se place ce premier palier ferme.

ddmf_mde2 : DDMF MagicDeathEyeStereo

La cible. Le nom désigne probablement MagicDeathEyeStereo, sorti en mai 2020 ; aucun « MagicDeathEye 2 » n'a été trouvé. Il reproduit le modèle stéréo de l'appareil de Ian Sefchick : deux circuits de compression mono, avec des ajouts pour le mastering et la compression de bus. Il propose un égaliseur intégré à la structure de gain vari-mu, un coupe-bas, un filtre elliptique pour la gravure vinyle, une distorsion harmonique réglable, un passe-haut de chaîne latérale à 200 Hz et un mode Punch. Sa compression est décrite comme bien plus douce que celle de la version mono.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −23,36 dB ; **Ratio** 1,83 ; **Knee** 20,41 dB ; **Attack** 6,85 ms ; **Release** 167,4 ms ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Channels Unlink** 1.
- Onglet **DEQ 2** : bande basse à 60,5 Hz, **Deq low max** −0,0545, **Deq low reso** 1,208 ; bande médium réglée à 73 Hz, mais sans montant.

Lecture. Le preset traduit fidèlement les deux traits documentés. La compression est très douce : un ratio inférieur à 2 et un genou de 20 dB en décibels, qui commence près de 34 dB sous 0 dBFS. **Channels Unlink** à 1 donne deux compresseurs indépendants, comme les deux circuits mono de la machine. Le relâchement est nettement plus court que celui de **ddmf_mde**. L'égaliseur dynamique ne fait presque rien : environ −0,5 dB sous 30 Hz et +0,2 dB vers 80 Hz au repos. La bande médium a une fréquence mais ni **min** ni **max** : elle est inactive. L'égaliseur et la distorsion propres à la machine ne sont pas reproduits.

> **♪ En musique : ddmf_mde2**
>
> Ce preset est fait pour le master ou le bus : quelques décibels de réduction, presque invisibles. Comme les canaux sont déliés, une source forte d'un seul côté abaisse ce côté-là seulement ; écoutez la stabilité de l'image stéréo, et ramenez **Channels Unlink** vers 0 si elle bouge trop. Le **Threshold** reste le premier réglage à ajuster.

blackrooster_omnitec436 : Black Rooster Audio OmniTec-436C

La cible. L'OmniTec-436C de Black Rooster Audio émule l'Altec 436C, un compresseur vari-mu à tubes des années 1950. La série 436 servait au téléphone, à la radiodiffusion et à la sonorisation : le 436A n'avait aucun réglage, le 436B (1958) un gain d'entrée, le 436C un seuil et un temps de relâchement ; EMI a modifié des 436B pour en faire le RS124 d'Abbey Road. Le plugin n'a pas de bouton de ratio : sa courbe vari-mu dépend du programme. Il annonce une attaque de 10 à 100 ms, un relâchement de 250 ms à 2,5 s, et un mode Comp (genou arrondi) ou Lim (prise plus ferme et plus rapide des crêtes).

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −14 dB ; **Ratio** 42 ; **Knee** 31,11 ; **Attack** 0,77 ms ; **Release** 119 ms (courbe en linéaire).
- Onglet **CURVE** : **Knee Auto** −14,53.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,299.
- Onglet **F (ws)** : **fet amp** 0,5287.

Lecture. Faute de ratio sur la cible, le preset prend un ratio infini et confie tout au genou. En linéaire, un **Knee** de 31,11 s'étale autour du seuil, d'environ −23 à −10 dBFS : dans cette zone, le ratio grandit continûment jusqu'à l'infini, ce qui donne une courbe sans ratio fixe. **Knee Auto** négatif resserre ce genou quand la réduction lissée augmente : il disparaît vers 4 dB de réduction (chapitre 10). Sur un passage fort et tenu, la courbe devient donc un limiteur franc à −14 dBFS ; dans les passages calmes, elle reste arrondie. Ce passage automatique d'un genou rond à une prise ferme fait penser aux deux modes, Comp et Lim, du plugin. Les temps, en revanche, sont bien plus courts que les plages annoncées (0,77 ms contre 10 ms au moins, 119 ms contre 250 ms au moins). Ce sont les valeurs qui ont superposé les enveloppes en mode analyse : un temps affiché ne se mesure pas forcément de la même façon d'un compresseur à l'autre (chapitre 12). La couleur est une touche d'harmoniques impaires (**Fet odd** 1,299), qui croît avec la compression et que **fet amp** réduit de moitié.

> **♪ En musique : blackrooster_omnitec436**
>
> L'éditeur le propose sur le bus de mixage, la batterie, la basse et la voix. Sur une batterie, écoutez comment les coups isolés sont arrondis, puis comment un passage dense se fait tenir plus fermement quand le genou se resserre. Ajustez d'abord le **Threshold** ; pour un caractère plus lent, plus proche des plages du plugin, allongez l'**Attack** et le **Release**.

arturia_tube-sta : Arturia Comp TUBE-STA

La cible. Le Comp TUBE-STA d'Arturia, sorti en avril 2019, émule le Gates STA-Level, un compresseur de radiodiffusion à tubes de type vari-mu. L'original partage son circuit avec le GE Unilevel, utilise un tube 6386, offre jusqu'à 40 dB de réduction de gain et un relâchement simple ou double.

Le plugin propose un réglage Recovery variable, une chaîne latérale externe et égalisable, cinq modes de détection dont un M/S, un mélange sec/traité et une compensation automatique du niveau.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 42 ; **Knee** 38,29 dB ; **Attack** 182,9 ms ; **Release** 632,5 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (le **Threshold** reste à −20 dB).
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,2.
- Onglet **WS** : **Fet Thresh** 0,66 ; **Fet Knee** 149,23.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 0,0000038.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias Fm On** 0,5 ; **Bias on limit** 0,054 ; **Bias limit knee** 25.
- Onglet **F (bs)** : **bias src mix** 0 ; bande basse à 80 Hz, **bias low mix** 1 ; bande médium à 160 Hz, **bias mid mix** 0,5 ; bande haute à 8 kHz, **bias hgh mix** 0,2036, en ZDF.

Lecture. La courbe est celle d'un niveleur de radiodiffusion. Un ratio infini et un genou de 38 dB centré sur −20 dB couvrent presque toute la plage utile : la réduction vaut 1,1 dB à −30 dBFS, 4,8 dB à −20 dBFS, 11 dB à −10 dBFS et 20 dB à 0 dBFS, avec un ratio qui grandit sans cesse. L'attaque de 183 ms et le relâchement de 632 ms nivellent sans saisir les transitoires. **Env Offset** à −0,2 creuse encore la réduction : 1,9 dB au repos, 8,5 dB au lieu de 4,8 à −20 dBFS, 22 dB au lieu de 11 à −10 dBFS. Dès que l'enveloppe atteint 14 dB de réduction, elle s'annule (chapitre 15) : sur un passage fort et tenu, la réduction devient totale. On retrouve l'ampleur de la machine, capable de 40 dB de réduction. Le waveshaper est un écrêteur au genou si large que l'arrondi commence dès les faibles niveaux ; comme sa quantité suit la réduction de gain, la saturation grandit avec la compression.

Le bias est employé d'une manière singulière. Sa hauteur d'entrée est infime : **Bias input add**, un des cinq montants, sert seulement à réveiller le module (chapitre 19). La destination devient alors un saturateur filtré. Le signal est divisé par deux (**Bias Fm On** à 0,5, sans fusion débiaisée pour le compenser), puis passe dans un limiteur placé vers −25 dBFS ; on n'en garde que trois bandes du produit (**bias src mix** à 0). Une simulation de ce seul étage, sans compression, donne environ −7 dB à 30 Hz, −1,5 dB à 60 Hz, −1 dB vers 160 Hz et au-dessus de 8 kHz, ainsi que des harmoniques impaires dans le grave : la troisième harmonique d'un sinus de 30 Hz se trouve entre 22 et 37 dB sous la fondamentale, selon le niveau. Elle est relativement plus forte sur les sons faibles. Le genou du limiteur (0,21 en amplitude) dépasse en effet le double de son seuil (0,054) : près de zéro, le limiteur ne renvoie plus 0, mais un petit créneau d'environ ±0,006, de signe opposé au signal.

> **À confirmer par François**
>
> Dans **arturia_tube-sta**, **Bias input add** vaut 0,0000038 et ne semble servir qu'à activer le module. **Bias limit knee** (25, soit 0,21 en amplitude) dépasse le double de **Bias on limit** (0,054) : le limiteur renvoie environ ±0,006 (−44 dBFS) pour un signal faible, cas signalé au chapitre 21, ce qui ajoute un grain aux graves des passages calmes. Est-ce voulu ?

> **♪ En musique : arturia_tube-sta**
>
> C'est un niveleur : sur une voix parlée, une basse ou un bus qui varie beaucoup, il ramène tout vers un même niveau, lentement. Compensez le volume avec le **Makeup**, puis écoutez les passages calmes : le grain apporté au grave par le bias s'y entend le mieux, et **Mon bias sat** (onglet **BIAS dst**) le fait entendre seul. Le **Threshold** se règle en premier ; comme le genou couvre presque toute la plage, le baisser fait monter le ratio peu à peu.

klang_mjuc_mk1 : Klanghelm MJUC (modèle Mk1)

La cible. MJUC est un compresseur logiciel de Klanghelm à trois modèles. Le Mk1 « s'inspire des tout premiers vari-mu des années 1950 » : quatre étages vari-mu, une compression faite directement dans le trajet audio, une tension de commande très élevée pour éviter les « thumps » des vari-mu rapides, et la couleur la plus marquée des trois modèles. Il offre un réglage de saturation (Drive), un réglage de timbre, six positions de temps (la première rapide à l'attaque comme au relâchement), un commutateur compression/limitation, et des modes mono, stéréo et double mono.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** 0 dB ; **Ratio** 42 ; **Knee** 67,42 dB ; **Attack** 7,8 ms ; **Release** 35,9 ms ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Channels Unlink** 0,5.
- Onglet **MAIN** : **Headroom** +12 dB.
- Onglet **BIAS src** : **Bias g.e->out** 0 (source : réduction de gain) ; **Bias g.e g->e** 1 (enveloppe) ; **Bias Feedback** 0,3162 ; **Bias input add** 1 ; **Bias Fm In** 0,25.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias x base** −30,3 ; **Bias on limit** 8.

Lecture. La courbe d'abord. Le **Headroom** fait entrer le signal 12 dB plus fort dans le compresseur, et **Bias Fm In** à 0,25 retire ces 12 dB à la détection : la courbe voit à peu près le niveau d'entrée, tandis que l'audio traité à l'intérieur, y compris dans le limiteur du bias, est 12 dB plus chaud. Avec un ratio infini et un genou de 67 dB centré sur 0 dB, toute la plage utile est un genou. Le ratio local vaut environ 1,2:1 à −24 dBFS, 1,5:1 à −12 dBFS et 2:1 à 0 dBFS, pour 0,7, 3,5 et 8,4 dB de réduction. C'est la traduction la plus simple du trait vari-mu : une compression qui se durcit à mesure que le niveau monte. Les temps courts rappellent la première position du sélecteur de temps.

Le bias reproduit ensuite le mécanisme de l'article de Pulsar mieux qu'aucun autre preset de la famille. Sa valeur est la réduction de gain lissée, atténuée de 10 dB par **Bias Feedback** : comme la polarisation d'un tube pilotée par la tension de commande, elle grandit quand le compresseur travaille (chapitre 20). Elle agit des deux côtés. À l'entrée, une petite hauteur rend les deux chemins asymétriques. À la sortie surtout, **Bias x base** ajoute avant le gain une hauteur négative de 30 fois le bias, et le limiteur, placé à 8 (environ +6 dBFS une fois le Headroom retiré), écrête les deux chemins. Après recombinaison, on obtient le coude « push-pull » du chapitre 19, et ce coude descend à mesure que la réduction grandit. Selon un calcul statique, les crêtes commencent à saturer vers −3 dBFS en entrée ; à 0 dBFS, le coude commence vers −6 dBFS et la crête perd environ 2,4 dB. Plus on attaque fort, plus la compression devient saturation : c'est exactement le principe décrit par Pulsar. **Channels Unlink** à 0,5 mélange enfin les gains lié et délié, entre les modes stéréo et double mono du plugin.

> **♪ En musique : klang_mjuc_mk1**
>
> Sur un bus de batterie ou une basse, montez l'**Input Db** pour entendre la compression se changer peu à peu en saturation sur les crêtes, puis comparez avec **Mon bias sat** (onglet **BIAS dst**), qui fait entendre le produit seul. Pour une compression plus discrète, restez sous −6 dBFS : le genou large travaille, le coude du bias reste au repos. Le **Threshold** (ou l'**Input Db**) se règle en premier.

pulsar_mu : Pulsar Audio Mu (devenu VM-Comp)

La cible. Le Mu de Pulsar Audio, annoncé en septembre 2019 et renommé depuis VM-Comp, émule le Manley Variable Mu, sans que l'éditeur ne nomme la machine. Commercialisée depuis 1994, celle-ci repolarise ses tubes selon la technique « remote cut-off » ; en mode COMPRESS, elle a un genou doux et un ratio de 1,5:1, en mode LIMIT un genou plus dur, de 4:1 à 20:1. Son attaque va de 25 à 70 ms, son relâchement de 0,2 à 8 s en cinq positions ; le plugin étend les relâchements vers des valeurs plus rapides et modélise la saturation des transformateurs. Surtout, c'est l'article de Pulsar sur les compresseurs à polarisation variable qui a inspiré le bias : tube à coupure progressive, détecteur « typiquement » de crête, boucle en rétroaction, montage push-pull, et une saturation des transitoires que l'article tient pour responsable de la « colle ».

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −6 dB ; **Knee** 6 dB ; **Attack** 1 ms ; **Release** 150 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (le **Ratio** reste à 2).
- Onglet **DET (in)** : **rms secs** 0,00001 s.
- Onglet **ENV (cv)** : **Gamma R delai** 0,25.
- Onglet **GR (cv)** : **Opto** 1 ; **Opto A/R mul** 0,2247 ; **Opt src gn->env** 0,96 ; **Opto saturation** 0,9 ; **Opto sat limit** 5,979 dB ; **Opto precision** 0,6788 dB.
- Onglet **F (gr)** : **opto amp** 0,5287.
- Onglet **DEQ** : bande basse à 50 Hz, **Deq low max** −0,5.
- Onglet **DEQ 2** : bande basse à 18 Hz, **Deq low max** −0,33 ; bande haute à 16 kHz, **Deq hgh max** −0,05, en ZDF.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 1 ; **Bias Fm In** 2 ; **Bias out bs->ub** 1.
- Onglet **A/R (bs)** : **Attack** 0.
- Onglet **BIAS dst** : **Bias x base** 1 ; **Bias Fm On** 2 ; **Bias <> bs->ub** 1 ; **Bias on limit** 4 ; **Bias on ratio** 1,5.

Lecture. La compression reste du côté COMPRESS de la machine : le ratio n'est pas modifié (2:1) et le genou de 6 dB est doux. Le relâchement de 150 ms est proche de la position la plus rapide de la machine (0,2 s), que le plugin étend vers des valeurs plus courtes. L'attaque de 1 ms est en revanche bien plus rapide que la plage de la machine : le réglage imité du plugin était sans doute rapide, mais nous ne le connaissons pas.

Le bias suit l'article de près. Sa source est la sortie, la source par défaut, comme dans la boucle en rétroaction décrite par Pulsar. Elle est mesurée après débiasage (**Bias out bs->ub** à 1), si bien que le bias suit le vrai niveau de sortie. Le détecteur du bias reste en crête pure, sans lissage, comme le détecteur « typique » de l'article : la valeur du bias suit la forme d'onde de la sortie, échantillon par échantillon. Le preset ne reprend donc pas la démonstration du chapitre 19, qui lisse le bias en RMS. François remarque d'ailleurs qu'il n'a pas obtenu la forme de l'article avec le Pulsar Mu lui-

même. À l'entrée, la hauteur vaut le bias, et **Bias Fm In** double le signal de détection : le détecteur du chemin normal voit deux fois le signal plus le niveau de sortie, celui du chemin inverse deux fois le signal moins ce niveau. Les deux compresseurs ne réduisent pas tout à fait de la même façon, d'où l'asymétrie que la recombinaison « push-pull » transforme en saturation. Ce gain de détection place aussi le seuil effectif vers −15 dBFS, et non à −6 dBFS.

La destination applique la recette du « drive compensé » du chapitre 21 : **Bias Fm On** à 2 pousse la cible vers le limiteur, la fusion débiaisée (**Bias <> bs->ub** à 1) la redivise, et **Bias x base** ajoute une hauteur égale au bias. Mais le limiteur est placé à 4, soit +12 dBFS. Sur la cible doublée et décalée, il n'est atteint qu'au-delà d'environ +2,5 dBFS en entrée : sous 0 dBFS, le drive et la fusion se compensent exactement, et la hauteur s'annule entre les deux chemins, à un petit résidu près. La saturation des transitoires vient d'ailleurs, et c'est la surprise de ce preset : du **designer optique**. L'opto suit l'enveloppe à 96 %, avec des temps très courts (0,22 ms et 34 ms au repos, plus courts encore quand la réduction grandit). Pendant chaque attaque, quand il est en retard sur la réduction demandée par la courbe, **Opto saturation** le fait sauter vers elle, d'autant plus que l'écart est grand, dans la limite fixée par **Opto sat limit** (chapitre 15). Gardé à part comme produit de saturation, cet effet est réduit de moitié par **opto amp**. On obtient une réaction brusque sur les transitoires, qui croît avec la profondeur de compression : la saturation décrite par l'article, obtenue par un autre chemin.

Les égaliseurs dynamiques retirent au repos l'extrême grave (environ −3,3 dB à 20 Hz), ajoutent une petite bosse d'environ 1 dB vers 80 Hz et un rien d'aigu en moins au-dessus de 16 kHz ; tout cela s'efface à moitié à 6 dB de réduction. Ce sont des ajustements trouvés par l'analyse. Trois réglages restent sans effet. **rms secs** fait calculer un RMS que **rms db**, resté à −24 dB, exclut de la détection. **Gamma R delai** ne compte pas, puisque l'enveloppe Gamma n'est pas utilisée. Enfin, l'**Attack** de l'onglet **A/R (bs)** est inactif : l'enveloppe du détecteur du bias n'est pas en service.



Figure 150 — Le preset pulsar_mu, onglet BIAS dst. Bias Fm On à 2 et la fusion débiaisée (Bias <> bs->ub à 1) forment un drive compensé ; Bias x base à 1 ajoute une hauteur égale au bias ; le limiteur (Bias on limit à 4, Bias on ratio à 1,5) n'est atteint qu'au-delà d'environ +2,5 dBFS en entrée. Les onglets modifiés sont en jaune : on remarque GR (cv) et F (gr), ceux du designer optique.

> **♪ En musique : pulsar_mu**
>
> L'éditeur présente le Mu comme une « colle » pour le mix : c'est sur un bus stéréo ou un groupe de batterie qu'il faut l'essayer, avec quelques décibels de réduction. Écoutez les attaques de la caisse claire et des consonnes : c'est là que le designer optique ajoute sa réaction brusque. **Monitor opto** la fait entendre seule, **Mon bias sat** la part du bias. Réglez d'abord le **Threshold** ; pour entendre le limiteur du bias, il faudrait un signal plus chaud que 0 dBFS, ou un **Bias on limit** plus bas.

spl_iron : SPL Iron (Plugin Alliance)

La cible. Le plug-in SPL IRON, développé par Brainworx et sorti en janvier 2019, émule le SPL Iron, un compresseur de mastering à tubes sorti en 2015. SPL le décrit comme un « limiteur/compresseur à polarisation variable ». Chaque canal a deux tubes en parallèle, un 12AU7 à coupure progressive et un 12AX7 à coupure franche, dont les grilles reçoivent la tension de commande ; un limiteur auxiliaire optique (Vactrol) intercepte les crêtes extrêmes dans le chemin de commande. Il n'y a pas de ratio, et l'intensité de compression dépend du niveau d'entrée. Un réglage Tube Bias à trois positions donne d'autant plus de réduction qu'il est haut. Les temps varient selon le redresseur choisi et dépendent du programme. L'appareil, équipé de transformateurs Lundahl, annonce 0,002 % de distorsion à +10 dBu, et son égaliseur de sortie propose AirBass et Tape Roll-Off.

Les réglages.

- Onglet **CURVE** : **Gr Amp** 1,66.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,269.
- Onglet **DEQ 2** : bande haute à 5 kHz, **Deq hgh max** −0,125.

Tout le reste garde ses valeurs par défaut : **Threshold** −20 dB, **Ratio** 2 en linéaire, **Attack** et **Release** à 10 ms.

Lecture. Le preset ne touche pas à la rangée principale et n'utilise pas le bias. Son seul levier de compression est **Gr Amp**, qui multiplie la réduction au moment de l'appliquer (chapitre 10) : 2,4 dB au lieu de 1,4 dB pour une crête à −17 dBFS, 7,3 dB au lieu de 3,6 à −10 dBFS, 11,9 dB au lieu de 5,2 à 0 dBFS. La compression est donc beaucoup plus ferme juste au-dessus du seuil (environ 4:1) que sur les plus fortes crêtes (moins de 2:1). Multiplier la réduction fait penser au réglage Tube Bias de l'Iron, mais nous ne savons pas quelle position était imitée. Le gain reste positif : l'enveloppe ne descend pas sous 0,55 pour un signal inférieur à 0 dBFS, loin du seuil d'inversion de polarité (0,4). Les temps par défaut sont très courts pour un compresseur de mastering. Avec la détection crête, un relâchement de 10 ms laisse le gain suivre les alternances du grave, ce qui crée de la distorsion (chapitre 12), et **Gr Amp** amplifie cette modulation. La touche de **Fet odd**, proportionnelle à la réduction, ajoute des harmoniques impaires que la machine, réputée très propre, ne revendique pas : c'est un ajustement trouvé par l'analyse du plugin. Le **DEQ 2** retire environ 1 dB au-dessus de 12 kHz au repos, deux fois moins à 6 dB de réduction.

> **♪ En musique : spl_iron**
>
> Sur un master, commencez par allonger le **Release** (100 à 300 ms) : vous éviterez que le grave ne se mette à grésiller sous la compression. Ajustez ensuite le **Threshold** pour quelques décibels de réduction, et écoutez la densité gagnée sur les passages forts. Le grain impair et le léger adoucissement de l'aigu n'apparaissent que lorsque le compresseur travaille.

rockruepel_comptwo_drums : Process.Audio Rockruepel COMP.TWO

La cible. Le plugin COMP.TWO de Process.Audio, sorti en 2023, émule le Rockruepel Comp.Two, un vari-mu entièrement à tubes conçu et monté à la main en Allemagne par Oliver Gregor. La réduction de gain y est faite par un tube d'entrée 6N3. Il n'a pas de ratio, mais un genou doux. L'attaque va de 3,5 à 70 ms (avec un minimum mesuré vers 0,6 ms), le relâchement de 200 ms à 4 s, et un relâ-

chement rapide accélère aussi l'attaque. La presse parle d'une saturation « charnue ». L'éditeur recommande notamment la compression parallèle de batterie ; « drums » désigne sans doute cet usage, et non un preset d'usine.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −26,8 dB ; **Attack** 11,9 ms ; **Release** 35,9 ms ; **Cv Lin/Db** 0,5 (le **Ratio** reste à 2).
- Onglet **ENV (cv)** : **Env->Mu** 1 ; **Mu Min Rel** 0,0719 ; **Mu Max Rel** 421.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Altitude** 0,284 ; **Attack Shape** 0,616 ; **Att Ret From** 0.
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,5 ; **Opto** −1 ; **Opto severity** −7,96 ; **Opto precision** 0 ; **Opto saturation** 1 ; **Opto sat limit** 0,000001 dB.
- Onglet **WS** : **Fet *** 0 ; **Fet Precision** 7,804 ; **Fet sin *** 1 ; **Fet sin x** 4.
- Onglet **F (ws)** : **fet amp** 42 ; **fet src mix** 0 ; bande basse à 1,1 kHz, **fet low mix** −1, en ZDF.
- Onglet **BIAS src** : **Bias input add** 7,63.

Lecture. C'est l'usage le plus franc du suiveur Mu dans la famille. Le relâchement va de 0,07 fois le **Release** dans le silence à 421 fois quand le niveau détecté atteint 0 dBFS. Le calcul donne environ 3 ms dans le calme, 0,19 s pour un niveau détecté de −20 dBFS, 0,67 s à −14 dBFS, 1,6 s à −10 dBFS et 3,9 s à −6 dBFS. Le Mu reproduit ainsi à lui seul la plage de 200 ms à 4 s de la machine, en la faisant dépendre du niveau (chapitre 11). L'attaque de 12 ms se trouve dans la plage de la machine. Avec une forme inférieure à 1, une altitude basse et **Att Ret From** à 0, chaque coup est saisi d'emblée, puis la réduction termine son chemin plus doucement (chapitre 12).

Le bias, sans aucun lissage, ajoute à la détection 7,6 fois le niveau de la sortie de l'échantillon précédent : le détecteur lit surtout la sortie, comme un compresseur en rétroaction, et les deux chemins voient chaque alternance différemment. Cette hauteur relève aussi la détection d'une dizaine de décibels, et donc le niveau qui pilote le Mu : les relâchements longs arrivent plus tôt qu'on ne l'attendrait. Viennent ensuite deux réglages radicaux de l'onglet **GR (cv)**. **Env Offset** à −0,5 retire 6 dB au repos et annule l'enveloppe dès qu'elle atteint 6 dB de réduction : sur les coups forts, une fois l'attaque passée, la cible peut devenir muette. L'opto, lui, suit l'enveloppe presque instantanément (**Opto severity** à −7,96), mais **Opto saturation** à 1, avec une limite quasi nulle, le fait sauter jusqu'à la réduction demandée par la courbe au début de chaque coup fort. Avec **Opto** à −1, cet écart est retourné : au lieu d'une réduction plus forte, le gain remonte jusqu'à deux fois l'enveloppe, et le début du coup ressort. Le preset se comporte donc comme un sculpteur de transitoires agressif : le front du coup est mis en avant, le corps est écrasé, et le relâchement dépend du niveau.

Le waveshaper ajoute enfin un grain cantonné aux crêtes. En mode écarteur (**Fet *** à 0 et **Fet Precision** au-dessus de 0), la sinusoïde très rapide de **Fet sin x** à 4 devient un bruit dont l'amplitude ne touche que les forts niveaux (chapitre 17), ce que François rapproche de certains saturateurs au germanium. **fet amp** à 42 l'amplifie énormément ; l'onglet **F (ws)** n'en garde que la partie sous 1,1 kHz, en polarité inversée (**fet src mix** à 0, bande basse à −1). Comme sa quantité suit la réduction de gain, ce grain sourd n'apparaît que pendant la compression. C'est un ajustement trouvé par l'analyse ; la presse, de son côté, parle d'une saturation « charnue ».

> ♪ **En musique : rockruepel_comptwo_drums**
>
> Utilisez-le comme l'éditeur le conseille pour la batterie : en parallèle. Réglez le **Dry/Wet** de la rangée principale entre 0,2 et 0,5, et écoutez la grosse caisse et la caisse claire gagner du corps et du grain sans perdre leur attaque. Ajustez d'abord le **Threshold**, qui décide combien de coups franchissent le palier où le corps disparaît. Pour mesurer ce qu'apporte le relâchement variable, comparez avec **Env->Mu** à 0.

acqua_magenta : Acustica Audio Magenta

La cible. Magenta (version 4 en 2018, puis 5) est une gamme d'Acustica Audio échantillonnée sur des appareils à tubes d'un fabricant américain « dont le nom rime avec Stanley », sans licence officielle ; on pense à Manley, sans source qui le confirme. Magenta 4 comprend un compresseur/limiteur de type vari-mu, un compresseur optique et un compresseur FET. Magenta 5 décline plusieurs modèles, dont un vari-mu complet décrit à genou doux. La version et le modèle imités ne sont pas connus.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 2,87 ; **Attack** 50 ms ; **Release** 1 s (le **Threshold** reste à −20 dB, la courbe en linéaire).
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 1.
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Br/Cp** 1 (enveloppe découplée).

Lecture. Cinq réglages, mais tous cohérents avec un vari-mu. La détection en feedback reprend la topologie décrite par l'article de Pulsar. L'attaque de 50 ms est lente, et elle tombe dans la plage d'attaque du Manley Variable Mu (25 à 70 ms), si c'est bien lui qui a été échantillonné. Le relâchement d'une seconde est long. L'enveloppe découplée ajoute un maintien naturel après les attaques et allonge encore le relâchement apparent (chapitre 11). En feedback, le ratio affiché surestime la compression réelle : un calcul statique sur les crêtes donne une pente d'environ 1,4:1 au-dessus de −20 dBFS, avec 2,3 dB de réduction à −14 dBFS et 6,3 dB à 0 dBFS. On retrouve la douceur annoncée pour le vari-mu de Magenta.

> ♪ **En musique : acqua_magenta**
>
> Une base pour un bus ou une voix posée : la compression arrive lentement, tient longtemps et ne s'entend presque pas comme un effet. Écoutez la fin des phrases et les respirations, que le relâchement d'une seconde laisse remonter en douceur. Comme le feedback adoucit tout, baissez le **Threshold** plus que vous ne le feriez en feed-forward pour obtenir la même réduction.

acqua_titanium : Acustica Audio Titanium

La cible. Titanium (Titanium3, mars 2019) est une suite d'Acustica Audio échantillonnée sur « d'incroyables appareils à tubes sortis au cours des vingt-cinq dernières années », sans que le matériel soit nommé ; le terme vari-mu n'est pas employé. La suite comprend un compresseur à trois bandes et un compresseur à une bande, un égaliseur passif tout à tubes, un préampli et une tranche. Aucun ratio ni temps n'a été trouvé.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −40,25 dB ; **Ratio** 12 ; **Attack** 72,4 ms ; **Release** 35,2 ms (courbe en linéaire).
- Onglet **MAIN** : **Headroom** −15 dB.
- Onglet **INPUT** : **FF->FB** 1.
- Onglet **ENV (cv)** : **EvMu Br/Cp** 1 ; **Env->Mu** 1 ; **Mu Min Rel** 2.
- Onglet **GR (cv)** : **Env Pow Unpow** 2.
- Onglet **MOD & LA** : **la delay** +0,032 s ; **la det pk** 1.

Lecture. Le **Headroom** de −15 dB fait entrer le signal plus bas dans le compresseur : le seuil effectif est vers −25 dBFS. En feedback et en courbe linéaire, le ratio de 12 s'adoucit beaucoup. Le calcul statique donne une sortie de −22,5 dBFS pour une crête à −20 dBFS, −17,1 dBFS à −10 dBFS et −11,4 dBFS à 0 dBFS, soit une pente d'environ 1,8:1. L'enveloppe est découplée : avec une attaque de 72 ms, plus longue que le relâchement, le début de chaque relâchement est nettement ralenti (chapitre 11). Le suiveur Mu est réglé à l'inverse de la recette vari-mu : **Mu Min Rel** à 2 double le relâchement dans le calme, et seul un niveau détecté proche de 0 dBFS le ramène à 35 ms. Comme le Headroom abaisse le niveau vu par le détecteur, le relâchement reste en pratique vers 66 à 70 ms. **Env Pow Unpow** à 2 ralentit encore l'attaque et accélère le relâchement, sans changer la réduction d'un son tenu (chapitre 15). Attention à **la delay** : il est positif. Ce n'est pas un lookahead mais un « reverse » : avec **la det pk** à 1, la compression arrive 32 ms plus tard qu'à l'ordinaire et se prolonge d'autant (chapitre 22). Ajouté à l'attaque de 72 ms, ce retard laisse passer presque entièrement les transitoires.

> ♪ **En musique : acqua_titanium**
>
> Sur une batterie ou un bus de groupe, le preset laisse claquer les attaques puis tasse le corps du son avec un léger temps de retard, ce qui peut donner une respiration très particulière. Écoutez la caisse claire : son claquement passe, sa résonance est tenue. Réglez d'abord le **Threshold** ; pour une prise plus rapide, ramenez **la delay** à 0 avant de toucher à l'**Attack**.

acustica_cobalt : Acustica Audio Cobalt

La cible. Cobalt (juin 2017, suivi d'un Cobalt2) reproduit le LM 9804, un compresseur à tubes fabriqué à la main par Luca Martegani (Xelius). Le projet est parti de la reproduction d'un compresseur en feedback dans l'esprit des Altec Lansing ; l'élément de contrôle de gain est passé d'une 12AT7 à une 12AU7, puis à une 6BZ7, avec une sortie push-pull et un transformateur sur mesure. Acustica le dit brillant sur les sons tenus (voix, guitares, basse, nappes, cordes) et capable, sur batterie, d'aller « du pompage à l'écrasement extrême ».

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 2,4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 250 ms (le **Threshold** reste à −20 dB, la courbe en linéaire).
- Onglet **ENV (cv)** : **Hold branch** 12,3 ms.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,84 ; **Release Mode** 1,5 ; **Release Shape** 1,8.

Lecture. Surprise : la machine est un compresseur en feedback, mais le preset reste en feed-forward et n'utilise pas le bias. Tout le caractère est confié à l'enveloppe. Le maintien de 12,3 ms, un peu plus long qu'une demi-période d'une basse à 41 Hz, fige le gain entre deux crêtes du grave et en supprime les ondulations, sans ralentir l'attaque (chapitre 11). Le relâchement est retenu au début puis libéré (**Release Shape** à 1,8), avec une part de pas constant (**Release Mode** à 1,5) qui le rend plus énergique. L'attaque saisit un peu plus vite au départ (**Attack Shape** à 0,84). Sur un son tenu, cette enveloppe reste discrète ; sur une batterie, le relâchement retenu puis libéré peut produire le pompage dont parle Acustica. Ce sont des ajustements trouvés par l'analyse.

> ♪ **En musique : acustica_cobalt**
>
> Commencez par ce que l'éditeur préfère, une voix, une basse ou une nappe : le maintien garde le grave propre et le relâchement suit les phrases. Essayez-le ensuite sur une boucle de batterie, en baissant le **Threshold** : vous entendrez la compression se mettre à respirer avec le tempo. Le **Release** est le second réglage à ajuster, selon la vitesse du morceau.

La précision du VCA : compresseurs de bus et de console

Le VCA (*voltage-controlled amplifier*) est un amplificateur intégré dont le gain obéit à une tension de commande. David Blackmer le met au point en 1971, et la loi de commande des VCA dbx est « décilinéaire » : la tension règle directement le gain en décibels. Très linéaire, très souple, le VCA n'apporte aucune des « bonnes propriétés accidentelles » des lampes, des cellules optiques ou des FET : selon Dave Berners, tout le caractère d'un compresseur à VCA vient du dessin de ses temps et de sa courbe (chapitre 2). C'est le terrain de jeu idéal de Comprendre, où ce dessin est entièrement fait de réglages.

Deux machines dominent la famille. Le **dbx 160** (1976) associe le VCA à un détecteur RMS et à une topologie feedforward. Le **compresseur de bus des consoles Solid State Logic**, présent selon SSL dès la 4000 B de 1976 et associé surtout à la série G (1987), est la référence de la « colle » d'un mix. Ses valeurs sont commutées : attaque de 0,1, 0,3, 1, 3, 10 ou 30 ms ; relâchement de 0,1, 0,3, 0,6 ou 1,2 s, ou **Auto** ; ratio de 2, 4 ou 10:1. Son relâchement automatique a deux constantes de temps, 100 ms et 12 s selon SSL : les éléments forts sont relâchés vite, et le relâchement s'allonge quand la compression dure. Sa topologie est hybride : selon SSL, la chaîne latérale a une topologie de feedback, mais le signal qui l'alimente est prélevé en feedforward. Un VCA « esclave », placé dans la chaîne latérale, y reproduit la réduction de gain du VCA audio. Neuf des treize presets de la famille visent ce compresseur, directement (les cinq presets ssl) ou à travers une émulation (The Glue, BUSTER, Sand3, le Bus Compressor de T-RackS) ; bx_townhouse vise un compresseur construit avec des pièces SSL. Les trois derniers visent le dbx 160 (ao_dbcomp), une console néerlandaise (acqua_tulip) et un compresseur à VCA moderne (pa_bettermaker).

Ce que ces presets ont en commun saute aux yeux sur la carte des onglets : ils modifient tous la rangée principale, et presque tout se joue ensuite dans les onglets du temps. **A/R (cv)** est modifié par 8 presets sur 13, **ENV (cv)** par 7, **BIAS src** par 6, **GR (cv)** par 3. Les autres onglets n'apparaissent qu'une ou deux fois, et aucun preset ne touche à **BIAS dst**, au lookahead ni à l'onglet **OUTPUT**. Quelques réglages reviennent sans cesse :

- **Cv Lin/Db** à 1 (courbe en décibels) dans 10 presets sur 13, et **EvMu Lin/Db** à 1 (enveloppe en décibels) dans 6 : c'est cohérent avec un élément de gain commandé en décibels ;

- le réglage le plus classique du compresseur de bus SSL, **4:1, 30 ms, 0,1 s**, se retrouve tel quel dans 5 presets (ssl_1_f, ssl_2_b_, cytomic_glue, tr_bus, acustica_sand3) ; ssl_2_b tombe lui aussi sur des positions SSL (4:1, 10 ms, 0,1 s), et l'attaque de 30 ms apparaît dans 8 presets ;
- les temps automatiques, réponse de Comprendre au relâchement « Auto » : **Attack Auto** dans 6 presets, **Release Auto** dans 4.

Les presets vont du plus dépouillé (cytomic_glue, 5 réglages) au plus travaillé (ao_dbcomp, 21 réglages). Plusieurs surprises méritent d'être signalées :

- le **bias**, le « designer vari-mu » de Comprendre, apparaît dans 6 presets, mais uniquement par **Bias input mul**, qui multiplie la détection. Aucun ne règle de hauteur de sortie : ici, le bias ne sature pas, il change ce que le compresseur mesure ;
- la légère coloration du VCA, que l'on cite parmi les ingrédients de la « colle » SSL, n'est reproduite par aucun des cinq presets ssl. Seuls tr_bus (à peine) et ao_dbcomp (plus nettement) utilisent le waveshaper ;
- le **designer optique** apparaît sur un preset SSL (ssl_2_b_), et en négatif ;
- ao_dbcomp, qui vise un compresseur célèbre pour sa détection RMS, garde la détection crête par défaut ;
- un seul preset (ssl_1_f) passe en vrai feedback, malgré la topologie hybride du SSL ;
- deux presets (ssl_1_b et ao_dbcomp), les deux seuls des 80, se chargent avec le mode **Analyse SC** actif ; avec kazrog_true-iron (plus loin, famille des saturateurs), ce sont aussi les trois seuls qui inversent la polarité de sortie.

Sur la figure des courbes en début de chapitre, la plupart des courbes de la famille sont des 4:1 en décibels. Pour les six presets qui multiplient la détection, gardez en tête que cette courbe s'applique au niveau **multiplié** : la compression ne commence pas au seuil affiché, comme l'explique le paragraphe suivant.

Le multiplicateur de détection. François a ajouté **Bias input mul** à l'onglet **BIAS src** pour mieux imiter le compresseur SSL (chapitre 20). Avec la source par défaut du bias, la sortie, la détection devient le produit du signal par le niveau de la sortie, multiplié par la valeur du réglage. Concrètement, en décibels : le niveau mesuré vaut le niveau d'entrée, plus le niveau de sortie, plus un gain fixe (37,5 dB pour un réglage de 75, 18 dB pour 8). Deux conséquences :

- tant que le compresseur ne réduit pas le gain, la sortie suit l'entrée, et le niveau mesuré monte deux fois plus vite que le signal. La compression ne commence donc pas au **Threshold**, mais plus bas ou plus haut selon la valeur du réglage (encadré ci-dessous) ; au-dessus de ce point, elle est plus ferme qu'avec une détection ordinaire au même ratio ;
- dès que le gain baisse, la sortie baisse, et la détection avec elle : c'est une part de rétroaction, qui tempère la compression.

Les six presets concernés laissent tous le **Threshold** à −20 dB : c'est **Bias input mul** qui fixe, en pratique, le niveau où la compression commence. Comme la multiplication est la même sur le signal et sur son inverse, elle ne crée aucune asymétrie : sans hauteur de sortie, elle ne produit aucun produit de saturation. Quatre de ces presets coupent d'ailleurs le chemin inverse (**Bias +inverse** à 0), ce qui divise à peu près par deux la charge de calcul ; le bias fonctionne alors comme un mécanisme de rétroaction plutôt que comme un push-pull.



Figure 151 — Le preset ssl_1_f, onglet BIAS src : Bias input mul à 6,5 et Bias +inverse à 0. Les réglages modifiés et les onglets qui en contiennent (INPUT, CURVE, ENV (cv), BIAS src) sont en jaune ; la rangée principale montre le réglage classique du compresseur de bus SSL : 4:1, 30 ms, 0,1 s.

Le mot de l'auteur

En étudiant le schéma électronique des compresseurs SSL, François a constaté que leur rétroaction n'en est pas vraiment une : on ne fabrique pas une copie du signal, on prend la sortie et on multiplie. C'est pour reproduire ce mécanisme qu'il a ajouté ce réglage, qui multiplie l'entrée du détecteur. Selon lui, on obtient alors une compression d'un genre très particulier, qui emmène le son tout à fait ailleurs.

Pour aller plus loin : où commence la compression

Avec **Bias mul %** à 1 (défaut), le signal de détection d devient d × β × k, où k est **Bias input mul** et β la valeur du bias. Avec la source « out » et le détecteur du bias à ses réglages par défaut, β est la valeur absolue de la sortie à l'échantillon précédent, plafonnée à 1 (chapitre 20). En décibels, le niveau mesuré vaut donc L_entrée + L_sortie + 20 $\log_{10}$ k. Sans réduction de gain, L_sortie = L_entrée : le niveau mesuré atteint le seuil T quand l'entrée atteint (T − 20 $\log_{10}$ k) / 2. Avec T = −20 dB, cela donne environ −29 dB pour k = 75 (ssl_1_b), −26 dB pour 38,57 (ssl_2_b), −25 dB pour 30,52 (ssl_2_b_) et −19 dB pour 8 (cytomic_glue) ; pour ssl_1_f, qui mesure la sortie, environ −18 dB. Ces valeurs portent sur les crêtes d'un son tenu : le lissage de l'enveloppe arrondit cette entrée en compression. Conséquence pratique : sur ces presets, baisser le **Threshold** de 6 dB n'avance l'entrée en compression que d'environ 3 dB ; doubler **Bias input mul** l'avance d'autant.

Les cinq presets SSL. Les noms ssl_1, ssl_1_b, ssl_1_f, ssl_2_b et ssl_2_b_ ne disent ni quel plug-in a servi de modèle, ni sur quels réglages. Le tableau les compare. Tous les cinq passent la courbe en décibels (**Cv Lin/Db** à 1).

Preset	Attack / Release	Ratio	Enveloppe	Ce que mesure le détecteur	Bias input mul (Bias +inverse)	Autres réglages
ssl_1	20 ms / 10 ms (défaut)	4	dB, découplée, temps auto 0,6	l'entrée	—	Threshold −23,6 dB ; Release Shape 0,333
ssl_1_b	6,9 ms / 27 ms	2,11	linéaire	l'entrée × la sortie	75 (0)	Analyse SC, Phase inversée ; Env Pow Unpow 1,173
ssl_1_f	30 ms / 100 ms	4	dB	la sortie × la sortie (FF->FB 1)	6,5 (0)	Gr Amp 2,789

Preset	Attack / Release	Ratio	Enveloppe	Ce que mesure le détecteur	Bias input mul (Bias +inverse)	Autres réglages
ssl_2_b	10 ms (défaut) / 100 ms	4	linéaire	l'entrée × la sortie lissée	38,57 (1)	détecteur du bias en enveloppe
ssl_2_b_	30 ms / 100 ms	4	dB	l'entrée × la sortie	30,52 (0)	Opto −1, A/R mul 8 ; formes 0,936 et 1,128

Le tableau fait apparaître deux groupes. **ssl_1** est à part : c'est le seul sans bias, le seul en enveloppe découplée, le seul à utiliser les temps automatiques et à régler son Threshold. Les quatre autres multiplient la détection. La série « 1 » est hétérogène : un multiplicateur de 75 ou de 6,5, des temps très différents, une variante en feedback. La série « 2 » est homogène : 4:1, relâchement de 100 ms, multiplicateur entre 30 et 39 ; ssl_2_b_ ajoute à ssl_2_b une attaque de 30 ms, l'enveloppe en décibels, de légères retouches de forme et le designer optique, coupe le chemin inverse et rend au détecteur du bias ses réglages par défaut. ssl_1_f, ssl_2_b et ssl_2_b_ tombent exactement sur des positions de la machine ; ssl_1 seulement par son ratio, et ssl_1_b par aucune (son ratio est proche de 2:1).

On peut en tirer des hypothèses sur les noms. « b » désignerait le multiplicateur de détection, commun aux trois presets qui portent cette lettre ; « f », le feedback, puisque ssl_1_f est le seul à régler **FF->FB**. Pour « 1 » et « 2 », deux lectures sont possibles : deux versions du plug-in de SSL (la première, issue du Duende Native Bus Compressor de 2011, puis SSL Native Bus Compressor 2), ou deux séries d'essais de François. L'attaque de 20 ms de ssl_1 affaiblit la première lecture : elle n'existe pas sur la machine, et parmi les plug-ins de SSL, seul le guide de Bus Compressor 2 l'annonce. Mais elle peut aussi avoir été ajustée par l'analyse, comme les temps de ssl_1_b.

> **À confirmer par François**
>
> Quel plug-in (SSL Native Bus Compressor 2, sa première version, une autre émulation) et quels réglages de ce plug-in ont servi pour chacun des cinq presets ssl ? Que signifient « 1 », « 2 », « b », « f » et le « _ » final ? Le texte suppose que « b » désigne Bias input mul et « f » le feedback.

ssl_1 : compresseur de bus SSL

La cible. Le compresseur de bus des consoles SSL, décrit dans l'introduction, imité à travers l'un des plug-ins de Solid State Logic : SSL Native Bus Compressor 2, ou sa première version. Le nom ne dit pas lequel. Pour la suite, retenons le relâchement **Auto** à deux constantes de temps de la machine.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −23,6 dB ; **Ratio** 4 ; **Attack** 20 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ; **EvMu Br/Cp** 1 (enveloppe découplée) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 0,6 ; **Release Auto** 0,6 ; **Release Shape** 0,333.

Lecture. Le ratio de 4 est une position de la machine. L'attaque de 20 ms n'en est pas une : sur la machine, 10 et 30 ms l'encadrent, mais le guide de Bus Compressor 2 annonce cette valeur. La courbe et l'enveloppe sont toutes deux en décibels, ce qui correspond à la loi de commande d'un VCA.

Le cœur du preset est son relâchement. **Release** est resté à 10 ms, sa valeur par défaut, mais l'enveloppe est découplée et **Release Auto** vaut 0,6. Dans ce cas, Comprendre retranche le temps d'attaque automatique du temps de relâchement automatique (chapitre 12). Avec une attaque deux fois plus longue que le relâchement, le résultat est nul sur tous les sons tenus (tant que le carré du facteur de crête reste sous 3), et il ne dépasse jamais 4 ms : le premier étage de l'enveloppe découplée remonte instantanément ou presque. C'est alors le second étage, réglé par le temps d'attaque, qui fixe la vitesse de la remontée (chapitre 11). Le gain descend et remonte donc à peu près au même rythme : environ 20 ms sur un son tenu, moins sur une batterie, puisque **Attack Auto** raccourcit l'attaque quand le facteur de crête grandit (8 ms, plus 24 ms divisés par le carré du facteur de crête). **Release Shape** n'agit que lorsque le temps de relâchement automatique n'est pas nul, c'est-à-dire sur les sons les plus percussifs.

La machine obtient un relâchement dépendant du programme avec ses deux constantes de temps. Comprendre procède autrement, par le facteur de crête, mais dans le même sens : des temps courts sur les transitoires, plus longs sur les sons stables. La remontée obtenue reste plus rapide que toutes les positions de la machine, dont la plus courte est de 100 ms : c'est un ajustement trouvé par l'analyse, sur un réglage du plug-in que nous ne connaissons pas.

> **♪ En musique : ssl_1**
>
> Essayez-le sur un bus de batterie ou un groupe de guitares rythmiques, avec 2 à 4 dB de réduction : le gain revient entre les coups presque aussi vite qu'il descend, ce qui donne une compression nerveuse, qui « respire » au tempo. Si le grave se met à grésiller, parce que le gain suit les alternances des basses, montez d'abord **Release** : vers 100 ms, le temps automatique redevient positif et la remontée s'allonge nettement. Réglez ensuite le **Threshold**.

ssl_1_b : compresseur de bus SSL

La cible. La même que celle de ssl_1. Le « b » désigne probablement le multiplicateur de détection, **Bias input mul**, que ce preset pousse plus loin que tous les autres.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 2,11 ; **Attack** 6,855 ms ; **Release** 27,33 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **MAIN** : **Analyse SC** cochée ; **Phase** décochée (sortie inversée en polarité) ;
- onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** 1 ; **Env Pow Unpow** 1,173 ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 75 ; **Bias +inverse** 0 (chemin inverse coupé).

Lecture. Aucun des temps n'est une position de la machine, et le ratio de 2,11 est seulement proche de la position 2:1 : ces valeurs ont sans doute été trouvées en superposant les courbes de gain, sur un réglage du plug-in que nous ignorons. Le multiplicateur est le plus fort de la famille : +37,5 dB lorsque la sortie est à 0 dBFS. Avec le **Threshold** resté à −20 dB, la compression commence donc vers −29 dB d'entrée (encadré technique de l'introduction). Le chemin inverse est coupé : le bias fonctionne comme une rétroaction, et le calcul est divisé à peu près par deux.

L'enveloppe est restée linéaire. **Env Pow Unpow** à 1,173 la retouche légèrement : l'attaque devient un peu plus lente et le relâchement un peu plus rapide, sans changer la réduction obtenue sur un son stable (chapitre 15). **Gr|Env Pow** est réglé à 1, une valeur neutre : il apparaît en jaune, mais n'a aucun effet.

Les deux réglages de l'onglet MAIN sont ceux du montage d'analyse du chapitre 24. **Analyse SC** n'a aucun effet sur le son : elle trace la courbe dorée du sidechain, qui n'a de sens que si un autre compresseur y est branché. **Phase** décochée, en revanche, inverse la polarité de toute la sortie. Sur une piste seule, cela ne s'entend pas ; mais dès que le signal est mélangé à une copie de lui-même (compression parallèle, batterie prise avec plusieurs micros, comparaison avec la piste d'origine), les deux s'annulent en partie.

> **À confirmer par François**
>
> ssl_1_b et ao_dbcomp sont enregistrés avec **Analyse SC** cochée et **Phase** décochée : au chargement, la sortie est inversée en polarité. Est-ce voulu, ou faut-il réenregistrer ces deux presets avec Phase cochée et Analyse SC décochée ?

> **♪ En musique : ssl_1_b**
>
> Commencez par cocher **Phase**. Sur un bus de mix ou un groupe de voix, ce preset donne une compression douce par son ratio, mais vive par ses temps : 7 ms d'attaque, 27 ms de relâchement. Écoutez comment il suit les mots ou les accents plutôt que les phrases. Pour régler la quantité de compression, préférez **Bias input mul** au Threshold : le diviser par deux retarde l'entrée en compression d'environ 3 dB.

ssl_1_f : compresseur de bus SSL

La cible. La même que celle de ssl_1. Le « f » désigne probablement le feedback : c'est le seul preset SSL qui fait mesurer la sortie au détecteur. SSL a d'ailleurs ajouté à son compresseur matériel The Bus+, en 2022, un mode F/B qui prélève le signal de la chaîne latérale après le VCA, pour une compression « plus détendue ».

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **INPUT** : **FF->FB** 1 (feedback pur) ;
- onglet **CURVE** : **Gr Amp** 2,789 ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 6,5 ; **Bias +inverse** 0 (chemin inverse coupé).

Lecture. Les trois valeurs principales sont des positions de la machine : 4:1, 30 ms, 0,1 s. Pour la topologie, ssl_1_f va jusqu'au bout de l'idée de rétroaction. Avec **FF->FB** à 1, le détecteur lit la sortie de l'échantillon précédent ; le multiplicateur, le plus faible de la famille (+16,3 dB), la multiplie encore par le niveau de sortie. Le compresseur mesure donc, en décibels, deux fois le niveau de sortie plus 16,3 dB, et commence à agir vers −18 dB d'entrée.

Le feedback seul adoucit la compression : le détecteur voit un signal déjà réduit (chapitre 14). **Gr Amp** compense : il multiplie la réduction linéaire par 2,8 au moment où elle s'applique au signal. Une enveloppe à −1 dB donne ainsi une réduction d'environ 3 dB, une enveloppe à −2 dB une réduc-

tion de 7,4 dB, une enveloppe à −3 dB une réduction de 14,6 dB. En feedback, ce facteur s'ajoute au gain de boucle : une petite variation du niveau mesuré produit une grande variation du gain, donc de la sortie que lit le détecteur. La boucle réagit ainsi plus vite et plus fermement que ne le laissent penser l'attaque de 30 ms et le ratio de 4. Des mesures publiées en 2026 sur un exemplaire de 1991 du compresseur en rack G384 attribuent justement au gain de boucle de la machine des attaques effectives bien plus rapides que les valeurs affichées. Le preset met en jeu un mécanisme comparable, par un autre chemin.

Une précaution : avec **Gr Amp** supérieur à 1, le gain appliqué devient négatif, c'est-à-dire que la polarité s'inverse, dès que l'enveloppe descend sous 1 − 1/Gr Amp, soit ici vers −3,9 dB (chapitre 10). En feedback, la boucle maintient en général l'enveloppe au-dessus de ce point, puisque la sortie qu'elle mesure baisse très vite. Surveillez-le si vous faites entrer un signal très fort, par exemple en montant le **Headroom**.

> **♪ En musique : ssl_1_f**
>
> Cette boucle serrée se prête aux bus de batterie et aux mixes denses, quand on veut tenir les crêtes sans réglage d'attaque très court. Écoutez la façon dont les coups sont rattrapés, puis relâchés en 100 ms. Ajustez d'abord le **Threshold**, qui n'agit ici qu'à moitié. Si la compression devient trop dense, baissez **Gr Amp** vers 2 ; à 1, vous entendrez le feedback « nu », beaucoup plus doux.

ssl_2_b : compresseur de bus SSL

La cible. Le compresseur de bus SSL, comme pour ssl_1. Si « 2 » désigne la version du plug-in, il s'agirait de SSL Native Bus Compressor 2, qui ajoute à la machine un mix parallèle, un filtre passe-haut de chaîne latérale et un suréchantillonnage.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 38,57 ;
- onglet **DET (bs)** : **peak db** −24 dB (crête du bias exclue) ; **env db** 0 dB (enveloppe de détection du bias incluse).

Lecture. C'est le plus sobre des presets SSL à bias : six réglages. **Attack** est resté à 10 ms, si bien que les trois valeurs principales tombent sur des positions de la machine : 4:1, 10 ms, 0,1 s. La compression commence vers −26 dB d'entrée.

Sa particularité est dans le détecteur du bias. La crête y est exclue et l'enveloppe de détection incluse : la valeur du bias ne suit plus la sortie échantillon par échantillon, elle est lissée par l'enveloppe des onglets **ENV (bs)** et **A/R (bs)**, avec leurs temps par défaut de 10 ms (chapitre 20). La détection devient le produit du signal par un niveau de sortie lissé, un facteur qui varie bien plus lentement que la forme d'onde, comme une tension de commande. Des cinq presets, c'est celui où la multiplication ressemble le plus au VCA esclave du SSL, qui multiplie l'entrée par un gain.

Bias +inverse est resté à 1 : le chemin inverse est calculé, mais comme la multiplication est la même sur les deux chemins, il ne change rien au son (chapitre 20). Le mettre à 0 donnerait le même résultat pour moitié moins de calcul.

> **♪ En musique : ssl_2_b**
>
> C'est le réglage « de travail » le plus classique du compresseur de bus : 4:1, 10 ms, 100 ms. Placez-le sur un bus de mix ou sur des sous-groupes, et visez 1 à 3 dB de réduction en jouant sur **Bias input mul** ou sur le **Threshold**. Comparez-le à ssl_2_b_ sur les fins de coups de batterie : ssl_2_b les laisse revenir plus sagement.

ssl_2_b_ : compresseur de bus SSL

La cible. La même que celle de ssl_2_b, dont ce preset est une variante. Le compresseur de bus SSL n'a aucun élément optique : le designer optique n'imite donc pas ici un trait de la machine.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,936 ; **Release Shape** 1,128 ;
- onglet **GR (cv)** : **Opto** −1 ; **Opto A/R mul** 8 ; **Opto precision** 0 ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 30,52 ; **Bias +inverse** 0 (chemin inverse coupé).

Lecture. Le réglage principal est le classique 4:1, 30 ms, 0,1 s, avec un multiplicateur qui fait commencer la compression vers −25 dB d'entrée. Les deux formes, très proches de 1, sont de petites retouches trouvées par l'analyse : l'attaque saisit un peu plus vite au début, le relâchement se retient un peu avant de remonter.

Le designer optique est utilisé à rebours, comme un outil de déformation de l'enveloppe. Avec **Opto** à −1, le gain appliqué vaut l'enveloppe moins l'écart entre l'opto et l'enveloppe (chapitre 15). Or, avec **Opto A/R mul** à 8, l'opto est huit fois plus lent que l'enveloppe en l'absence de réduction : 240 ms d'attaque et 800 ms de relâchement, avant que la réduction ne l'accélère. Il est donc en retard, et ce retard est retourné :

- au début d'une attaque, l'opto réduit moins que l'enveloppe, donc le gain appliqué réduit **plus** : l'attaque plonge plus vite et plus profond ;
- pendant le relâchement, l'opto réduit encore, donc le gain appliqué remonte **plus vite** que l'enveloppe ; à la fin d'un relâchement, il peut même dépasser brièvement l'unité, et le signal ressortir un instant plus fort qu'il n'est entré.

Avec **Opto precision** à 0, la vitesse de l'opto varie continûment, sans paliers. Les mesures de 2026 citées pour ssl_1_f décrivent sur la machine une attaque accélérée et une trajectoire qui n'est pas une exponentielle : l'opto négatif déforme l'enveloppe dans le même sens.

> **♪ En musique : ssl_2_b_**
>
> Sur une caisse claire, un bus de batterie ou une basse jouée aux doigts, comparez-le à ssl_2_b : l'attaque mord plus franchement, et la fin des relâchements peut faire un léger rebond de niveau, qui peut relancer le groove. Si ce rebond vous gêne, rapprochez **Opto** de 0 (−0,5, par exemple) en observant la ligne bleu ciel de l'historique. Le **Threshold** se règle ensuite pour 2 à 4 dB de réduction.

cytomic_glue : Cytomic The Glue

La cible. The Glue de Cytomic (2009), présenté comme un croisement des compresseurs de bus des consoles SSL 4000 E et G. Le plugin y ajoute une attaque descendant jusqu'à 0,01 ms, un réglage **Range** qui plafonne la réduction de gain, un écrêteur doux (**Peak Clip**), un filtre doux de 6 dB par octave dans le détecteur et une chaîne latérale externe avec passe-haut. Selon son éditeur, l'attaque y est plus lente sur les petits signaux.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 8 ; **Bias +inverse** 0 (chemin inverse coupé).

Lecture. C'est le preset le plus dépouillé de la famille : le réglage classique du compresseur de bus SSL, plus le multiplicateur de détection. Le **Threshold** reste à −20 dB ; avec un multiplicateur de 8 (+18 dB), la compression commence vers −19 dB d'entrée.

Le preset garde la courbe **linéaire** par défaut : c'est l'un des deux presets de la famille dans ce cas. En courbe linéaire, un ratio de 4 comprime moins les forts niveaux qu'en décibels : avec un seuil de −20 dB, un signal à 0 dBFS ressort à −9,8 dB au lieu de −15 dB (chapitre 10). La détection multipliée, qui monte jusqu'à deux fois plus vite que le signal, compense en partie cette douceur. Les traits propres à The Glue (Range, Peak Clip, filtre du détecteur, attaque plus lente sur les petits signaux) ne sont pas reproduits par des modules dédiés : le preset en garde le cœur, le compresseur de bus SSL à son réglage le plus courant.

> **♪ En musique : cytomic_glue**
>
> C'est le preset de « colle » le plus simple à prendre en main : sur un bus de mix ou des sous-groupes, visez 1 à 3 dB de réduction. Comparez-le à tr_bus, réglé de même mais en décibels et sans multiplicateur : écoutez comment chacun traite les crêtes les plus fortes. Réglez d'abord le **Threshold**, puis **Bias input mul** si vous voulez déplacer l'entrée en compression sans toucher au reste.

bx_townhouse : Brainworx bx_townhouse Buss Compressor

La cible. Le bx_townhouse Buss Compressor de Brainworx (Plugin Alliance, 2018). Il émule un compresseur construit en 1978 par les ingénieurs des studios Townhouse, à Londres, avec des composants de console fournis par SSL ; c'est sans doute un VCA, par filiation, mais Brainworx ne le précise pas. Le plugin ajoute une chaîne latérale interne et un mix parallèle, et vise le bus master, les sous-groupes et les stems. Les valeurs de ses commandes ne sont pas publiées.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −26,08 dB ; **Ratio** 3,02 ; **Attack** 127 ms ; **Release** 410 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **DET (in)** : **auto secs** 0,4 s ;
- onglet **CURVE** : **Knee Auto** 0,2 ; **Knee Auto Secs** 0,1274 s ;
- onglet **ENV (cv)** : **Env->Mu** 1 (enveloppe Mu) ; **Mu Min Rel** 0,6853 ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 1 ; **Release Auto** 1 ; **Release Shape** 0,776 ; **Rel Ret From** 0,776 ;
- onglet **DEQ** : **Deq low herz** 100 Hz ; **Deq low max** −0,33.

Lecture. C'est le preset le plus « dépendant du programme » de la famille : presque rien n'y est fixe. Avec **Attack Auto** et **Release Auto** à 1, les temps affichés ne sont que des références : Comprendre utilise le double du temps réglé divisé par le carré du facteur de crête (chapitre 12). Sur un son tenu, l'attaque vaut donc 127 ms et le relâchement 410 ms ; sur une batterie, ils deviennent bien plus courts (25 ms et 82 ms pour un facteur de crête au carré de 10) ; sur un signal très régulier, ils peuvent doubler. **auto secs** à 0,4 s, le double du défaut, retient plus longtemps la crête de chaque coup : les temps raccourcissent davantage sur les signaux percussifs. Les valeurs nominales dépassent largement les positions du compresseur SSL (30 ms d'attaque au plus), mais ce sont les temps automatiques qui comptent : sur une batterie, l'attaque retombe dans la plage du SSL.

Le relâchement est encore modulé par l'enveloppe **Mu**, dont le temps varie entre 0,69 fois le Release dans les passages faibles et 1 fois près de 0 dBFS (chapitre 11) : la compression se libère un peu plus vite quand la musique se calme. **Release Shape** à 0,776 fait remonter le gain vite au début, puis traîner ; **Rel Ret From**, à la même valeur, plafonne la position d'où repart cette courbe à chaque nouveau relâchement. Le genou automatique est discret : en décibels, il ne s'élargit que de 0,1 dB par décibel de réduction, soit 0,6 dB de genou pour 6 dB de réduction.

L'égaliseur dynamique agit sur le signal, pas sur la détection. Au repos, son coefficient de −0,33 retire environ 3 dB à 20 Hz et 2 dB à 50 Hz, et ajoute 0,6 dB vers 150 Hz ; quand le compresseur réduit le gain, cette correction s'efface (de moitié à 6 dB de réduction). Le grave extrême revient donc à mesure que le compresseur travaille. Aucun trait documenté du plugin n'y correspond : c'est un ajustement trouvé par l'analyse, peut-être la trace d'une réponse en fréquence propre au plugin.

> ♪ **En musique : bx_townhouse**
>
> Placez-le sur un bus de mix ou des stems, l'usage que vise le plugin. Écoutez comment il laisse passer les attaques de la batterie puis s'installe sur les parties tenues, sans que vous ayez à choisir des temps. Réglez d'abord le **Threshold**. Si les automatismes vous paraissent trop marqués, ramenez **Attack Auto** et **Release Auto** vers 0,5 : les temps réglés reprennent alors la moitié de leur poids.

tr_bus : IK Multimedia T-RackS Bus Compressor

La cible. Le Bus Compressor de T-RackS (IK Multimedia, 2013), qui émule le compresseur de bus à VCA d'une console britannique grand format des années 1980, vendu ensuite en rack. IK ne nomme pas la console, mais la description correspond au compresseur SSL série G. Le plugin reproduit le genou doux mesuré sur l'original, ajoute un ratio de 1,5:1, un passe-haut de chaîne latérale et un commutateur **Grit**, qui reproduit la deuxième harmonique un peu plus forte d'une unité décalibrée.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,808 ; **Attack Auto** 0,12 ; **Release Auto** 0,12 ; **Release Shape** 1,288 ; **Rel Ret From** 0,52 ;
- onglet **DEQ** : **Deq hgh herz** 203,93 Hz ; **Deq hgh max** −0,00446 ; **Deq hgh min** 0,02931 ;
- onglet **WS** : **Fet odd** 1,05 ; **Fet even** −0,008.

Lecture. La base est le réglage classique 4:1, 30 ms, 0,1 s, en décibels, sans multiplicateur. Le travail porte sur le dessin des temps. Les automatismes, à 0,12, ne font que nuancer les temps réglés. L'attaque (**Attack Shape** 0,808) saisit vite au début puis termine doucement ; le relâchement (**Release Shape** 1,288) se retient d'abord puis remonte de plus en plus vite. Avec **Rel Ret From** à 0,52, chaque relâchement repart au plus du milieu de sa courbe, plus près du début, là où elle est plate : la retenue se maintient mieux quand les attaques se succèdent (chapitre 12).

Le genou doux du plugin n'est pas reproduit par la courbe, qui garde un genou dur. Le grain du commutateur Grit, en revanche, est esquissé par le waveshaper, dont le produit est dosé par la réduction de gain : **Fet even** à −0,008 crée une pointe de deuxième harmonique, en polarité inversée ; **Fet odd** à 1,05 ajoute une saturation impaire très légère. Les deux sont infimes : nous ne pouvons pas dire si Grit était engagé lors de l'analyse. L'égaliseur dynamique est lui aussi presque neutre : au-dessus de 300 Hz, il ne bouge que de −0,04 dB au repos à +0,25 dB en réduction totale.

> **♪ En musique : tr_bus**
>
> Les démonstrations d'IK s'intitulent « Pumping Electro Mix », « Slamming Drums » et « Mix Comp » : c'est un bon programme d'essai. Sur un mix électro, poussez la réduction vers 4 à 6 dB et écoutez le relâchement retenu, qui fait pomper le mix au tempo. Ajustez d'abord le **Threshold**, puis **Release**.

ao_buster : Analog Obsession BUSTER

La cible. Le BUSTER d'Analog Obsession, ou sa version gratuite BUSTERse (2020), « la version d'Analog Obsession du célèbre compresseur de bus SSL », à VCA. Il ajoute une chaîne latérale externe avec passe-haut et des commandes de transitoires, un mode **Turbo** (compression sur tout le spectre, sinon centrée sur les médiums) et un mode **Xformer**, qui émule un transformateur.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 7,06 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **DET (in)** : **rms secs** 0,3526 s ; **rms db** −10,95 dB ; **rms pow** 0,822 ; **peak db** +1,92 dB ; **source** rms ; **parameter** 1 ;
- onglet **BIAS src** : **Bias input mul** 13,25 ; **Bias mul %** 0,308 ; **Bias Fm In** 1,16.

Lecture. Les temps sont le classique 30 ms et 0,1 s, mais le ratio de 7,06, entre les positions 4 et 10, n'est pas une valeur SSL. ao_buster est surtout le seul preset de la famille qui retravaille la détection en profondeur.

Dans l'onglet **DET (in)**, la formule est restée sur « d-=sp » et la destination sur peak, leurs valeurs par défaut ; avec **source** sur rms et **parameter** à 1, la formule devient active (chapitre 13). La crête, montée de 1,9 dB, se voit retrancher un RMS lent (350 ms), baissé de 11 dB puis élevé à la puissance 0,822, qui le remonte un peu aux faibles niveaux. Le mélange *max* garde ensuite le plus grand des deux. Sur un son tenu, le RMS creuse la crête ; sur un transitoire qui surgit, le RMS lent n'a pas encore monté, et la crête passe presque entière. Le compresseur réagit donc davantage à ce qui dépasse le niveau moyen qu'au niveau lui-même. On peut y voir une réponse aux commandes de transitoires de la chaîne latérale du BUSTER, sans savoir si elles étaient engagées lors de l'analyse.

Dans l'onglet **BIAS src**, la multiplication n'est dosée qu'à 30,8 % (**Bias mul %**) : la détection mélange la mesure ordinaire et la mesure multipliée, puis **Bias Fm In** la monte de 1,3 dB. Quand la sortie est faible, la détection est à peu près ordinaire (−1,9 dB) ; à −6 dB de sortie, elle est déjà renforcée de 10

dB. Le caractère SSL s'installe donc avec le niveau. Le chemin inverse est calculé (**Bias +inverse** reste à 1), sans effet sur le son. Le preset ne filtre pas la détection, ce qui correspondrait au mode Turbo plutôt qu'au mode centré sur les médiums ; nous ne savons pas lequel était engagé.

> **♪ En musique : ao_buster**
>
> Essayez-le sur un bus de batterie ou une boucle percussive : avec son ratio de 7 et une détection qui guette les transitoires, il tient les coups tout en laissant les parties tenues plus libres. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour une compression plus égale, baissez **parameter** : la formule s'efface, et le compresseur revient vers une détection plus classique.

acustica_sand3 : Acustica Audio Sand3

La cible. Sand3 d'Acustica Audio (2019), une suite de six plugins qui émule des consoles britanniques, des SSL selon la presse, dont un compresseur à trois modes. La page actuelle de Sand décrit un mode de compresseur de voie, un mode de compresseur de bus (« la quintessence du compresseur de bus ») et ce même mode avec relâchement automatique ; que ce soient les trois modes de Sand3 n'est pas confirmé. Comme toute la gamme d'Acustica, il repose sur l'échantillonnage du matériel, rejoué par un moteur de convolution dynamique.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 0,24 ;
- onglet **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** −0,89 ; **Env Offset** +0,173.

Lecture. Les trois valeurs principales sont, là encore, le classique 4:1, 30 ms, 0,1 s. Comme tr_bus, ce preset imite le compresseur SSL sans multiplicateur de détection : les émulations de la famille se partagent entre les deux approches. **Attack Auto** à 0,24 rend l'attaque légèrement dépendante du programme ; le relâchement, lui, reste fixe.

Le travail est fait dans l'onglet **GR (cv)**, avec l'outil favori de François pour imiter, l'offset. **Gr|Env Pow** à −0,89 accentue d'abord un peu les petites réductions : 1 dB devient 1,3 dB, 6 dB deviennent 6,7 dB. **Env Offset** à +0,173 relève ensuite toute l'enveloppe. Au repos, il produit un gain permanent de +1,4 dB ; pendant la compression, il réduit la réduction : 6 dB demandés par la courbe n'en font plus que 4, 12 dB n'en font plus que 8 (chapitre 15). C'est un ajustement trouvé par l'analyse, qui donne une compression plus légère que ne le laisse prévoir le 4:1, et un preset un peu plus fort que le signal d'origine.

> **♪ En musique : acustica_sand3**
>
> Sur un bus de mix, il donne de la densité sans trop entamer les crêtes. Pour le comparer honnêtement, compensez d'abord les 1,4 dB de gain permanent avec le **Makeup** ou un auto-volume (chapitre 8). Réglez ensuite le **Threshold** ; pour une compression plus franche, rapprochez **Env Offset** de 0.

acqua_tulip : Acustica Audio Tulip

La cible. Tulip d'Acustica Audio (2022), troisième plugin de sa « Boutique Collection ». Il émule les consoles rares d'une société néerlandaise qui fabriquait du matériel audio professionnel pour son propre label depuis les années 1950 ; la presse parle d'un hommage à Philips. C'est un compresseur-limiteur à VCA, avec un mode COMP (le modèle d'origine), un mode ULTRACOMP propre à Acustica, deux limiteurs brickwall et l'émulation du préampli. Ses ratios et ses temps ne sont pas publiés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −25,28 dB ; **Attack** 30 ms ; **Release** 222 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Channels Unlink** 1 (canaux déliés) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 0,5 ; **Release Auto** 1.

Lecture. Le ratio est resté à 2, sa valeur par défaut : c'est l'une des compressions les plus douces de la famille. Les temps sont rendus dépendants du programme : le relâchement entièrement (222 ms sur un son tenu, beaucoup moins sur une batterie), l'attaque à moitié. François dit préférer d'ordinaire un **Release Auto** de 0,5, la valeur 1 donnant à ses yeux un résultat un peu trop carré (chapitre 12) : pour imiter Tulip, il a pourtant retenu 1. Les canaux sont déliés : chaque canal a son propre compresseur, comme deux tranches de console côte à côte. C'est le seul preset de la famille dans ce cas. Le grain du préampli de Tulip n'est pas reproduit : le preset n'utilise ni le waveshaper ni le bias.

> ♪ **En musique : acqua_tulip**
>
> Avec son 2:1, il convient aux voix, aux guitares acoustiques ou aux claviers, là où l'on veut tenir la dynamique sans qu'elle s'entende. Sur un bus stéréo, écoutez l'image : les canaux déliés compressent la gauche et la droite séparément, ce qui peut la faire bouger quand un instrument fort est placé d'un côté. Réglez d'abord le **Threshold** ; si l'image vous gêne, ramenez **Channels Unlink** vers 0.

ao_dbcomp : Analog Obsession dBComp

La cible. Le dBComp d'Analog Obsession, un compresseur « dans le style d'un dbx 160 vintage », à VCA, apprécié sur la batterie, la basse et les guitares acoustiques. Le dbx 160 associe un détecteur RMS à une topologie feedforward ; le modèle d'origine a un genou dur, le genou doux **Over Easy** n'arrivant qu'avec le dbx 165 en 1978. Le plugin, lui, revendique une compression à genou doux de type Over Easy, un passe-haut dans le détecteur et un mix.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −19,28 dB ; **Ratio** 11 ; **Attack** 20 ms ; **Release** 125 ms ; **Knee** 25 ;
- onglet **MAIN** : **Analyse SC** cochée ; **Phase** décochée (sortie inversée en polarité) ;
- onglet **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Auto** 0,5 ; **Release Mode** 2 (linéaire) ;
- onglet **WS** : **Fet odd** 1,24 ; **Fet even** 0,088 ;
- onglet **F (ws)** : **fet hgh herz** 1 000 Hz ; **fet hgh mix** −1 ; **fet hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle) ;
- onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 6,86 Hz ; **Deq low min** −0,2 ; **Deq low max** −4 ; **Deq hgh herz** 8 000 Hz ; **Deq hgh reso** 0,1263 ; **Deq hgh max** −1.

Lecture. Premier constat : la détection n'est pas RMS. L'onglet **DET (in)** n'est pas touché, et le compresseur mesure la crête instantanée. L'imitation ne passe donc pas par la mesure, mais par la courbe, les temps et la couleur.

La courbe porte le genou « Over Easy » du plugin, avec une particularité : elle est restée **linéaire** (**Cv Lin/Db** à 0). En linéaire, un Knee de 25 est une largeur d'amplitude ; avec ce seuil, le genou commence vers −47 dB et s'achève vers −13 dB (chapitre 10). La valeur est juste sous la limite (26) à partir de laquelle le genou commencerait au silence et se mettrait à « raboter » les niveaux faibles. La réduction de gain s'installe très progressivement : 0,5 dB à −30 dB, 2 dB au seuil, 5 dB à −13 dB, 14 dB à 0 dBFS. Le ratio de 11, en courbe linéaire, ne comprime pas comme un 11:1 en décibels : entre −10 et 0 dBFS, la sortie monte encore de 3,5 dB pour 10 dB d'entrée, soit environ 3:1.

Le relâchement est en mode linéaire dans une enveloppe en décibels : le gain remonte à vitesse constante, environ 76 dB par seconde avec un Release de 125 ms (chapitre 12), comme un relâchement exprimé en décibels par seconde. **Attack Auto** à 0,5 raccourcit l'attaque sur les transitoires.

Le preset colore aussi, plus que les autres de la famille. Le waveshaper ajoute des harmoniques impaires (**Fet odd** 1,24) et une pointe de deuxième harmonique (**Fet even** 0,088), en quantité proportionnelle à la réduction de gain. Le filtre de **F (ws)** retire ensuite l'aigu de ce produit : avec un filtre à un pôle et un mix de −1, il ne reste que son passe-bas à 1 kHz, à 6 dB par octave (−3 dB à 1 kHz, −12,5 dB à 4 kHz). La saturation reste donc dans le bas-médium. Ces réglages, comme ceux du DEQ 2, sont des ajustements trouvés par l'analyse : aucune saturation n'est documentée pour le plugin.

Le **DEQ 2** agit aux deux extrémités du spectre, et surtout au repos. Sa bande basse, réglée à 6,86 Hz avec un coefficient de −4, ajoute environ 3 dB à 20 Hz, 1,6 dB à 30 Hz et 0,6 dB à 50 Hz ; sous 7 Hz, elle renvoie l'infragrave inversé en polarité et amplifié jusqu'à trois fois, ce qui ne s'entend pas mais touche la composante continue. Sa bande haute, à 8 kHz avec une résonance très faible et un coefficient de −1, n'atténue que l'extrême aigu : quelques dixièmes de décibel à 16 kHz, environ 2 dB à 20 kHz (à 48 kHz). Les deux corrections s'effacent quand le compresseur réduit le gain.

Enfin, comme ssl_1_b, le preset se charge avec **Analyse SC** cochée et **Phase** décochée : la sortie est inversée en polarité (voir ssl_1_b et l'encadré « À confirmer » qui l'accompagne).



Figure 152 — Le preset ao_dbcomp, onglet MAIN : Analyse SC est cochée et Phase décochée, comme pendant une séance d'analyse. Dans la rangée principale, le Knee de 25 s'applique à une courbe restée linéaire (Cv Lin/Db à 0).

> **♪ En musique : ao_dbcomp**
>
> Cochez d'abord **Phase**. Le dbx 160 est un classique de la batterie : essayez ce preset sur une grosse caisse, une caisse claire ou une basse. Écoutez l'entrée en compression très arrondie, et la saturation qui épaissit le bas-médium quand le compresseur travaille. Réglez ensuite le **Threshold** ; pour une compression plus franche, réduisez le **Knee**.

pa_bettermaker : Bettermaker Bus Compressor

La cible. Le plus probablement le Bus Compressor de Bettermaker chez Plugin Alliance (2023) ; la marque est certaine, le produit moins, car Plugin Alliance propose deux autres compresseurs Bettermaker. Le matériel, de la société polonaise Bettermaker, est décrit comme « une nouvelle approche d'un design VCA bien connu ». Il est donné pour feedforward, avec des ratios de 1,5, 2, 4, 6 et 10:1, un genou de 20 dB, une attaque de 0,1 à 60 ms et un relâchement de 10 à 2 000 ms. Le plugin propose une détection crête ou RMS, un relâchement automatique et une saturation « VCA THD » réglable.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −26 dB ; **Attack** 30 ms ; **Release** 250 ms ; **Cv Lin/Db** 0,3 ;
- onglet **A/R (cv)** : **Attack Mode** 2 (linéaire) ; **Release Mode** 2 (linéaire).

Lecture. Le ratio est resté à 2, une position de la machine, et les temps tombent dans ses plages. Le genou de 20 dB n'est pas reproduit par le **Knee** : le preset utilise plutôt un mélange de courbes, 70 % linéaire et 30 % en décibels. Une courbe linéaire, lue en décibels, comprime le plus juste au-dessus du seuil, puis de moins en moins. La réduction monte ici à 2,6 dB à −20 dB, puis ne gagne qu'un ou deux décibels à chaque palier : 4,6 dB à −14 dB, 6,4 dB à −6 dB, 7,2 dB à 0 dBFS. La compression plafonne d'elle-même, ce qui convient bien à un bus.

Les deux temps sont en mode linéaire, dans une enveloppe restée linéaire : le gain descend et remonte à vitesse constante, en ligne droite, et atteint sa cible en un temps fini, sans la traîne d'une exponentielle. Une réduction de 6 dB est atteinte en 24 ms environ, et le retour à 0 dB prend environ 200 ms (chapitre 12). Le relâchement automatique et la saturation du plugin ne sont pas utilisés.

> ♪ **En musique : pa_bettermaker**
>
> Sur un bus de mix, de voix ou de guitares, c'est une compression qui se fait oublier : elle saisit vite les premiers décibels, puis plafonne. Écoutez la remontée en ligne droite après un passage fort, sans queue. Réglez d'abord le **Threshold** pour 2 à 3 dB de réduction, puis **Release** selon le tempo.

Le caméléon : la famille Distressor

Le Distressor EL8 d'Empirical Labs, conçu par Dave Derr, un ancien d'Eventide, est vendu à partir de 1995. Il n'appartient à aucune famille d'élément de gain : c'est un VCA analogique, avec un chemin audio analogique et une commande en grande partie numérique. Son originalité est ailleurs : réunir dans une seule boîte le caractère de plusieurs machines, à commencer par le 1176 et le LA-2A de son concepteur. Chaque « ratio » du Distressor fixe à la fois le seuil, la pente et la forme du genou. Le 2:1 et le 3:1 ont des genoux paraboliques (+15 dB pour le 2:1), le 4:1 et le 6:1 des genoux plus raides ; le 10:1 « Opto » fait appel à des circuits qui émulent un compresseur optique, avec un relâchement qui peut atteindre 20 s ; le 20:1 et le « Nuke » limitent, le Nuke avec un relâchement logarithmique, rapide puis plus lent, qui fait selon son manuel une grande partie du son de l'appareil. L'attaque va de 50 µs à 30 ms, le relâchement de 0,05 à 3,5 s. Deux distorsions s'ajoutent à la compression : **Dist 2**, une chaleur « classe A » faite surtout d'harmonique 2, et **Dist 3**, qui y ajoute l'harmonique 3 et aplatit progressivement le haut et le bas de l'onde, comme une bande magnétique. Le

détecteur a un passe-haut et une accentuation autour de 6 kHz ; la version EL8-X ajoute un « British Mode » dérivé d'un réglage du 1176. Un seul appareil qui imite plusieurs familles : c'est sans doute la machine la plus proche de la philosophie de Comprendre.

Les trois presets de la famille visent trois lectures logicielles du Distressor : le FG-Stress de Slate Digital, une recréation officielle ; le Xtressor de Kiive Audio, une émulation ; et l'Arousor d'Empirical Labs, une évolution du Distressor par son propre fabricant.

Leurs points communs dans Comprendre (voir la carte des presets en début de chapitre) :

- **La courbe.** Les trois passent la courbe en décibels, avec des ratios de 5 à 8. Aucun ne reprend un ratio du Distressor, et c'est logique : un ratio de Distressor fixe aussi le seuil et la forme du genou, si bien qu'un 6:1 de Distressor n'est pas un 6:1 ordinaire. Seul **eli_arouser** a un genou.
- **L'attaque.** Les trois attaques (0,5 à 0,84 ms) comptent parmi les plus brèves de la collection, de trois à vingt fois plus courtes que celles des émulations du 1176 de la famille FET (2,6 à 10 ms). La vitesse du transistor, dans Comprendre, se trouve plutôt ici.
- **Le waveshaper.** Les trois presets l'engagent, pendant naturel de Dist 2 et Dist 3, et tous gardent la saturation dynamique par défaut, qui croît avec la réduction de gain. Tous trois utilisent **Fet odd** (de 1,18 à 1,5, harmoniques impaires) ; la deuxième harmonique de **Fet even** n'est nette que dans **kiive_xstressor**, et n'est qu'une trace dans **eli_arouser**.
- **Ce qui n'est pas utilisé.** Aucun preset n'engage le designer optique, alors que le Distressor a son mode Opto, ni le feedback, ni les filtres de détection. Deux presets sur trois ajoutent une bande du DEQ 2 ; un seul retouche la détection (**slate_fgstress**), un seul la forme de l'attaque (**eli_arouser**).

slate_fgstress : Slate Digital FG-Stress

La cible. Le FG-Stress de Slate Digital, module du Virtual Mix Rack annoncé en 2016, est présenté comme une recréation officielle du Distressor EL8. Il reprend les huit courbes de la machine, Dist 2 et Dist 3 (exclusifs l'un de l'autre), le raccourci Opto, et ajoute un mélange parallèle ; ses filtres de détection sont un passe-haut à 86 Hz et une cloche à 6 kHz, et il propose un passe-haut audio à 80 Hz. Slate le recommande sur le bus batterie, les micros d'ambiance et les voix agressives.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −22,4 dB ; **Ratio** 8 ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Attack** 0,59 ms ; **Release** 36,8 ms.
- Onglet **DET (in)** : **rms secs** 69,7 ms ; **rms db** +1,92 dB ; **rms pow** 0,976 ; **peak db** −1,72 dB.
- Onglet **WS** : **Fet drive** +6 dB ; **Fet odd** 1,299.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 2,17 Hz ; **Deq low max** −1,238 ; **Deq low zdf->svf** 0 (filtre à un pôle).

Lecture. Le ratio de 8, à genou dur, tombe entre le 6:1 et le 10:1 de la machine, dont les ratios à partir de 4:1 ont des genoux raides. L'attaque de 0,59 ms est dans la plage du Distressor ; le relâchement de 36,8 ms est un peu plus court que son minimum documenté (50 ms), ce qui peut venir de la manière dont chacun définit ses temps (chapitre 12). C'est le seul preset de la famille qui retouche la détection : un RMS de 70 ms, monté de 1,92 dB, et une crête baissée de 1,72 dB, réunis par le mélange *max* par défaut. Sur un son tenu, c'est le RMS qui mène (sur un sinus, il dépasse alors la crête d'environ 1 dB) ; sur les transitoires dont la crête dépasse le RMS de plus de 3,6 dB environ, la crête

reprend la main (chapitre 13). Le manuel du Distressor annonce des circuits de détection spéciaux pour le 2:1, le 10:1 et le Nuke, sans décrire celui des autres ratios : ce dosage est un ajustement trouvé par l'analyse.

Le waveshaper répond à Dist 3 par sa part impaire, mais sans la deuxième harmonique que Dist 3 contient aussi. Avec un **Fet drive** de +6 dB, **Fet odd** ne déforme que les niveaux inférieurs à 0,5 (−6 dBFS interne) : les faibles niveaux sont remontés d'environ 2 dB, la courbe s'aplatit en approchant de 0,5, puis rejoint la diagonale avec une cassure (chapitre 17). Dosé par la réduction de gain, ce produit densifie le signal quand le compresseur travaille et ajoute des harmoniques impaires. Enfin, la bande basse du DEQ 2, à 2,17 Hz, retire au repos la composante continue et l'infra-grave, et s'efface avec la compression : son effet est pratiquement inaudible. Elle n'a rien à voir avec le passe-haut audio à 80 Hz du FG-Stress.

> **♪ En musique : slate_fgstress**
>
> Suivez les conseils de Slate : un bus batterie, des micros d'ambiance, une voix qui doit rester agressive. Réglez d'abord le **Threshold**, puis écoutez le produit impair seul avec **Monitor Fet** (onglet WS) pendant un passage qui compresse. Si les fins de notes pompent trop sur une voix, allongez le **Release** : à 37 ms, il est très court.

> **À confirmer par François**
>
> Le preset slate_fgstress repose sur **Fet odd** 1,3 avec un **Fet drive** de +6 dB, cas signalé au chapitre 17 où la courbe ne déforme que les niveaux inférieurs à 0,5 et rejoint ensuite la diagonale avec une cassure. Si ce comportement est modifié, le caractère du preset changera : faut-il le prévoir ?

kiive_xstressor : Kiive Audio Xtressor

La cible. Le Xtressor de Kiive Audio (2022) émule le Distressor. L'éditeur insiste sur un point : chaque bouton de ratio y agit comme un compresseur à part, « huit compresseurs en un ». Le plugin propose un mode British applicable à tous les ratios, un mode TYPE qui produit les harmoniques de rang 2 et 3, et, en mode sidechain, un passe-haut de détection et une bosse à 6 kHz.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −19 dB ; **Ratio** 8 ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Attack** 0,5 ms ; **Release** 220 ms.
- Onglet **WS** : **Fet drive** −5,38 dB ; **Fet even** 0,168 ; **Fet odd** 1,5 ; **Fet Thresh** 0,4 ; **Fet Knee** 50.
- Onglet **F (ws)** : **fet amp** 0,0625.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq hgh herz** 7 000 Hz ; **Deq hgh max** −0,33 ; **Deq hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle).

Lecture. La compression est celle de **slate_fgstress**, avec le même ratio de 8 à genou dur, une attaque encore plus courte (0,5 ms) et un relâchement six fois plus long (220 ms). Le waveshaper, en revanche, est le plus complet de la famille, à l'image du mode TYPE du plugin : **Fet even** pour l'harmonique 2, **Fet odd** pour les impaires, et un écrêteur à genou. Le **Fet drive** négatif repousse la mise en forme vers les forts niveaux (chapitre 17) : l'écrêteur arrondit les crêtes et plafonne la sortie de la courbe vers −2,6 dBFS, les faibles niveaux sont remontés d'environ 2 dB, et la deuxième harmonique rend la courbe légèrement asymétrique. Mais **fet amp** divise ce produit par seize : on n'en-

tend qu'un seizième de l'écart entre cette courbe et la diagonale, c'est-à-dire, au plein niveau, une variation de niveau de l'ordre de 0,15 dB et des harmoniques très en retrait. Une courbe riche, dosée de façon homéopathique : la saturation colore sans s'entendre comme une distorsion.

La bande haute du DEQ 2 adoucit l'aigu au repos (jusqu'à −3,5 dB au-dessus de 7 kHz, avec une pente douce de 6 dB par octave) et le rend à mesure que le compresseur travaille : les passages compressés gagnent en brillance par rapport aux passages calmes. Ce n'est pas la bosse à 6 kHz du plugin, qui agit sur sa détection : c'est une correction de timbre trouvée par l'analyse.



Figure 153 — Le preset kiive_xstressor, onglet WS : deuxième harmonique (Fet even 0,168), harmoniques impaires (Fet odd 1,5) et écrêteur à genou (Fet Thresh 0,4, Fet Knee 50), avec un drive négatif. Le produit est ensuite divisé par seize dans l'onglet F (ws).

> **♪ En musique : kiive_xstressor**
>
> Essayez-le sur une batterie ou une voix : l'attaque de 0,5 ms saisit les crêtes, le relâchement de 220 ms laisse respirer. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour entendre ce que la courbe du waveshaper a dans le ventre, montez **fet amp** (onglet F (ws)) vers 0,25 ou 0,5 : la couleur devient nettement plus présente, du grain de la deuxième harmonique à l'arrondi des crêtes.

eli_arouser : Empirical Labs Arousor

La cible. L'Arousor est le plugin d'Empirical Labs lui-même, « plus une évolution du Distressor qu'une émulation », bâti sur l'EL8. Il reprend tous les ratios de la machine, ajoute un ratio « Rivet » (l'équivalent du Nuke) et des ratios de 6,5:1 et 7:1 en mode ALT, un écrêteur doux qui réunit les deux distorsions du Distressor, un panneau Expert (harmonique 2, compresseur avant ou après l'écrêteur) et deux modes OPTO. Son attaque va de 50 µs à 40 ms, et son réglage AtMod modifie la forme de la montée de l'attaque. Le testeur Barry Rudolph lui trouve une distorsion plutôt paire à bas niveau.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −22,25 dB ; **Ratio** 5 ; **Knee** 12 dB ; **Cv Lin/Db** 1 ; **Attack** 0,84 ms ; **Release** 142 ms.
- Onglet **A/R (cv)** : **Attack Shape** 0,648 ; **Att Ret From** 3,46 ; **Release Mode** 1,5.
- Onglet **WS** : **Fet even** 0,008 ; **Fet odd** 1,182.

Lecture. C'est le seul preset de la famille qui ait un genou : 12 dB en décibels, de −28,25 à −16,25 dB, à rapprocher des genoux paraboliques des petits ratios du Distressor (+15 dB pour le 2:1), avec ici un ratio de 5. Surtout, c'est le seul qui touche à la forme de l'attaque, et la correspondance avec la cible est directe : là où l'Arousor offre AtMod pour changer la forme de la montée de l'attaque, Comprendre offre **Attack Shape**. À 0,648, inférieure à 1, l'attaque saisit tout de suite une grande partie

de la réduction, puis termine plus doucement (chapitre 12). **Att Ret From** à 3,46 laisse la position avancer loin sur cette courbe quand les attaques se rapprochent ; comme **Att Ret Spd** reste à 1 et que l'attaque ne dure que 0,84 ms, la position revient vite au début dès qu'un relâchement se prolonge : chaque coup isolé retrouve la morsure du départ. Le **Release Mode** à 1,5 mélange à parts égales le relâchement logarithmique et le relâchement linéaire. La part exponentielle, proportionnelle à l'écart, pèse surtout au début des grandes remontées ; la part linéaire, constante, l'emporte à l'approche de la cible : le gain la rejoint franchement, sans longue traîne.

Le waveshaper fait le travail de l'écrêteur doux de l'Arousor : **Fet odd** à 1,182 donne une saturation douce, qui remonte les faibles niveaux d'environ 1,4 dB et crée des harmoniques impaires, dosée par la réduction de gain. **Fet even** à 0,008 n'en est qu'une trace : le preset penche donc vers l'impair, là où Barry Rudolph décrit une distorsion plutôt paire à bas niveau. Les modes OPTO de l'Arousor ne sont pas utilisés.

> **♪ En musique : eli_arouser**
>
> Essayez-le sur une voix ou une basse : le genou de 12 dB et le ratio de 5 donnent une compression ferme mais arrondie. Réglez d'abord le **Threshold**, puis, comme on le ferait avec AtMod, jouez sur l'**Attack Shape** : vers 1 ou au-dessus, les attaques passent davantage ; plus bas, elles sont saisies plus tôt. Pour pencher vers la deuxième harmonique décrite par Barry Rudolph, montez **Fet even** vers 0,1.

Le grain britannique : les ponts de diodes

Dans un compresseur à pont de diodes, l'élément de réduction de gain est un petit pont de diodes dont la résistance varie avec le courant de commande. Rupert Neve a découvert que deux diodes montées en pont réduisaient nettement la distorsion ; le pont reste pourtant très « perdant » : le signal est atténué d'environ 40 dB avant lui, puis remonté par un amplificateur. Selon Dave Berners (Universal Audio), les courbes et les temps d'un tel compresseur sont dessinés indépendamment de l'élément, l'isolation entre commande et audio est bonne, mais la distorsion peut atteindre 10 % dans certaines conditions : d'où un son typé, que l'on décrit volontiers comme crémeux, chaud, rond ou soyeux. Les attaques très rapides y produisent une distorsion transitoire audible.

Les machines de référence viennent de chez Neve. Le **2254**, conçu en 1969 par Rupert Neve et David Rees, offre des ratios de 1,5:1 à 6:1, un genou assez doux (une transition sur une dizaine de décibels), une attaque fixe de 5 ms sur les premières versions, des temps de récupération de 100 ms à 1,5 s selon les versions et un mode **Auto**, dont l'attaque et la récupération s'ajustent d'elles-mêmes : rapides sur les crêtes isolées, lentes sur les niveaux forts qui persistent, si bien que le programme « roule sur une plateforme de gain qui bouge lentement ». Le **33609** en est la version stéréo en rack, réputée pour « coller » un mix ; sa fiche actuelle donne des ratios de 1,5:1 à 6:1, une attaque rapide (3 ms) ou lente (6 ms, avec un passe-haut à 100 Hz dans la détection), une récupération manuelle de 100 à 1 500 ms et deux modes automatiques.

Trois presets composent la famille : **arturia_diode** (Comp DIODE-609, émulation du 33609), **kush_silka** (SILIKA, bâti sur un circuit de 2254) et **ao_britpressor** (un compresseur « de style Neve », dont le modèle exact n'est pas connu). Ce qu'ils ont en commun :

- **les trois utilisent Env Offset** (−0,1 ; −0,30 ; −0,2), si bien que **GR (cv)** est le seul onglet, après la rangée principale, que les trois modifient : c'est la seule famille du chapitre où tous les presets se servent de l'offset ;
- les trois gardent le **Threshold** par défaut (−20 dB), la courbe linéaire et un genou dur ; leurs ratios (2, 4 et 3) restent dans la plage des machines Neve, et leurs relâchements (100, 100 et 400 ms) dans celle de la récupération du 33609, dont 100 ms est la valeur la plus courte ;
- **aucun n'utilise le relâchement automatique** : le mode Auto, trait caractéristique du 2254, n'est imité par aucun d'eux ;
- un seul utilise le waveshaper, l'outil naturel pour la couleur des diodes : **arturia_diode**, et il s'en sert moins comme saturation que comme égaliseur ;
- **kush_silka** ne colore pas du tout le son, et **ao_britpressor** utilise… le designer optique, avec un **Opto** négatif ;
- deux presets touchent la bande basse du **DEQ 2** à 100 Hz, mais en sens opposés : **arturia_diode** renforce le grave au repos, **ao_britpressor** l'atténue.

L'offset négatif a ici un effet particulier, parce que la courbe est linéaire. Avec une courbe linéaire, le gain ne descend jamais sous 1/ratio ; un offset négatif creuse toutes les réductions, et si sa valeur absolue dépasse 1/ratio, la sortie se met à **diminuer** au-dessus du seuil : c'est le cas de **kush_silka** (0,30 contre 0,25 pour un ratio de 4). La figure des courbes en début de chapitre, qui ignore l'offset et le Headroom, ne le montre pas.

arturia_diode : Arturia Comp DIODE-609

La cible. Le Comp DIODE-609 d'Arturia se présente comme une émulation « repensée » du Neve 33609, modélisée sur la version C, plus ancienne, entièrement discrète. Il propose deux panneaux de compression (attaque lente ou rapide) et une attaque variable, un limiteur au caractère volontairement peu transparent, le mid-side, un égaliseur de chaîne latérale, un réglage de calibrage qui ajoute des harmoniques, et un dry/wet. Arturia le recommande sur la batterie et le bus stéréo.

Les réglages.

- Rangée principale : **Release** 100 ms.
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,1.
- Onglet **WS** : **Fet odd** 1,56 ; **Fet env** 1.
- Onglet **F (ws)** : **fet src mix** 0 ; **fet low herz** 100 Hz ; **fet low mix** −0,97.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 100 Hz ; **Deq low max** 0,2.

Lecture. La compression est réduite à l'essentiel : seul le **Release** a bougé, à 100 ms, la récupération manuelle la plus rapide du 33609. Le ratio (2), le seuil (−20 dB) et l'attaque (10 ms) sont restés au défaut, avec la courbe linéaire. **Env Offset** à −0,1 atténue de 0,9 dB au repos et creuse un peu la réduction : en régime établi, 3,5 dB au lieu de 3,1 dB pour un niveau détecté de −12 dBFS, 6 dB au lieu de 5,2 dB à 0 dBFS. La compression reste douce, de l'ordre de 2:1 juste au-dessus du seuil et de moins en moins au-delà, ce qui va bien avec l'usage de « colle » du 33609.

Le waveshaper est employé d'une façon inattendue. **Fet env** à 1, avec **Fet gr** à 1 (défaut), rend la saturation constante : elle ne dépend plus de la compression (chapitre 17). **Fet odd** à 1,56 donne une courbe douce, qui amplifie les faibles niveaux. Mais le produit ne garde que sa bande basse, sous 100 Hz, et la **retranche** (**fet low mix** −0,97, **fet src mix** 0). Comme le produit d'un signal faible est surtout une copie amplifiée de ce signal, le résultat est d'abord une **atténuation du grave** sous 100 Hz : environ 6 dB pour un signal faible, de moins en moins à mesure qu'il approche du plein niveau interne (environ 1 dB à 0 dBFS). Le grave grossit donc plus vite que le reste quand le niveau monte, avec en prime quelques harmoniques de l'extrême grave. C'est un ajustement trouvé par l'analyse, plus proche d'un égaliseur dépendant du niveau que d'une saturation.

La bande basse du **DEQ 2**, à 100 Hz, ajoute au contraire 0,2 au repos (environ +1,6 dB au cœur de la bande), un renfort qui s'efface quand le compresseur travaille : le grave est alors un peu plus réduit que le reste. La fréquence de 100 Hz rappelle le passe-haut que la position lente du 33609 place dans sa détection ; mais ici, les deux filtres agissent sur le signal entendu, pas sur la détection : le lien, s'il existe, n'est pas direct.

> **♪ En musique : arturia_diode**
>
> Essayez-le sur un bus de batterie ou un bus stéréo, les usages que recommande Arturia. Réglez d'abord le **Threshold**, resté à −20 dB, pour obtenir 2 à 4 dB de réduction ; montez le **Makeup** de 1 dB environ pour compenser l'offset. Écoutez la grosse caisse et la basse : sur les passages doux, elles s'effacent un peu ; sur les passages forts, elles reprennent leur place.

> **À confirmer par François**
>
> Dans **arturia_diode**, **Fet env** à 1 (avec **Fet gr** à 1) rend la saturation constante, et le produit ne garde que son grave sous 100 Hz, retranché (**fet low mix** −0,97, **fet src mix** 0). Le waveshaper agit alors surtout comme une atténuation du grave des signaux faibles (environ 6 dB), plus que comme une saturation. Est-ce l'effet recherché ?

kush_silka : Kush Audio SILIKA

La cible. SILIKA, de Kush Audio (le nom du preset écrit « silka »), est un « compresseur à double diode » testé par Tape Op fin 2020. C'est une conception propre qui combine deux références : des distorsions modelées sur les transformateurs d'un limiteur ADR Compex de 1973, et un compresseur bâti sur un circuit de Neve 2254. Son entrée propose un modèle de diode Zener (plus brillant) ou germanium (plus sombre, qui gonfle le grave). Ratios de 2, 4, 12 ou 20:1, attaque de 30 à 0,1 ms, relâchement de 5 000 à 15 ms, et un bouton Fury qui multiplie la distorsion et rend les temps dix fois plus rapides.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Release** 100 ms.
- Onglet **MAIN** : **Headroom** −7 dB.
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,30.

Lecture. Quatre réglages. Le **Ratio** de 4 est l'une des positions du SILIKA, et le relâchement de 100 ms comme l'attaque par défaut (10 ms) sont dans ses plages. Le **Headroom** de −7 dB fait entrer le signal plus bas dans le compresseur, ce qui revient à remonter le seuil à −13 dBFS. Tout le caractère tient à **Env Offset** à −0,30, l'un des plus forts des presets fournis. Au repos, il atténue le signal de 3,1

dB. Avec la courbe linéaire, un ratio de 4 ne peut pas réduire le gain sous 0,25 ; l'offset, qui retire 0,30, fait donc **baisser la sortie** dès que le seuil est franchi. En régime établi et par rapport au niveau de repos, la réduction vaut 1,1 dB pour un signal à −12 dBFS, 5,5 dB à −8 dBFS, 11,6 dB à −3 dBFS et 15,7 dB à 0 dBFS : plus le signal est fort, plus il ressort bas. C'est une sur-compression, trouvée par l'analyse, qui écrase les crêtes au point de les faire passer sous les passages moins forts.

En revanche, **aucun module de saturation** n'est engagé : ni waveshaper, ni bias, ni opto. Le grain des diodes, la couleur des transformateurs et le bouton Fury, qui font la réputation du SILIKA, ne sont pas imités ; le preset reproduit le comportement dynamique, sur un réglage du plugin que nous ne connaissons pas.

> **♪ En musique : kush_silka**
>
> Commencez par monter le **Makeup** d'environ 3 dB pour comparer à volume égal. Sur une batterie de pièce ou une guitare saturée, réglez ensuite le **Threshold** (ou le **Headroom**) : passé le seuil, les coups les plus forts sont ramenés sous les autres, et le son se densifie jusqu'à l'écrasement. Si vous voulez retrouver une couleur de diodes, ajoutez vous-même un peu de **Fet odd** dans l'onglet **WS** (chapitre 17).

> **À confirmer par François**
>
> Le SILIKA est connu pour ses distorsions (diodes Zener ou germanium, transformateurs, bouton Fury), mais **kush_silka** n'engage aucun module de saturation. L'imitation porte-t-elle volontairement sur la seule compression, la couleur étant laissée à l'utilisateur ?

ao_britpressor : Analog Obsession Britpressor

La cible. Le Britpressor d'Analog Obsession est un plugin gratuit (novembre 2020) du BritBundle, présenté comme inspiré de compresseurs à semi-conducteurs d'époque, « de style Neve ». Le modèle Neve précis n'est pas connu, ni l'élément de réduction de gain : le rattacher au pont de diodes est une hypothèse. Il a un compresseur et un limiteur, chacun avec son seuil et sa récupération, un ratio, un gain, un mix, et une chaîne latérale filtrée par un passe-haut et des accentuations vers 10 kHz et 1,6 kHz.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 3 ; **Attack** 1 ms ; **Release** 400 ms.
- Onglet **GR (cv)** : **Env Offset** −0,2 ; **Opto** −1 ; **Opto Env** 1 ; **Opto precision** 0 ; **Opto severity** 0.
- Onglet **DEQ** : **Deq low herz** 220 Hz ; **Deq low max** −0,2 ; **Deq mid herz** 440 Hz ; **Deq mid max** −0,125.
- Onglet **DEQ 2** : **Deq low herz** 100 Hz ; **Deq low max** −0,40.



Figure 154 — Le preset ao_britpressor, onglet GR (cv) : l'Env Offset, commun aux trois presets de la famille, et un designer optique réglé en négatif (Opto à −1), intégré à l'enveloppe. Les deux égaliseurs dynamiques, DEQ et DEQ 2, sont aussi modifiés (onglets en jaune).

Lecture. La rangée principale est cohérente avec un compresseur de type 2254 : ratio de 3, attaque de 1 ms (le 2254/R va de 0,1 à 2 ms), relâchement de 400 ms, l'une des valeurs de récupération citées pour cette machine. **Env Offset** à −0,2 atténue de 1,9 dB au repos et creuse les réductions : en régime établi, 6 dB au lieu de 4,5 dB pour un niveau détecté de −12 dBFS, 12 dB au lieu de 8 dB à 0 dBFS.

La surprise est le **designer optique**, dans un preset de pont de diodes, et réglé à l'envers. **Opto Env** à 1 l'intègre à l'enveloppe ; **Opto severity** à 0 rend l'opto lent quand la réduction est faible et rapide quand elle est forte ; **Opto precision** à 0 supprime l'arrondi. **Opto** à −1 retourne l'écart (chapitre 15) : là où l'opto est en retard, le gain part dans l'autre sens. Avec 1 ms d'attaque, l'opto n'est guère en retard pendant les attaques. Pendant les relâchements de 400 ms, en revanche, il traîne, surtout à la fin, quand la réduction devient faible : le gain final remonte alors **plus vite** que l'enveloppe, d'un ou deux décibels d'avance dans une simulation simple. Le relâchement perd ainsi une partie de sa traîne. C'est un ajustement trouvé par l'analyse ; il ne reproduit pas le mode Auto du 2254, qui adapte ses temps au programme.

Les égaliseurs dynamiques travaillent sur le grave. Au repos, le **DEQ** retire environ 1,9 dB sous 220 Hz et un peu moins de 1 dB autour de 440 Hz, et le **DEQ 2** retire encore environ 4,5 dB sous 100 Hz. Ces corrections s'effacent à mesure que le compresseur réduit le gain (chapitre 18) : quand il travaille, le grave revient, et il est donc moins réduit que le reste du spectre. Le Britpressor filtre sa chaîne latérale ; le preset, lui, ne touche pas à la détection et agit sur le signal entendu.

> **♪ En musique : ao_britpressor**
>
> Essayez-le sur une basse, une guitare électrique ou un bus de batterie. Montez le **Makeup** d'environ 2 dB, puis réglez le **Threshold** (resté à −20 dB) pour quelques décibels de réduction. Écoutez le bas du spectre : au repos un peu allégé, il reprend du corps quand le compresseur serre, et les fins de notes se libèrent vite.

La salle de mastering

Le mastering demande à un compresseur ce qu'on lui demande rarement au mixage : rester discret. On y cherche des ratios modérés, des relâchements qui s'adaptent à la musique, une détection qui suit la sonie plutôt que chaque crête, et aucun effet secondaire qui ne soit voulu. Les outils de cette salle sont souvent des processeurs numériques ou des circuits discrets très soignés : le **Weiss DS1**,

que Softube a porté ligne à ligne en plugin, l'**elysia alpha compressor**, entièrement discret, en classe A permanente, commutable entre feedback et feed-forward, ou le **MDWDRC2** de George Massenburg, héritier du contrôleur de dynamique GML 8900. La famille réunit aussi deux plugins de mastering d'Acustica Audio et de TC Electronic (Ivory, DYN 3000), dont le second reprend la dynamique des consoles Midas plutôt qu'un appareil de mastering au sens strict.

> **Le Weiss DS1, un standard numérique**
>
> La série Gambit de Weiss, dont fait partie le DS1, est produite à partir de 1998. « DS » veut dire *de-essing*, mais la plupart des ingénieurs s'en servent pour compresser ou expanser. Le DS1 mesure la crête **et** le RMS de son signal de commande, et choisit d'après leur rapport un relâchement rapide ou lent ; à 44,1 et 48 kHz, la version MK2 travaille en interne à fréquence double pour réduire le repliement. Softube en a porté le code d'origine ligne à ligne, et Daniel Weiss dit ne pas entendre de différence avec l'original.

Ce qui frappe d'abord dans les huit presets de cette famille, c'est ce qu'ils **ne** touchent **pas**. Aucun n'utilise le designer optique, aucun ne fait entendre une saturation, aucun n'engage les clippers ni les filtres FIR à phase linéaire, et un seul utilise le lookahead (**massenbug_drc2_piano**). Le seul waveshaper réglé, celui de **pa_elysia**, n'est pas entendu : il sert de source de modulation. La couleur n'est pas le sujet ; tout se joue dans la mesure et dans le temps.

Les réglages qui reviennent le confirment (voir la matrice des onglets modifiés en début de chapitre) :

- **6 presets sur 8 modifient l'onglet GR (cv)**, qui retouche l'enveloppe après la courbe : **Env Offset** dans quatre presets (positif pour **tc_dyn3000** et **pa_elysia**, fortement négatif pour **massenbug_drc2_mix** et **massenbug_drc2_groove**), **Env Pow Unpow** dans deux (**tc_dyn3000**, **acustica_ivory**), **Gr|Env Pow** dans un (**softube_ds1mk3**). L'offset est, selon François, le réglage qu'il utilise le plus pour imiter un compresseur ;
- **4 sur 8 utilisent un relâchement automatique** (**Release Auto**), fondé sur le facteur de crête du signal : trois sur le suiveur placé après la courbe, un (**massenbug_drc2_mix**) sur l'enveloppe de détection. François dit préférer en général un dosage de 0,5, qu'il trouve plus naturel que 1 ; deux presets de la famille sont pourtant à 1 : l'imitation l'a emporté sur la préférence ;
- **4 sur 8 modifient l'onglet DET (in)** : les deux presets Weiss et deux des trois presets Massenburg ; le troisième, **massenbug_drc2_piano**, transforme sa détection autrement, par le lookahead et un égaliseur dynamique ;
- **3 sur 8 passent la courbe en décibels** (**Cv Lin/Db** à 1) ; les cinq autres gardent la courbe linéaire, qui compresse de moins en moins à mesure que le niveau monte (chapitre 10), une forme de douceur naturelle à fort niveau ;
- les deux presets Weiss sont les seuls à passer l'attaque et le relâchement en **mode linéaire** (**Attack Mode** et **Release Mode** à 2).

Deux surprises méritent d'être signalées. Deux des trois presets Massenburg mettent l'essentiel de leurs constantes de temps dans la **détection** plutôt que dans le suiveur placé après la courbe : leur **Attack** est nulle sur la rangée principale. Et le relâchement à vitesse constante en décibels, qui correspond à un temps exprimé en « décibels par seconde » (chapitre 12), se trouve dans **softube_weiss**, et non dans les presets Massenburg, alors que le MDWDRC2 exprime justement ses temps en dB par seconde.

La figure des courbes en début de chapitre montre la diversité des courbes statiques de la famille (**pa_elysia** n'y figure pas : son genou automatique n'a pas de forme fixe). Ces courbes ne tiennent pas compte des retouches de l'onglet GR (cv) : pour cette famille, elles ne racontent donc qu'une partie de l'histoire.



Figure 155 — Le preset massenbug_drc2_groove, onglet DET (in) : le RMS (rms secs 19 ms, rms db +3 dB) et l'enveloppe de détection (env db 0 dB) sont mis en parallèle, la crête est exclue (peak db −24 dB) et Det Mix garde le plus fort des deux. Les libellés modifiés et les onglets touchés par le preset sont en jaune.

softube_ds1mk3 : Softube Weiss DS1-MK3

La cible. Le Weiss DS1-MK3 de Softube est présenté par l'éditeur comme un portage ligne à ligne du code de la machine, un processeur de dynamique entièrement numérique (de-esser, compresseur, limiteur) utilisé depuis près de trente ans dans les studios de mastering. Sa détection est en crête par défaut, complétée par une mesure RMS dont **Average** règle le temps d'intégration. Son trait le plus connu est le **double relâchement** : un relâchement rapide pour les pics momentanés, un lent pour les variations du niveau moyen, choisis d'après le rapport entre crête et RMS. Le genou doux est réglable, l'attaque descend jusqu'à 20 µs.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4:1 ; **Release** 115 ms.
- **DET (in)** : **peak pow** 1,10.
- **A/R (cv)** : **Attack Mode** 2 (linéaire) ; **Release Mode** 2 (linéaire) ; **Release Auto** 0,5.
- **GR (cv)** : **Gr|Env Pow** −0,8.

Lecture. Le réglage le plus parlant est **Release Auto**. Comprendre calcule le facteur de crête du signal de détection, c'est-à-dire le rapport entre sa crête et son RMS, et raccourcit le relâchement quand ce rapport est grand (signal percussif), l'allonge quand il est petit (signal tenu). C'est très exactement le principe du double relâchement du Weiss, qui choisit sa constante de temps d'après le rapport crête/RMS. À 0,5, le temps utilisé est la moyenne du temps réglé (115 ms) et du temps automatique : le relâchement reste ancré autour de sa valeur nominale, mais il respire avec la musique.

Le passage de l'attaque et du relâchement en **mode linéaire** n'a pas d'équivalent documenté chez Weiss : c'est un ajustement trouvé par l'analyse. Avec l'enveloppe calculée en linéaire (réglage par défaut, conservé ici), le gain se déplace alors à vitesse constante, sans ralentir en approchant de sa cible : la réduction s'installe et se retire d'un seul mouvement, sans la traîne de l'exponentielle.

Les deux autres réglages retouchent la courbe. **peak pow** à 1,10 multiplie par 1,1 le niveau détecté exprimé en décibels : le seuil effectif monte légèrement et la compression devient un peu plus raide au-dessus. **Gr|Env Pow** à −0,8 applique une puissance de 0,8 à la réduction linéaire, ce qui renforce

surtout les petites réductions : 2 dB en deviennent près de 3, alors que 12 dB ne deviennent que 13,7 dB. Le Weiss propose un genou doux réglable ; le preset n'utilise pas le **Knee** de Comprendre, et c'est la courbe linéaire, arrondie en décibels, avec ces deux puissances, qui dessine la transition.

> **♪ En musique : softube_ds1mk3**
>
> Essayez-le sur un mix complet ou un bus de stems, en réglant le **Threshold** (resté à −20 dB, sa valeur par défaut) pour obtenir 2 à 3 dB de réduction sur les passages les plus denses. Écoutez ce qui suit chaque coup de caisse claire : le relâchement automatique doit rendre le gain vite, tout en tenant les nappes sans pompage. Si le mix respire trop, montez **Release** avant de toucher au ratio.

softube_weiss : Softube Weiss Compressor/Limiter

La cible. Le nom désigne seulement la marque. Softube vend plusieurs plugins dérivés du DS1-MK3 (le DS1-MK3 lui-même, qui a son propre preset, un maximiseur, un de-esser, un compresseur multibande) ; le plus probable est le **Weiss Compressor/Limiter**, qui reprend en code porté les algorithmes de compression et de limitation du DS1-MK3. On y retrouve la comparaison crête/RMS, dont **Average** règle le temps d'intégration, trois réglages de relâchement (rapide, lent, Average) liés par un **Auto Release Offset**, un traitement Mid/Side et une chaîne latérale liée ou non.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4:1 ; **Attack** 28,6 ms ; **Release** 494 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Channels Unlink** 1 (canaux déliés).
- **DET (in)** : **auto secs** 100 ms (200 ms par défaut).
- **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels).
- **A/R (cv)** : **Attack Mode** 2 (linéaire) ; **Release Mode** 2 (linéaire) ; **Attack Auto** 0,5 ; **Release Auto** 1.

Lecture. Ce preset pousse plus loin que le précédent l'imitation de la détection Weiss. **auto secs** n'est pas un temps de détection : c'est la constante de temps de la mesure du facteur de crête, qui pilote les temps automatiques (chapitre 13). La raccourcir à 100 ms revient à régler l'**Average** du Weiss, le temps d'intégration du RMS comparé à la crête. Avec **Release Auto** à 1, le relâchement est entièrement confié à ce rapport crête/RMS, comme le double relâchement de la machine ; **Attack Auto** à 0,5 adapte aussi l'attaque, à moitié.

L'enveloppe et la courbe sont toutes deux en décibels, la configuration d'un compresseur « conventionnel ». Combinée au **mode linéaire**, l'enveloppe en décibels avance à pas constant **en décibels** : 9,48 dB par temps réglé, soit environ 19 dB par seconde au relâchement et 330 dB par seconde à l'attaque, avant l'effet des temps automatiques. C'est un relâchement exprimé en décibels par seconde, à la manière de la commande Timing du MDWDRC2 ; rien dans la documentation du Weiss ne le décrit, c'est donc un comportement trouvé par l'analyse. **Channels Unlink** à 1 donne à chaque canal son propre compresseur : c'est le pendant de la chaîne latérale non liée du plugin.

> **À confirmer par François**
>
> Le preset **softube_weiss** imite-t-il bien le Weiss Compressor/Limiter de Softube, et non un autre plugin Weiss de Softube (le maximiseur MM-1, par exemple) ? Le nom du preset ne précise que la marque.

> **♪ En musique : softube_weiss**
>
> Sur un bus de mix ou un master, réglez le **Threshold** pour 2 à 4 dB de réduction et écoutez la vitesse constante du retour : la remontée du gain est régulière, sans accélération finale. Comme les canaux sont déliés, vérifiez l'image stéréo sur un mix où un instrument fort est placé d'un côté ; si elle bouge, ramenez **Channels Unlink** vers 0. Pour une compression plus posée, baissez **Release Auto** vers 0,5.

tc_dyn3000 : TC Electronic DYN 3000

La cible. Le DYN 3000 de TC Electronic, annoncé en 2020 et conçu avec Midas, est un plugin de dynamique (compresseur et gate) que l'éditeur présente comme une recréation du traitement de dynamique des consoles Midas, la Heritage 3000 selon TC (d'autres sources citent les consoles XL8 et PRO). Ce n'est pas un appareil de mastering au sens strict : il est proposé pour les sources seules, les bus et le master. Son compresseur offre quatre types (adaptive, corrective, creative, vintage) dont un banc d'essai juge les différences marginales ; l'élément de gain, la détection et les temps ne sont pas documentés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ; **Release** 100 ms.
- **GR (cv)** : **Env Offset** +0,05 ; **Env Pow Unpow** 1,414.

Lecture. C'est le preset le plus sobre de la famille : quatre réglages. Le ratio (2:1), le seuil (−20 dB) et l'attaque (10 ms) sont restés aux valeurs par défaut de Comprendre ; on ne sait pas quel réglage du DYN 3000 François a imité, ni lequel des quatre types. La courbe en décibels donne un comportement de compresseur de console conventionnel.

Les deux réglages de l'onglet GR (cv) sont des ajustements trouvés par l'analyse. **Env Offset** à +0,05 ajoute un gain permanent d'environ 0,4 dB au repos et allège un peu chaque réduction (6 dB demandés en deviennent 5,2). **Env Pow Unpow** à 1,414 (racine de 2) ne change pas la réduction obtenue sur un son stable, seulement sa dynamique : avec l'enveloppe linéaire par défaut, l'attaque est un peu ralentie et le relâchement un peu accéléré.

> **♪ En musique : tc_dyn3000**
>
> C'est un bon point de départ « console » pour une voix, une basse ou un bus : réglez d'abord le **Threshold**, puis le **Ratio**, que le preset laisse à leurs valeurs par défaut. Pensez au léger gain permanent de l'offset quand vous comparez avec et sans le plugin : l'auto-volume **Out->In** (chapitre 8) permet de juger à niveau égal.

massenbug_drc2_mix : Massenburg DesignWorks MDWDRC2 (mix)

La cible. Le MDWDRC2 de Massenburg DesignWorks (« massenbug » est une coquille) est un contrôleur de dynamique numérique conçu par George Massenburg, qui reprend la technologie de son GML 8900 et peut même l'émuler. Sa signature est le **Variable Exponent Averager**, un détecteur breveté qui passe continûment de la moyenne au RMS puis à la crête ; deux détecteurs fonctionnent en parallèle, **MAIN** (exposant 2 par défaut, un vrai RMS) et **PEAK** (exposant 3), le seuil de PEAK se plaçant de 0 à 18 dB au-dessus de celui de MAIN. Une seule commande **Timing**, en dB par seconde, règle à la fois l'attaque et le relâchement ; un **Release Override** accélère le retour quand

le niveau chute. Le ratio va de 1,2:1 à 100:1 (4:1 par défaut). Le suffixe « mix » ne correspond à aucun preset d'usine du DRC2 : il désigne très probablement un réglage choisi par François pour un bus de mixage.

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 0 ; **Release** 0 ; **Threshold** −24,1 dB.
- **DET (in)** : **rms secs** 50 ms ; **rms db** −11 dB ; **rms pow** 0,571 ; **peak db** −24 dB (crête exclue) ; **env db** 0 dB.
- **A/R (in)** : **Release** 254 ms ; **Release Auto** 0,5.
- **GR (cv)** : **Env Offset** −0,25.

Lecture. Ce preset fait tout le travail **dans le détecteur**, ce qui rejoint la conception du DRC2, dont les plages de temps dépendent du détecteur et de son exposant. L'attaque et le relâchement de la rangée principale sont nuls : le gain suit instantanément ce que demande la courbe, et ce sont les deux mesures de la détection qui portent les constantes de temps. On y retrouve les deux détecteurs en parallèle : un RMS de 50 ms, qui correspond au détecteur MAIN dans son réglage par défaut (le RMS de Comprendre est un vrai RMS, l'exposant 2), et une enveloppe de détection (attaque de 10 ms par défaut, relâchement de 254 ms) qui tient le rôle du détecteur PEAK. **Det Mix**, resté sur *max*, garde le plus fort des deux à chaque instant.

Les volumes et la puissance règlent l'équilibre entre ces deux détecteurs. Le RMS est baissé de 11 dB, mais **rms pow** à 0,571 multiplie son niveau en décibels par 0,571, ce qui le rapproche de 0 dBFS et « softise » sa contribution (chapitre 13). En pratique, l'enveloppe de détection mène la plupart du temps, et le RMS ne prend la main que sur les passages calmes ou très denses. Cette puissance n'est pas l'exposant du DRC2, qui choisit la nature de la moyenne : c'est une autre façon, trouvée par l'analyse, de régler la sensibilité d'un des deux détecteurs. Le **Release Auto** à 0,5 de l'enveloppe de détection raccourcit son relâchement sur les transitoires, dans l'esprit du Release Override.

Reste l'**Env Offset** à −0,25, la retouche préférée de François, ici poussée fort. Au repos, il atténue le signal de 2,5 dB en permanence ; pendant la réduction, il pèse de plus en plus lourd. Avec la courbe linéaire en 2:1, le gain demandé par la courbe ne descend jamais sous 0,5 (6 dB) ; après l'offset, la réduction peut approcher 12 dB. L'offset transforme ainsi une courbe très douce en une compression nettement plus ferme, sans toucher au ratio.

> **♪ En musique : massenbug_drc2_mix**
>
> Placez-le sur un bus de mixage et réglez d'abord le **Threshold** : sur un mix déjà fort, le preset peut dépasser 8 dB de réduction. Compensez les 2,5 dB perdus en permanence avec le **Makeup** avant de comparer. Écoutez surtout la manière dont les passages calmes sont tenus, sans que les attaques de la batterie soient écrasées : c'est le jeu des deux détecteurs.

massenbug_drc2_groove : Massenburg DesignWorks MDWDRC2 (groove)

La cible. Même plugin que le preset précédent (voir **massenbug_drc2_mix**). Le suffixe « groove » ne correspond pas non plus à un preset d'usine ; le guide du DRC2 parle d'adapter les exposants des détecteurs au « groove » d'une piste. Il s'agit sans doute d'un réglage de François pour une piste rythmique ou un bus de batterie.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 3,68:1 ; **Threshold** −14,7 dB ; **Attack** 0 ; **Release** 40 ms.
- **DET (in)** : **rms secs** 19 ms ; **rms db** +3 dB ; **peak db** −24 dB (crête exclue) ; **env db** 0 dB.
- **A/R (in)** : **Attack** 20 µs ; **Release** 400 ms ; **Release Shape** 1,35 ; **Rel Ret From** 0,13.
- **A/R (cv)** : **Release Shape** 2,09 ; **Rel Ret From** 0.
- **GR (cv)** : **Env Offset** −0,3.

Lecture. La structure est celle du preset **mix**, en plus nerveux, et c'est elle que montre la figure de la famille. Le RMS de 19 ms joue le détecteur MAIN ; son volume de +3 dB est la valeur que le chapitre 13 recommande pour ramener le RMS d'un sinus au niveau de sa crête : les deux détecteurs sont ainsi mis sur un pied d'égalité. L'enveloppe de détection, avec ses 20 µs d'attaque, saisit pratiquement chaque crête, puis la retient et la relâche en 0,4 s : c'est le détecteur PEAK. Sa **Release Shape** de 1,35 retient un peu le début de la descente avant de la libérer.

Le suiveur placé après la courbe a une attaque nulle et un relâchement court (40 ms) mais en S très marqué : **Release Shape** à 2,09 avec **Rel Ret From** à 0, c'est-à-dire que chaque relâchement repart du début de sa courbe, là où elle est plate. Quand les coups se succèdent, la remontée du gain est donc fortement retenue, puis libérée d'un coup quand le jeu s'espace (chapitre 12). Rien de tel n'est documenté sur le DRC2, dont le temps est une seule commande en dB par seconde : c'est la forme que l'analyse a révélée.

L'**Env Offset** de −0,3 est le plus fort de la famille : −3,1 dB au repos, et une réduction qui se creuse vite. Sur une détection à 0 dBFS, la courbe seule demanderait 7,8 dB ; avec l'offset, on obtient 19,5 dB. C'est cet offset, bien plus que le ratio, qui donne au preset sa fermeté.

> ♪ **En musique : massenbug_drc2_groove**
>
> Essayez-le sur un bus de batterie ou une boucle de percussions. Réglez d'abord le **Threshold** pour que la réduction reste raisonnable, puis écoutez le retour du gain entre les coups : il « colle » aux temps forts et se relâche quand le jeu respire. Pour un groove plus ouvert, montez légèrement **Release** ou rapprochez **Rel Ret From** (onglet A/R (cv)) de 1.

massenbug_drc2_piano : Massenburg DesignWorks MDWDRC2 (piano)

La cible. Toujours le MDWDRC2. « Piano » n'est ni un mode ni un preset d'usine ; le jeu de presets officiel couvre le piano avec un réglage d'ingénieur (« JohnJ_Apno »), et les tutoriels vidéo de Massenburg traitent notamment le piano. Le DRC2 propose un look-ahead de quelques dizaines d'échantillons (jusqu'à 63) et un filtre BS.1770 dans sa chaîne latérale.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 42 (infini) ; **Threshold** −18,1 dB ; **Knee** 8,05 ; **Attack** 1,2 ms ; **Release** 303 ms ; **Channels Unlink** 1.
- **INPUT** : second **FX deq** 1 (le DEQ 2 agit sur la détection).
- **OUTPUT** : second **deq** 0 (le DEQ 2 n'est pas entendu).
- **A/R (cv)** : **Attack Shape** 3,4 ; **Release Auto** 1.
- **MOD & LA** : **la delay** −44,4 ms ; **det->la.det** 1 ; **la det pk** 1 ; **env->la.env** 0.
- **A/R (la)** : **Attack** 13,1 ms.
- **DEQ 2** : **Deq low herz** 281 Hz ; **Deq low max** 8 ; **Deq low reso** 0,35.

Lecture. Ce preset n'imite plus un compresseur mais un **limiteur à lookahead**, et c'est une interprétation libre plutôt qu'une copie. Le ratio est infini ; la courbe est restée linéaire, si bien que le **Knee** de 8,05 n'est pas une largeur en décibels mais en amplitude (8,05/120, environ 0,067) : le genou s'étend à peu près de −20,8 à −16 dBFS autour du seuil.

Le lookahead suit l'école « détecteur » (chapitre 22) : la chaîne présente est retardée de 44 ms, et c'est le signal de détection futur, maintenu à son maximum sur toute la fenêtre (**la det pk** à 1), qui entre dans le compresseur. Le niveau détecté monte donc 44 ms avant chaque attaque et ne redescend qu'au moment où il l'aurait fait sans lookahead ; l'attaque de 1,2 ms, en S grâce à **Attack Shape** à 3,4, a tout le temps de placer la réduction avant que la note n'arrive. C'est beaucoup plus que le look-ahead du DRC2, compté en échantillons. Le relâchement de 303 ms est entièrement automatique (**Release Auto** à 1) : plus court après un accord percussif, plus long sur une résonance tenue.

Le DEQ 2, envoyé dans la détection et pas dans le son, fait de la mesure un détecteur de **graves** : au repos, la bande basse ajoute environ 18 dB sous 60 Hz, 12 dB à 200 Hz, 3 dB à 500 Hz, avec une résonance faible (0,35) qui fait commencer la pente très en dessous de 281 Hz. Le limiteur réagit donc d'abord à la main gauche ; les notes aiguës doivent être bien plus fortes pour le déclencher. Comme le coefficient de la bande suit l'enveloppe du compresseur (**Deq low min** est resté à 0), cette accentuation diminue à mesure que le limiteur travaille. Le DRC2 propose dans sa chaîne latérale un filtre BS.1770 ; le preset ne cherche pas à le reproduire.

Un réglage reste sans effet : l'**Attack** de 13 ms de l'onglet A/R (la) règle le suiveur dédié de l'école « enveloppe », qui n'est même pas calculé quand **env->la.env** vaut 0.

> **À confirmer par François**
>
> Dans **massenbug_drc2_piano**, l'**Attack** de l'onglet A/R (la) vaut 13 ms, mais **env->la.env** est à 0 : le suiveur dédié du lookahead n'est pas calculé et ce réglage n'a aucun effet. Est-ce un reste d'exploration, ou fallait-il garder une part d'école « enveloppe » ?

> **♪ En musique : massenbug_drc2_piano**
>
> Sur un piano enregistré en stéréo, réglez le **Threshold** pour que seuls les passages les plus forts de la main gauche soient limités. Écoutez l'attaque des accords graves : grâce au lookahead, elle doit rester intacte alors que le niveau est tenu. Si l'image stéréo semble flotter, ramenez **Channels Unlink** vers 0. François rappelle qu'il est souvent bon d'écrêter un peu avant de limiter : un léger **Pre Clip** (chapitre 7) peut compléter ce preset.

pa_elysia : elysia alpha compressor (Plugin Alliance)

La cible. Le nom indique elysia, distribué par Plugin Alliance ; le produit le plus probable est l'**alpha compressor**, premier appareil de la marque, présenté en 2006 comme compresseur de mastering entièrement discret (le mpressor est l'autre candidat). Son genou est doux, et son ratio réel augmente avec la réduction : l'échelle est étalonnée pour 6 dB de réduction, et à 17 dB, le ratio réel vaut 4,5:1 pour 2,5:1 affiché. Il est commutable entre feedback, où le ratio plafonne à 2,5:1, et feed-forward, qui va jusqu'au limiteur et aux ratios négatifs ; un « Auto Fast » raccourcit l'attaque sur les impulsions fortes, et un Soft Clip arrondit les crêtes.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −27,0 dB ; **Ratio** 0,7 ; **Attack** 3,2 ms ; **Release** 184 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels).
- **CURVE** : **Knee Auto** 24 ; **mod ratio** +1,75.
- **ENV (cv)** : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels).
- **GR (cv)** : **Env Offset** +0,173.
- **MOD & LA** : **ws mod** −1 ; **mod att secs** 3,0 ms ; **mod rel secs** 142 ms.
- **WS** : **Fet Thresh** 0,11 ; **Fet Knee** 32,8.
- **OUTPUT** : **ws** 0 (le waveshaper n'est pas entendu).

Lecture. C'est le preset le plus ingénieux de la famille, et il répond trait pour trait au comportement documenté de l'alpha. Le ratio affiché, 0,7, n'agit jamais seul : avec **GR Min** à 0 dB, un ratio inférieur à 1 n'a aucun effet (chapitre 10). Il sert de point d'ancrage à la modulation du ratio (chapitre 23). Au repos, le ratio vaut 0,7 + 1,75 = **2,45:1**, tout près des 2,5:1 de l'alpha en mode feedback, ce qui plaide pour ce modèle. Puis la pente varie en ligne droite avec la valeur de modulation : plus celle-ci monte au-dessus de 1, plus le ratio grimpe, jusqu'à l'infini quand elle atteint 1,4.

La source de cette modulation est le **waveshaper de la détection**, réglé en simple écrêteur (seuil 0,11, soit environ −19 dBFS, avec un genou large). Sa quantité suit la réduction de gain : dès que le compresseur travaille, l'écrêteur rabote la détection, **ws mod** à −1 transforme cette perte d'amplitude en valeur de modulation supérieure à 1, et le ratio monte. Plus le compresseur réduit le gain et plus le signal est fort, plus le ratio réel augmente : c'est exactement le « ratio qui monte avec la réduction » de l'alpha. Le lissage (3 ms à la montée, 142 ms à la descente) fait de cette modulation un suiveur de crête. Le waveshaper n'est jamais entendu, puisque son dosage **ws** est à 0 dans l'onglet OUTPUT.

Le **Knee Auto** de 24, en courbe décibels, élargit le genou de 12 dB par décibel de réduction lissée : à peine le compresseur travaille-t-il que le genou devient très large, et la compression très progressive. C'est la réponse au genou doux de l'alpha. Enfin, l'**Env Offset** de +0,173 donne un gain permanent d'environ 1,4 dB au repos et allège nettement chaque réduction (6 dB en deviennent 3,4) ; la modulation compense en relevant le ratio. Avec cet offset, l'enveloppe dépasse légèrement 1 au repos : la quantité de saturation du waveshaper devient alors un peu négative (chapitre 18), ce qui abaisse un peu le ratio dans les passages qui compressent à peine. Ni l'« Auto Fast », ni le Soft Clip, ni les harmoniques de l'élément de gain ne sont repris.

> **♪ En musique : pa_elysia**
>
> Sur un master ou un bus de stems, partez de 1 à 2 dB de réduction en réglant le **Threshold**, puis poussez-le : la compression doit devenir plus ferme à mesure qu'elle s'approfondit, sans jamais se durcir d'un coup. Pour sentir le rôle de la modulation, mettez provisoirement **mod amp** (onglet MOD & LA) à 0 : le ratio reste figé à 2,45:1. Compensez le gain permanent de l'offset pour comparer à niveau égal.

acustica_ivory : Acustica Audio Ivory

La cible. Ivory est une suite de mastering d'Acustica Audio (Ivory3, puis Ivory 5), dont on ne sait pas quelle version ni quel module François a imité. Acustica ne nomme pas le matériel échantillonné ; Ivory3 contient un compresseur-expandeur à une bande avec écrêteur (MAC-2) et sa version multi-

bande, et le limiteur d'Ivory 5 est présenté comme une interprétation d'un processeur de mastering britannique célèbre. Comme les autres plugins de l'éditeur, Ivory repose sur une convolution dynamique (noyaux de Volterra) ; élément de gain, ratios et temps ne sont pas documentés.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −24 dB ; **Ratio** 3:1 ; **Attack** 30 ms ; **Release** 800 ms.
- **GR (cv)** : **Env Pow Unpow** 7.

Lecture. Sur la rangée principale, rien que de très classique pour du mastering : attaque lente qui laisse passer les transitoires, relâchement long, ratio modéré. La courbe est restée linéaire : vue en décibels, elle compresse de moins en moins à mesure que le niveau monte, au point que le ratio local n'est plus que d'environ 1,1:1 à 0 dBFS. C'est une douceur naturelle à fort niveau, sans réglage de genou.

Tout le caractère est dans **Env Pow Unpow** à 7, une valeur très élevée trouvée par l'analyse. Ce réglage ne change pas la réduction obtenue sur un son stable, mais sa dynamique (chapitre 15) : le suiveur lisse une réduction dilatée sept fois, puis la ramène à l'échelle. L'attaque devient beaucoup plus progressive, presque rectiligne en décibels : sur une réduction de 6 dB, il n'en est fait que 1,2 dB au bout des 30 ms d'attaque (3,3 dB sans ce réglage). Le relâchement, lui, est fortement accéléré : en 80 ms, plus de la moitié de la réduction est déjà rendue, alors que le réglage par défaut n'en aurait rendu que 0,8 dB ; seul le dernier décibel prend le temps réglé. Une attaque douce et un retour rapide, puis traînant : sur le papier, de quoi densifier un mix sans le retenir longtemps.

> **♪ En musique : acustica_ivory**
>
> Essayez-le sur un mix complet, avec 2 à 3 dB de réduction. Écoutez les attaques de la batterie, qui doivent passer intactes, puis la façon dont le mix retrouve son niveau entre les phrases. Si le retour vous semble trop rapide, baissez **Env Pow Unpow** vers 3 ou 4 plutôt que d'allonger **Release** : vous retrouverez une enveloppe plus classique.

Les inventions numériques

Les plugins de cette famille n'imitent aucune machine. Pas de cellule optique, de transistor ni de lampe : leur élément de réduction de gain est une multiplication, et tout leur caractère tient à des choix de calcul. Leurs éditeurs documentent souvent ces choix avec précision, et ce sont justement les « écoles » que Comprendre rend réglables. TDR Kotelnikov mêle une détection crête et une détection RMS, chacune avec son propre relâchement ; u-he Presswerk propose trois topologies, feed-forward, feedback et un mode « INT » qui passe de l'une à l'autre selon le facteur de crête ; Voxengo Polysquasher fait travailler en feedback un réseau de plus de dix compresseurs ; sonible smart:comp 2 règle ses paramètres par apprentissage ; Playfair Dynamic Grading remplace le seuil et le ratio par un histogramme des niveaux. Pour lire ces presets, gardez sous la main le chapitre 13 (la détection), le chapitre 14 (feed-forward et feedback), le chapitre 10 (la courbe) et les chapitres 11 et 12 (l'enveloppe, l'attaque et le relâchement).

Ce que les treize presets ont en commun se lit sur la carte des presets. Tous retouchent la rangée principale, et tous changent le **Release**. **Dix sur treize** passent la courbe de transfert en décibels (**Cv Lin/Db** à 1), contre à peine plus de la moitié dans l'ensemble de la collection : rien d'étonnant pour des compresseurs nés dans le numérique, qui raisonnent en décibels. La famille est surtout

celle de la **détection** : cinq presets modifient l'onglet DET (in). Trois mesurent un RMS (**tdr_kotelnikov**, **uhe_presswerk**, **voxengo_polysquasher3**) ; trois font appel à l'enveloppe de détection, placée avant la courbe (**tdr_kotelnikov**, **melda_mturbo**, **tonelib_multicomp**), et les deux derniers lui confient même tout le lissage, avec **Attack** et **Release** à 0 : c'est l'autre école du chapitre 9, celle qui lisse le niveau et non le gain. Viennent ensuite les modes d'attaque et de relâchement (4 presets), le genou (4), **Env Offset** (4, toujours négatif), les temps automatiques (3) et le feedback (2 : **waves_rvox** en entier, **caelumçsmmov** à moitié). La figure des courbes en début de chapitre montre douze de ces courbes ; **toneproject_unisum**, à genou automatique, n'y figure pas.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans le monde des compresseurs, explique François, il y a souvent deux écoles : pour la loi du suiveur d'enveloppe, branchée ou découplée, comme pour sa place, avant ou après la courbe de transfert. Il les propose toutes, y compris celles qu'il aime moins, parce que beaucoup de compresseurs, et parmi eux de gros acteurs, les utilisent. Pour sa part, il préfère le lissage placé après la courbe.

Les surprises ne manquent pas. Aucun preset de la famille n'utilise le waveshaper, le designer optique, le lookahead ni le bias, alors que Presswerk, Marquis, Manic, MTurboComp, smart:comp 2 et Unisum documentent tous un étage de couleur (saturation, triodes, Drive, « Style », circuit « HYGGE ») : ces presets imitent la dynamique de leurs cibles, pas leur couleur. **boz_manic** est le preset le plus court des 80, avec deux réglages ; **toneproject_unisum** touche à lui seul la rangée principale et six onglets. **voxengo_polysquasher3** s'écarte sur deux points de la documentation de sa cible (topologie et détection), et son **Env Offset** produit une sur-compression étonnante. Enfin, trois presets contiennent des réglages sans effet dans la version 1.0.3 : **Mu Min Rel** sans enveloppe Mu (**caelumçsmmov**), **Gr|Env Pow** à sa valeur neutre (**melda_mturbo**), réglages du bias alors que le bias est éteint (**ircam_purecomp**).

waves_rvox : Waves Renaissance Vox

La cible. Renaissance Vox (ou R-Vox), de Waves, existait au plus tard en 2003. Il ne copie aucune machine : il réunit en trois commandes la technologie du Renaissance Compressor, lui-même issu du C1 et du L1, avec un relâchement automatique maison (ARC). Un seul fader, Compression, règle à la fois le seuil et le ratio d'une courbe à genou doux ; un expandeur doux agit avant la compression, et un limiteur de crête placé en sortie suit le réglage Gain. Aucun temps n'est réglable : selon Waves, compression, gate, limitation et maximisation sont entièrement automatiques. Le plugin est destiné aux voix, aux voix off et aux podcasts.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −16 dB ; **Ratio** 42 (infini) ; **Knee** 88 dB ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet INPUT : **FF->FB** 1 (feedback pur) ;
- onglet ENV (cv) : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels) ;
- onglet A/R (cv) : **Attack Auto** 1 et **Release Auto** 1 (temps entièrement automatiques) ; **Attack Mode** 0,94 et **Release Mode** 0,94.

Lecture. Le genou doux documenté par Waves est ici poussé à l'extrême. Centré sur −16 dB, un **Knee** de 88 dB commence à −60 dBFS, exactement le plancher sous lequel la courbe en décibels ne distingue plus les niveaux (chapitre 10), et ne s'achèverait qu'à +28 dBFS. Dans toute la plage utile,

la courbe n'est donc qu'un genou : la pente passe progressivement de 1:1 vers l'infini sans jamais l'atteindre, et le ratio de 42 ne sert qu'à fixer la courbure. Le feedback pur adoucit encore le tout, puisque le détecteur mesure un signal déjà compressé (chapitre 14). En régime établi, sur un niveau constant, le calcul donne environ 2 dB de réduction à −40 dBFS, 6 dB à −20 dBFS et 13 dB à 0 dBFS : une compression qui commence très bas et croît régulièrement, avec un ratio effectif qui reste entre 1,3:1 et 1,5:1. Avec un genou aussi large, le **Threshold** déplace toute la parabole : l'abaisser augmente à la fois la réduction et le ratio local, un peu comme le fader unique de R-Vox combine seuil et ratio.

L'absence de temps réglables se traduit par **Attack Auto** et **Release Auto** à 1 : les temps deviennent $2 \times T / C^2$, où C^2 est le carré du facteur de crête du signal (chapitre 12). L'attaque (10 ms par défaut) et le relâchement (100 ms) raccourcissent quand la voix devient percussive et s'allongent quand elle se stabilise. C'est la méthode universitaire de Comprendre, et non l'ARC de Waves, documenté seulement pour le Renaissance Compressor. Les modes à 0,94 tirent très légèrement l'enveloppe vers les extrêmes (chapitre 12), et l'enveloppe en décibels attaque un peu plus franchement les fortes réductions (chapitre 11) : deux retouches fines trouvées par l'analyse. L'expandeur et le limiteur de sortie de R-Vox ne sont pas reproduits : la porte reste inactive (**Ratio Gate** à 1) et aucun clipper n'est engagé.

> **♪ En musique : waves_rvox**
>
> Essayez-le sur une voix parlée (podcast, voix off) ou sur une voix chantée au mixage. Écoutez la régularité du niveau d'une syllabe à l'autre, et ce qui se passe entre les phrases : la réduction commençant dès −60 dBFS, les respirations et le bruit de la pièce risquent de remonter une fois le **Makeup** réglé. Réglez d'abord le **Threshold**, qui dose à la fois la quantité et la fermeté de la compression. Si les respirations gênent, ajoutez une porte douce (**Ratio Gate** 2, **Tresh Gate** juste au-dessus du bruit, chapitre 10) : c'est le rôle de l'expandeur que R-Vox place avant sa compression.

tdr_kotelnikov : TDR Kotelnikov

La cible. Kotelnikov, de Tokyo Dawn Records, est sorti en décembre 2014, en version gratuite et en « Gentleman's Edition » payante ; le cœur du compresseur est commun aux deux. Son manuel le dit sans détour : il ne cherche à imiter aucun appareil, c'est un processeur numérique assumé. Il descend du TDR Feedback Compressor, dont il hérite le schéma de commande et des relâchements séparés pour la crête et pour le RMS. Sa détection est double : un chemin crête suit la forme d'onde, un chemin RMS réagit à l'énergie et ignore les transitoires. Le seuil de Kotelnikov est celui du RMS, et un réglage « Peak Crest » place le seuil crête au-dessus de lui, avec un optimum documenté entre 3 et 8 dB. L'éditeur recommande un relâchement crête de 25 à 100 ms et un relâchement RMS de plus de 150 ms ; le ratio va de 1,1:1 à 7:1, avec un genou doux réglable. Usage visé : le bus stéréo.

Les réglages.

- Rangée principale : **Knee** 27,16 dB ; **Release** 100 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet DET (in) : **rms secs** 21,2 ms ; **rms db** −1 dB ; **peak db** −1 dB ; **env db** −6 dB ;
- onglet A/R (in) : **Release** 200 ms.

Lecture. C'est, dans toute la famille, la transcription la plus fidèle d'une conception documentée. Trois détecteurs travaillent en parallèle, et **Det Mix**, resté sur *max*, garde à chaque instant le plus fort (chapitre 13) :

- la **crête**, à −1 dB, suit la forme d'onde ; le gain qu'elle demande est lissé par le suiveur placé après la courbe, avec l'attaque par défaut (10 ms) et le **Release** de 100 ms : c'est le chemin rapide ;
- l'**enveloppe de détection**, à −6 dB, monte avec les crêtes en 10 ms (attaque par défaut de l'onglet A/R (in)) et les lâche avec un relâchement de 200 ms : elle entretient un niveau lent, dosé 5 dB sous la crête ;
- un **RMS** de 21 ms, à −1 dB, se place entre les deux et adoucit l'ondulation des graves.

Les deux relâchements tombent exactement dans les plages recommandées par l'éditeur : 100 ms pour le chemin rapide (25 à 100 ms conseillés pour la crête), 200 ms pour le chemin lent (plus de 150 ms pour le RMS). L'écart de 5 dB entre la crête et l'enveloppe lente rappelle le rôle du « Peak Crest », qui fixe l'écart entre les deux seuils. Que le chemin lent soit une enveloppe et non un RMS est logique : le RMS de Comprendre a la même vitesse à la montée et à la descente, alors que l'enveloppe de détection monte vite et relâche lentement, avec son propre temps (chapitre 13).

Le genou doux devient un **Knee** de 27,16 dB en courbe décibels, centré sur −20 dB : il s'étend de −33,6 à −6,4 dBFS, un genou large de compresseur de bus. Le ratio reste à 2:1, sa valeur par défaut, dans la plage de Kotelnikov. Enfin, le preset reste en feed-forward : la lignée « Feedback Compressor » ne dit rien de la topologie de Kotelnikov, et **FF->FB** n'est pas touché.



Figure 156 — Le preset tdr_kotelnikov, onglet DET (in) : la crête et le RMS de 21 ms à −1 dB, l'enveloppe de détection à −6 dB, réunis par Det Mix sur max. Comme dans le plugin, les réglages modifiés et les onglets concernés (DET (in), A/R (in)) sont en jaune.

> **♪ En musique : tdr_kotelnikov**
>
> Sa place naturelle est le bus stéréo : un mix, un bus de batterie, un groupe de chœurs. Écoutez la façon dont les transitoires passent (la crête n'intervient que lorsqu'elle dépasse les autres détecteurs) pendant que le corps du son est tenu par le chemin lent. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour mieux contenir les transitoires, montez **peak db** ; pour plus ou moins de colle, jouez sur le **Release** de l'onglet A/R (in), entre 150 et 400 ms. Avec **Gfx Detects** à 1 (onglet GRAPHS), vous voyez quel détecteur mène la danse.

uhe_presswerk : u-he Presswerk

La cible. Presswerk, de u-he, est sorti en décembre 2014. C'est une conception originale : u-he a assemblé ses propres modules de dynamique, avec une matrice M/S et un étage de saturation, puis retravaillé le cœur après avoir étudié de nombreux compresseurs matériels. Sa détection est un RMS dont la fenêtre va de 0,1 à 30 ms : au minimum, il se rapproche d'une détection crête ; l'éditeur conseille 1 à 5 ms, et plus de 10 ms pour imiter le retard d'un compresseur optique. Il offre trois topologies : FF, « prévisible » et direct, le seul mode où les ratios sont exacts ; FB, plus « musical », dont le ratio plafonne vers 2,5:1 ; INT, qui mélange les deux selon le facteur de crête. Son réglage « Adapt » élargit le relâchement autour de sa valeur nominale : les signaux percussifs le raccourcissent, les passages doux l'allongent.

Les réglages.

- Rangée principale : **Release** 250 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet MAIN : **Headroom** 3 dB ;
- onglet DET (in) : **rms secs** 10 ms ; **rms db** 0 dB ; **peak db** −24 dB (crête exclue) ;
- onglet ENV (cv) : **Env->Mu** 1 ; **Mu Min Att** 0,5 ; **Mu Max Att** 0 ; **Mu Min Rel** 0,5 ; **Mu Max Rel** 0 ;
- onglet A/R (cv) : **Attack Auto** 0,5 ; **Release Auto** 0,5 ;
- onglet GR (cv) : **Gr|Env Pow** 0,75 ; **Env Offset** −0,1.

Lecture. La détection est un RMS pur de 10 ms, la crête étant exclue : c'est le principe de Presswerk, avec une durée comprise dans sa plage documentée. Le **rms secs** de Comprendre est toutefois la constante de temps d'une moyenne exponentielle, et non une fenêtre (chapitre 13) : on compare des ordres de grandeur, pas deux définitions identiques. Le preset reste en feed-forward (**FF->FB** à 0) : il imite le mode FF de Presswerk, ni FB ni INT.

Le cœur du preset est sa façon de rendre « Adapt ». Il combine deux mécanismes :

- **Attack Auto** et **Release Auto** à 0,5, le dosage que François juge le plus naturel (chapitre 12) : les temps raccourcissent sur un signal percussif, au facteur de crête élevé, et s'allongent sur un signal stable, exactement dans le sens documenté pour Adapt ;
- l'**enveloppe Mu** (**Env->Mu** à 1), dont les bornes vont de 0,5 dans le silence à 0 à 0 dBFS : plus le niveau détecté est fort, plus les temps sont courts (chapitre 11). Avec le **Release** de 250 ms, et hors temps automatiques, le relâchement dure environ 125 ms sur un signal très faible, 100 ms pour un niveau détecté de −20 dB et une trentaine de millisecondes à −6 dB ; l'attaque (10 ms par défaut) passe de 5 ms à presque rien. Tant que la musique reste forte, la compression se relâche vite entre les coups ; quand elle se calme, le relâchement s'allonge.

La courbe garde son seuil (−20 dB) et son ratio (2:1) par défaut, calculés en décibels, et le **Headroom** de 3 dB fait voir au compresseur un signal plus fort de 3 dB : le seuil se comporte comme un seuil de −23 dB (chapitre 7). Deux ajustements de l'onglet GR (cv), sans équivalent documenté, retouchent la quantité de réduction (chapitre 15). **Gr|Env Pow** à 0,75 la ramène aux trois quarts, si bien que le 2:1 se comporte comme un ratio d'environ 1,6:1. **Env Offset** à −0,1 ajoute une atténuation permanente de 0,9 dB et pèse un peu plus à mesure que la réduction se creuse. Au total, en régime établi, la réduction vaut environ 2 dB à −20 dBFS, 6,5 dB à −10 dBFS et 11,4 dB à 0 dBFS. L'étage de saturation de Presswerk n'est pas repris.



Figure 157 — Le preset uhe_presswerk, onglet ENV (cv) : l'enveloppe Mu, dont les temps d'attaque et de relâchement raccourcissent quand le niveau détecté monte (bornes Min à 0,5, bornes Max à 0). Les réglages modifiés et les onglets concernés sont en jaune.

> **♪ En musique : uhe_presswerk**
>
> u-he destine Presswerk aux groupes de batterie, à la basse, aux guitares et aux voix : autant de terrains pour ce preset. Écoutez la vitesse du relâchement, qui change avec le niveau : rapide entre les coups d'un passage fort, plus lente quand la musique se calme. La courbe marron de l'historique montre ce rapport en direct. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour retrouver la douceur du mode FB de Presswerk, essayez **FF->FB** entre 0,5 et 1, puis abaissez le seuil pour retrouver la même quantité de compression (chapitre 14).

voxengo_marquis : Voxengo Marquis Compressor

La cible. Marquis Compressor, de Voxengo, existe depuis 2005 (version 2 en 2016). C'est un compresseur « universel », conçu autour d'une cascade d'amplificateurs modélisés d'après la triode ; l'un de ses trois algorithmes, T3, s'inspire d'un compresseur analogique classique que Voxengo ne nomme pas. Il propose un détecteur maison « Round » et un détecteur « Normal », fonctionne en feed-forward ou, avec le commutateur « Feedbk », en feedback « classique (opto) », et son Drive va d'une coloration douce à une saturation de lampe brutale.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 50 ms ; **Release** 200 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet CURVE : **Gr Amp** 1,3 ;
- onglet ENV (cv) : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels).

Lecture. La base est celle d'un compresseur conventionnel : courbe et enveloppe en décibels, seuil par défaut (−20 dB), ratio 4:1, attaque modérée qui laisse passer les transitoires, relâchement de 200 ms. Le preset reste en feed-forward, la position par défaut de Marquis, et garde la détection crête de Comprendre.

Le réglage singulier est **Gr Amp** à 1,3. Il multiplie la réduction linéaire au moment où le gain est appliqué (chapitre 10) : 1 dB de réduction de l'enveloppe devient 1,3 dB, 3 dB deviennent 4,2 dB, 6 dB deviennent 9,1 dB et 10 dB deviennent 19 dB. La compression se creuse donc de plus en plus vite avec la profondeur. Voxengo ne documente rien de tel : c'est un ajustement trouvé par l'analyse. Il a une limite à connaître : au-delà de 12,7 dB de réduction de l'enveloppe, le gain appliqué s'annule puis devient négatif, ce qui inverse la polarité de la cible (voir l'encadré « À confirmer » consacré à Gr Amp au chapitre 10). Avec ce ratio et ce seuil, il faudrait pour cela un niveau détecté qui reste au-dessus de −3 dBFS environ. L'étage à triodes et le Drive ne sont pas reproduits.

> **♪ En musique : voxengo_marquis**
>
> Voxengo le recommande sur les voix, les bus de batterie et les pistes isolées. Avec 50 ms d'attaque, les transitoires passent avant que la compression ne s'installe ; écoutez ensuite comme elle se raffermit à mesure que la réduction augmente. Réglez d'abord le **Threshold** en surveillant l'enveloppe blanche de l'historique : gardez la réduction sous une dizaine de décibels, loin de la zone où le gain s'annule.

voxengo_polysquasher3 : Voxengo Polysquasher 3

La cible. Polysquasher, de Voxengo, en est à sa version 3, sortie en février 2017 avec un algorithme de compression redessiné. Il n'émule aucune machine : Voxengo le décrit comme un algorithme de compression en feedback qui fait travailler un réseau (« poly ») de compresseurs, généralement plus de dix. Sa détection est crête. Il n'a pas de temps de relâchement : un paramètre « Inertia » règle la lenteur du relâchement, qui dépend du programme et du mode choisi, et des commutateurs choisissent les formes d'attaque et de relâchement. Son objectif est la transparence : Voxengo le place en fin de mastering, juste avant le limiteur.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 97 ms ; **Release** 114 ms (courbe linéaire, valeur par défaut) ;
- onglet DET (in) : **rms secs** 6,2 ms ; **rms db** 0 dB ; **peak db** −24 dB (crête exclue) ;
- onglet ENV (cv) : **EvMu Br/Cp** 1 (enveloppe découplée) ;
- onglet A/R (cv) : **Release Auto** 1 ;
- onglet GR (cv) : **Env Offset** −0,303.

Lecture. Deux traits documentés sont bien là. Le relâchement dépendant du programme devient **Release Auto** à 1 : le temps suit entièrement le facteur de crête, diminué, en découplé, du temps d'attaque automatique (chapitre 12). L'« inertie » qui retient la compression trouve un écho dans l'enveloppe découplée : après une attaque, le relâchement attend un peu avant de repartir, d'autant plus longtemps que l'attaque est longue (chapitre 11), et elle l'est ici, près de 100 ms.

Deux autres traits vont à l'inverse de la documentation. Polysquasher est un compresseur feedback à détection crête ; le preset reste en feed-forward, avec une détection RMS courte (6,2 ms) d'où la crête est exclue. Pour la douceur qu'apporte la rétroaction, il compte sur d'autres moyens : le RMS et l'enveloppe découplée.

Le réglage le plus étonnant est **Env Offset** à −0,303, le décalage le plus fort de la famille. Au repos, il atténue le signal de 3,1 dB en permanence. Pendant la compression, il pèse beaucoup plus lourd (chapitre 15) : en régime établi, sur un niveau détecté constant, la sortie **baisse** quand le niveau monte au-dessus du seuil, d'environ −23 dBFS au seuil à −33 dBFS pour un niveau détecté de 0 dBFS. C'est un effet de sur-compression, comparable à celui d'un ratio négatif. Si l'enveloppe descendait sous 0,303 (10,4 dB de réduction), la cible deviendrait même muette ; avec ce seuil et ce ratio, il faudrait un niveau détecté d'environ +3 dBFS, ce qui n'arrive qu'avec un **Headroom** ou un sidechain élevés.

À confirmer par François

Avec **Env Offset** à −0,303 sur une courbe linéaire (seuil −20 dB, ratio 4), le preset voxengo_polysquasher3 atténue le signal de 3,1 dB au repos, et sa sortie en régime établi diminue quand le niveau détecté dépasse le seuil (environ −23 dBFS au seuil, −33 dBFS à 0 dBFS). Cette sur-compression correspond-elle à ce que vous avez observé sur Polysquasher, ou la valeur de l'offset est-elle à revoir ?

♪ En musique : voxengo_polysquasher3

Tel quel, ce preset n'a rien d'un compresseur de finition transparent : il écrase les passages forts. Essayez-le comme un effet, sur un bus de batterie ou une prise de room, en compression parallèle avec le **Dry/Wet** de la rangée principale, et écoutez la densité qu'il apporte. Réglez d'abord le **Threshold** : plus il est haut, moins le signal entre dans la zone où la sortie baisse. Pour vous rapprocher de la transparence visée par Voxengo, ramenez **Env Offset** vers 0 et compensez au **Makeup**.

sonible_smartcomp2 : sonible smart:comp 2

La cible. smart:comp 2, de sonible, est sorti en juillet 2022 : c'est la mise à jour majeure du compresseur « intelligent » de l'éditeur. Pendant une phase d'apprentissage, avec des profils pour instruments, bus et mix, il règle lui-même seuil, ratio, attaque et relâchement, puis engage une compression spectrale qui analyse le signal sur plus de 2 000 bandes. Avec la compression spectrale à 0, il redevient un compresseur large bande ordinaire. Son genou va de doux à dur ; un relâchement automatique et un réglage Style, de « clean » à « dirty », complètent l'ensemble.

Les réglages.

- Rangée principale : **Attack** 25 ms ; **Release** 150 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet ENV (cv) : **EvMu Lin/Db** 1 (enveloppe en décibels).

Lecture. C'est le preset le plus classique de la collection : courbe et enveloppe en décibels, seuil (−20 dB) et ratio (2:1) laissés à leurs valeurs par défaut. On y reconnaît le « compresseur conventionnel » du chapitre 10, avec des temps de 25 et 150 ms. Il imite la seule partie large bande du plugin : une compression spectrale sur des milliers de bandes n'a pas d'équivalent dans un compresseur large bande, et les égaliseurs dynamiques de Comprendre n'en approcheraient que quelques bandes. Comme smart:comp 2 choisit ses paramètres par apprentissage, le preset fixe l'un de ses résultats, obtenu sur une source que nous ne connaissons pas. Le relâchement automatique du plugin n'est pas repris (**Release Auto** reste à 0), pas plus que le réglage Style.

♪ En musique : sonible_smartcomp2

Un point de départ neutre pour une voix, une guitare ou un bus : rien ne colore le son, et tout se règle depuis la rangée principale. Réglez d'abord le **Threshold**, puis le **Ratio**. Pour retrouver un peu de l'adaptation automatique du plugin, montez **Release Auto** à 0,5 (chapitre 12) et écoutez le relâchement suivre le caractère du passage.

ircam_purecomp : FLUX:: Pure Compressor (probable)

La cible. Le nom désigne probablement Pure Compressor, de FLUX:: (marque aujourd'hui rattachée à Harman) : aucun plugin « PureComp » de marque IRCAM n'a été trouvé, et le préfixe s'explique peut-être par la proximité entre FLUX:: et l'IRCAM, dont FLUX:: distribue les outils. Pure Compressor est une conception numérique originale, qui promet une compression transparente et discrète, avec la possibilité d'une compression « fat » à l'ancienne. Il offre huit modes de détection, dont des modes « Feed Backward » inspirés du matériel ancien, une attaque, un maintien et un relâchement manuel, automatique ou avancé, une attaque nulle grâce à une ligne à retard, et un « Dynamics Ratio » qui ajuste le ratio en temps réel selon la dynamique du signal.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 9,35 ; **Attack** 23 ms ; **Release** 530 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet MAIN : **Headroom** 2,5 dB ;
- onglet CURVE : **GR Min** −6 dB ;
- onglet A/R (cv) : **Attack Mode** 2 et **Release Mode** 2 (modes linéaires) ; **Release Shape** 0,8 ; **Rel Ret Spd** 2 ;
- onglet BIAS src : **Bias out unlink** 0 ;
- onglet DET (bs) : **Det Mix** avg ; **peak db** −24 dB ; **env db** 0 dB.

Lecture. La clé de ce preset est **GR Min** à −6 dB. Ce réglage plafonne le gain de la courbe à −6 dB : quel que soit le niveau, même sous le seuil et même dans le silence, le compresseur retire au moins 6 dB (chapitre 10). C'est une réduction de gain permanente, que l'historique affiche par la ligne rouge foncé de GR Min. Avec un ratio de 9,35:1, un seuil de −20 dB et un **Headroom** de 2,5 dB (le compresseur voit le signal 2,5 dB plus fort), la courbe ne demande 6 dB qu'à partir d'un niveau d'entrée d'environ −16 dBFS. En dessous, le compresseur se comporte comme un atténuateur fixe de 6 dB ; au-dessus, la compression à 9,35:1 reprend à partir de ce plancher. Les six premiers décibels de compression sont donc remplacés par une atténuation constante, et le gain ne bouge vraiment que sur les passages forts ; le relâchement, lui, ne remonte jamais au-delà de −6 dB. Rien de tel n'est documenté chez FLUX:: : c'est un ajustement trouvé par l'analyse. Pensez à compenser ces 6 dB, au **Makeup** ou avec l'**Output Db**, pour comparer à volume égal.

Les temps sont traités en mode linéaire (chapitre 12) : l'enveloppe descend et remonte à pas constant, ce qui donne une attaque qui ne ralentit pas en approchant de sa cible et un relâchement en ligne droite. **Release Shape** à 0,8 fait partir le relâchement un peu plus vite et le termine plus lentement, et **Rel Ret Spd** à 2 fait revenir deux fois plus vite la position sur cette courbe pendant les attaques. Ce sont des retouches de forme trouvées par l'analyse ; Pure Compressor documente plusieurs modes de relâchement, sans en publier les courbes.

Les quatre réglages des onglets BIAS src et DET (bs) restent sans effet : aucun des cinq montants qui réveillent le bias n'est réglé (chapitre 19). Ils ne prendraient effet que si vous activiez le bias. Le preset garde enfin la détection crête et le feed-forward : les modes « Feed Backward » de Pure Compressor ne sont pas imités.

> **♪ En musique : ircam_purecomp**
>
> Avec son ratio élevé et son long relâchement, ce preset tient fermement une voix, une basse ou un bus qui doivent rester en place. Commencez par compenser les 6 dB de réduction permanente, puis réglez le **Threshold** : c'est lui qui décide à partir de quel niveau la compression dépasse ce palier fixe. Pour comparer avec un compresseur qui laisse intacts les passages calmes, ramenez un instant **GR Min** à 0 dB.

boz_manic : Boz Digital Labs Manic Compressor

La cible. Manic Compressor, de Boz Digital Labs (date de sortie non trouvée ; premier avis client en novembre 2015), est une conception originale qui réunit six modèles de compresseur, non nommés. Il est pensé pour la compression parallèle, avec des faders wet, dry et master. Un commutateur « Beef » (Thin, Neutral, Thick) change son poids ; « Loud Relief » relâche la compression sur les transitoires quand la réduction devient forte ; un Drive ajoute de la saturation, et deux égaliseurs agissent l'un sur la chaîne latérale, l'autre sur le timbre.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Release** 60 ms.

Lecture. Deux réglages seulement : c'est le preset le plus court des 80. Tout le reste est le Comprendre par défaut : courbe linéaire, seuil de −20 dB, attaque de 10 ms, détection crête, enveloppe linéaire branchée. Le caractère du preset tient donc à la courbe linéaire, qui comprime de moins en moins à mesure que le niveau monte au-dessus du seuil (chapitre 10) : avec un ratio de 4, elle retire environ 4 dB à −14 dBFS, 6 dB à −10 dBFS et 9,8 dB à 0 dBFS, là où une courbe en décibels en retirerait 15. Ce comportement statique n'est pas le « Loud Relief », qui agit dans le temps, sur les transitoires, mais il va dans le même sens : les crêtes les plus fortes sont moins écrasées. Le relâchement de 60 ms, assez rapide, laisse le gain remonter entre les coups. Rien n'est repris du reste de Manic : ni compression parallèle, ni « Beef », ni Drive, ni égaliseurs, et nous ne savons pas lequel des six modèles a servi de référence.

> **♪ En musique : boz_manic**
>
> Manic est fait pour la compression parallèle : sur une batterie, essayez le **Dry/Wet** de la rangée principale entre 0,3 et 0,5, et écoutez le corps que la compression ajoute sous les coups restés intacts. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour retrouver l'esprit du Drive, le waveshaper (chapitre 17) est à votre disposition.

caelumçsmmov : Caelum Audio Smoov (probable)

La cible. Le nom du fichier est abîmé. L'hypothèse des documentalistes est Smoov, de Caelum Audio, sorti en février 2021 : « ç » aurait été tapé à la place de « _ » (les touches 9 et 8 sont voisines sur un clavier AZERTY), et « smmov » à la place de « smoov » ; c'est le seul produit de Caelum Audio proche de ce nom. Smoov est une conception originale : une compression « de style vintage », dépendante du programme, dont l'attaque et le relâchement sont déterminés automatiquement par une détection crête. Elle se veut douce et transparente. Le plugin offre aussi des ratios d'expansion et de gate, un genou, un gain automatique, une liaison stéréo et des filtres de chaîne latérale.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 6,8 ms ; **Release** 1,5 s ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet MAIN : **Headroom** 3 dB ;
- onglet INPUT : **FF->FB** 0,5 ;
- onglet ENV (cv) : **Mu Min Rel** 6,907 ;
- onglet A/R (cv) : **Attack Mode** 2 et **Release Mode** 2 (modes linéaires).

Lecture. Le « style vintage » passe par la topologie : **FF->FB** à 0,5 fait mesurer au détecteur un mélange, à parts égales, du signal entrant et de la sortie précédente (chapitre 14). Le compresseur est à mi-chemin entre feed-forward et feedback, plus doux qu'un feed-forward pur. Le **Headroom** de 3 dB fait se comporter le seuil comme un seuil de −23 dB.

Les temps dépendants du programme sont approchés par un autre moyen que celui de Smoov : les modes linéaires (chapitre 12). À pas constant, la durée d'une attaque ou d'un relâchement devient proportionnelle au chemin à parcourir. Avec un **Release** de 1,5 s, le gain remonte de 63,2 % de la pleine échelle en 1,5 s : il se remet d'une réduction de 1 dB en un quart de seconde environ, de 3 dB en 0,7 s, de 6 dB en 1,2 s. Les petites réductions se libèrent vite, les grandes lentement : le relâchement dépend de ce que la musique a demandé. De même, l'attaque de 6,8 ms atteint 6 dB de réduction en un peu plus de 5 ms.

Mu Min Rel à 6,907 n'a, lui, aucun effet : **Env->Mu** reste à 0, et l'enveloppe Mu n'est donc pas calculée (chapitre 11).

> **À confirmer par François**
>
> Le preset caelumçsmmov vise-t-il bien Caelum Audio Smoov (« ç » tapé à la place de « _ », « smmov » pour « smoov ») ? Par ailleurs, il règle **Mu Min Rel** à 6,907 mais laisse **Env->Mu** à 0 : l'enveloppe Mu n'étant pas calculée, ce réglage est sans effet dans la version 1.0.3. Fallait-il activer **Env->Mu** ?

> **♪ En musique : caelumçsmmov**
>
> Smoov se présente comme une compression douce et transparente : essayez ce preset sur une voix, une guitare acoustique ou un bus de mix. Écoutez la remontée après un passage fort, lente quand la réduction a été profonde, presque immédiate quand elle a été légère. Réglez d'abord le **Threshold**. Pour un caractère plus vif, raccourcissez le **Release** : en mode linéaire, toutes les durées de relâchement diminuent dans la même proportion.

melda_mturbo : MeldaProduction MTurboComp

La cible. MTurboComp, de MeldaProduction (2017), n'imite pas une machine mais quatorze : son moteur générique (quatre suiveurs de niveau, quatre processeurs, un égaliseur dynamique, deux saturateurs) reproduit des compresseurs et limiteurs classiques appris par apprentissage machine, plus quelques appareils maison. Le premier modèle appris a été le 1176, et le manuel ne détaille que l'appareil « Meldei 1176 ». En mode Edit, chaque suiveur de niveau peut être linéaire, quadratique, logarithmique ou direct. L'appareil imité par ce preset n'est pas identifiable.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 4 ; **Attack** 0 ; **Release** 0 ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet DET (in) : **peak db** −24 dB (crête exclue) ; **env db** 0 dB ;

- onglet A/R (in) : **Release** 100 ms ;
- onglet GR (cv) : **Gr|Env Pow** 1 ; **Env Offset** −0,045.

Lecture. Avec **Attack** et **Release** à 0, le suiveur placé après la courbe n'opère aucun lissage : le gain suit la courbe instant après instant. Tout le lissage est confié à l'enveloppe de détection, seule dans le mélange, avec une attaque de 10 ms (valeur par défaut de l'onglet A/R (in)) et un relâchement de 100 ms. C'est exactement la démarche « Lisser le niveau avant la courbe » du chapitre 13, et l'autre école du chapitre 9 : le gain épouse la forme de la courbe en décibels appliquée au niveau lissé. Le relâchement remonte alors à vitesse constante en décibels, s'arrête net dès que le niveau repasse sous le seuil, et sa durée dépend de l'ampleur du dépassement. Ce choix s'accorde avec l'architecture de MTurboComp, bâtie autour de « suiveurs de niveau ». Le ratio de 4:1 est compatible avec l'appareil « Meldei 1176 », le 1176 offrant un ratio de 4:1, mais rien ne permet de l'affirmer.

Dans l'onglet GR (cv), **Gr|Env Pow** à 1 est une valeur neutre, sans effet (chapitre 15). **Env Offset** à −0,045 ajoute une atténuation permanente de 0,4 dB et approfondit très légèrement les réductions ; c'est lui qui maintient en service le suiveur placé après la courbe, avec des temps nuls, donc sans lissage.

> ♪ **En musique : melda_mturbo**
>
> Melda recommande son « Meldei 1176 » sur les voix, les guitares, les synthés et la batterie : de bons terrains d'essai. Écoutez le relâchement, qui dure d'autant plus longtemps que le signal a dépassé le seuil, puis s'arrête net. Réglez d'abord le **Threshold**, puis le **Release** de l'onglet A/R (in), qui règle à lui seul la remontée. Pour comparer les deux écoles, remettez un peu de **Release** dans la rangée principale : le lissage se partage alors entre les deux suiveurs.

tonelib_multicomp : ToneLib TL MultiComp

La cible. TL MultiComp, de ToneLib, a été annoncé le 2 juillet 2024. Il réunit deux unités, dont une seule fonctionne à la fois : « Studio », à réglages manuels, et « EasyComp », dont un seul bouton de sensibilité choisit l'attaque, le ratio, le relâchement et le genou. L'unité Studio propose un seuil de −60 à +10 dB, un genou de 0 (dur) à 72 dB, une attaque de 0,01 à 250 ms et un relâchement de 10 ms à 2,5 s. Aucune machine n'est citée. Le produit est récent, mais l'identification est cohérente avec le preset lui-même : c'est l'un des quinze presets qui contiennent tous les réglages de la version 1.0.3, enregistré donc avec la dernière version du plugin.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −14 dB ; **Ratio** 4 ; **Attack** 0 ; **Release** 0 ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet DET (in) : **Det Mix** env (l'enveloppe de détection seule) ; **peak db** −24 dB ; **env db** 0 dB ; **env pow** 0,707 ;
- onglet ENV (in) : **EvMu Lin/Db** 1 ;
- onglet A/R (in) : **Release** 250 ms ;
- onglet GR (cv) : **Env Offset** −0,075.

Lecture. Ce preset suit la même école que **melda_mturbo**, de façon plus stricte encore : **Det Mix** ne retient que l'enveloppe de détection, et **Attack** et **Release** à 0 laissent le gain suivre la courbe sans autre lissage. Le niveau est lissé avant la courbe, avec 10 ms d'attaque (valeur par défaut de l'onglet

A/R (in)) et 250 ms de relâchement, des valeurs comprises dans les plages de l'unité Studio. Ce lissage est calculé en décibels (**EvMu Lin/Db** de l'onglet ENV (in)) ; dans ce suiveur, le calcul en décibels porte sur le complément du niveau (chapitre 11).

La puissance **env pow** de 0,707 change la lecture du seuil et du ratio. Elle multiplie le niveau en décibels par 0,707 avant la courbe (chapitre 13) : d'après les formules de ce chapitre, la compression commence vers −19,8 dBFS et non à −14, et le ratio de 4:1 se comporte comme un ratio d'environ 2,1:1. Le couple affiché, −14 dB et 4:1, est donc en pratique un compresseur d'environ −20 dB et 2,1:1, à genou dur. **Env Offset** à −0,075 ajoute une atténuation permanente de 0,7 dB.

> **♪ En musique : tonelib_multicomp**
>
> ToneLib destine TL MultiComp au mixage comme au mastering. Essayez ce preset sur un bus ou un mix : la compression, lissée avant la courbe, suit le niveau sans à-coups, et le relâchement de 250 ms laisse respirer les passages. Réglez d'abord le **Threshold**, en gardant en tête que la compression commence environ 6 dB plus bas que la valeur affichée. Pour une compression plus douce ou plus ferme, jouez sur **env pow** (onglet DET (in)) : plus bas, elle commence plus tôt et se fait plus progressive.

toneproject_unisum : Tone Projects Unisum

La cible. Unisum, de Tone Projects, est sorti en avril 2020 ; c'est le seul compresseur de l'éditeur. Tone Projects le présente comme un compresseur de mastering fondé sur une « topologie nouvelle » : la compression se fait sur une seule bande, mais la détection est divisée en trois bandes, chacune avec un détecteur RMS et un détecteur crête en parallèle. Le genou est variable, avec des réglages « Linearity » et « GR Limit » ; la courbe de relâchement va continûment de linéaire à logarithmique ; un « Memory Effect » rend l'attaque et le relâchement dépendants du programme. La chaîne latérale a ses filtres passe-haut (de 5 à 1 000 Hz), passe-bas et « emphasis/dip ». Un circuit « HYGGE » apporte une chaleur de type transformateur et lampes. Usages : mastering et bus de mix.

Les réglages.

- Rangée principale : **Knee** 36 (en courbe linéaire : une largeur d'amplitude de 0,3) ; **Attack** 25 ms ; **Release** 350 ms ;
- onglet INPUT : **FX High Cut** 85 Hz ; second **FX deq** 1 (DEQ 2 dans la détection) ;
- onglet CURVE : **Knee Auto** −72 ;
- onglet A/R (cv) : **Release Mode** 1,5 ;
- onglet GR (cv) : **Gr|Env Pow** −0,6888 ;
- onglet DEQ 2 : **Deq mid herz** 3 502 Hz ; **Deq mid max** 5,771 ;
- onglet OUTPUT : second **deq** 0 (DEQ 2 inaudible sur la cible).

Lecture. C'est le preset le plus riche de la famille, et il travaille d'abord sur ce que le compresseur entend. **FX High Cut** à 85 Hz retire le grave de la détection (chapitre 14), comme le passe-haut de chaîne latérale d'Unisum. Le DEQ 2 n'agit que dans la détection : sa bande médium, centrée sur 3,5 kHz, ajoute au repos environ 14 dB au centre de la bande du signal mesuré (coefficient 5,771, résonance par défaut de 0,707), et cet accent diminue quand la compression augmente, jusqu'à 10 dB environ pour 6 dB de réduction (chapitre 18). Le détecteur entend donc la zone de présence bien

plus fort que le reste, comme avec un filtre « emphasis » de chaîne latérale, mais avec un accent qui dépend lui-même de la compression. Le preset ne reproduit pas les trois bandes de détection d'Unisum ; il rend la détection sélective en fréquence.

Release Mode à 1,5 mélange à parts égales relâchement logarithmique et relâchement linéaire (chapitre 12) : c'est la correspondance la plus directe avec la courbe de relâchement d'Unisum, réglable « de linéaire à logarithmique ». **Gr|Env Pow** à −0,6888 renforce surtout les petites réductions (chapitre 15) : 1 dB devient 2,1 dB, 6 dB deviennent 8,4 dB. La compression s'installe ainsi plus franchement juste au-dessus du seuil. Unisum façonne sa courbe avec ses réglages « Linearity » et « GR Limit » ; le preset obtient sa propre forme par cet ajustement trouvé à l'analyse.

Le genou mérite une attention particulière. En courbe linéaire (le preset garde **Cv Lin/Db** à 0), **Knee** 36 est une largeur d'amplitude, et **Knee Auto** à −72 la **rétrécit** quand la réduction lissée augmente : dès 0,8 dB environ, le genou est entièrement refermé et la courbe retrouve un genou dur. Le genou est donc dur dans les passages forts, et large dans les passages calmes, quand le compresseur ne travaille pas. Or, avec un seuil de −20 dB, le genou linéaire commence au silence dès que **Knee** dépasse 24 : ce preset est directement concerné par le « rabotage » décrit au chapitre 10, et par l'encadré « À confirmer » qui l'accompagne. Tant que le genou reste ouvert, la courbe ramène vers le plancher **GR Max** les niveaux détectés inférieurs à −53 dBFS environ, et retire déjà 3 à 5 dB entre −40 et −20 dBFS. Avec la détection crête, la valeur détectée passe près de zéro à chaque alternance, ce qui peut accentuer l'effet. Dans les passages calmes, le preset se comporte donc en partie comme un expandeur vers le bas.

> **♪ En musique : toneproject_unisum**
>
> Unisum est un compresseur de mastering et de bus de mix : essayez ce preset sur un mix complet. Écoutez comment la compression réagit à la présence (voix, caisse claire, guitares, autour de 3,5 kHz) plutôt qu'au grave, et surveillez les passages calmes, les intros et les fins de morceau, qui peuvent être nettement abaissés. Réglez d'abord le **Threshold**. Si les passages calmes s'effondrent, essayez un **Knee** inférieur à 24, ou passez **Cv Lin/Db** à 1 pour un genou en décibels, en réajustant alors le Knee (chapitre 10).

playfair_grading : Playfair Audio Dynamic Grading

La cible. Dynamic Grading, de Playfair Audio (Christian Luther, à Hanovre), est sorti en mai 2022, et sa version 2.0 a été annoncée en février 2025. C'est une conception originale : au lieu du seuil, du ratio et de l'attaque, le plugin affiche un histogramme des niveaux de sonie, sur lequel on place trois zones, « punch », « body » et « floor », pour les compresser ou les étendre. La mesure passe par un filtre de pente (« Spectrum »), pour mesurer « comme on entend », et repose sur une moyenne de puissance à court terme plutôt que sur la crête ; un look-ahead automatique, égal au retard de cette moyenne, remplace l'attaque, sauf en mode « Live ». Le relâchement est conçu pour compresser et étendre en même temps. Usages : pistes et bus en mixage, dialogues de film, podcasts, mastering.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −15 dB ; **Ratio** 1,28 ; **Knee** 2,16 dB ; **Attack** 14 ms ; **Release** 7,3 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels) ;
- onglet CURVE : **Ratio Gate** 42 ; **Knee Gate** 8,05 dB.

Lecture. Comprendre n'a pas d'histogramme, mais sa courbe de transfert est le produit de deux courbes : le compresseur au-dessus de son seuil, la porte au-dessous du sien (chapitre 10). Le preset se sert des deux comme de deux zones. Au-dessus de −15 dB, une compression très douce (1,28:1, avec un petit genou de 2,16 dB) : la zone « body » à peine resserrée. Sous le seuil de la porte, resté à sa valeur par défaut de −20 dB, une pente de 42 : la zone « floor » étendue vers le bas jusqu'à la fermeture. Le genou de la porte, 8,05 dB centré sur −20 dB, commence à −16 dBFS, là même où commence le genou du compresseur : les deux zones se touchent. En courbe décibels, la porte atteint vite le plancher de −60 dB, qui donne alors un silence complet (chapitre 10) : en régime établi, la réduction vaut environ 10 dB à −18 dBFS et 40 dB à −20 dBFS, et la cible est muette sous −21 dBFS environ.

Les temps sont inhabituels : l'attaque (14 ms) est deux fois plus longue que le relâchement (7,3 ms). Pour la porte, c'est logique : elle se ferme à la vitesse de l'attaque et se rouvre à celle du relâchement (chapitre 10), donc elle s'ouvre vite et se ferme un peu plus lentement. Comme dans Dynamic Grading, une seule paire de temps sert à la compression et à l'expansion. En revanche, la mesure du niveau reste celle de Comprendre par défaut, la crête instantanée : ni moyenne de puissance, ni filtre de pente, ni look-ahead. Avec une détection crête, la valeur détectée passe près de zéro à chaque alternance, et la porte demande alors à se fermer ; l'enveloppe lisse ces demandes, mais sur les graves, un peu de RMS (**rms secs** de 10 à 30 ms, chapitre 13) rapprocherait la mesure de celle du plugin.

> **♪ En musique : playfair_grading**
>
> Dynamic Grading vise notamment les dialogues et les podcasts : ce preset nettoie ce qui se passe entre les phrases et resserre à peine la voix. Avant tout, réglez le **Threshold** et surtout le **Tresh Gate** (onglet CURVE) sur votre source : tel quel, le preset rend muet tout ce qui est détecté sous −21 dBFS environ, ce qui, sur bien des enregistrements, inclut la voix elle-même. Placez le seuil de la porte juste au-dessus du bruit de fond, puis écoutez les fins de mots : si elles sont coupées, adoucissez la porte avec un **Ratio Gate** plus bas ou un **Knee Gate** plus large.

La couleur sans compression : saturateurs, transformateurs, clippers

Comprendre n'est pas seulement un compresseur. Il contient trois saturateurs (le designer optique, le waveshaper, le bias), deux égaliseurs dynamiques et trois clippers, et la plupart de ces modules continuent de travailler quand le compresseur, lui, ne fait rien. Les sept presets de cette famille imitent des plugins qui ne sont pas, ou pas seulement, des compresseurs : un processeur à lampes qui ajoute des harmoniques, un ampli de ligne, une saturation de transformateur, un module de préampli, un « gonfleur » de son, une émulation de bande et de console, un écrêteur. Ils montrent comment François a fait de Comprendre une machine à couleur.

Le geste le plus net est la **neutralisation de la compression** : **Ratio** à 1 et **Threshold** à 0 dB. Avec un ratio de 1, la courbe de transfert n'est même pas calculée et son gain vaut 1 (chapitre 10). Le compresseur ne réduit jamais le gain, l'enveloppe reste à 1, et tout ce qui dépend de la réduction de gain s'éteint. Ce qui reste actif est décisif, et c'est ce que chaque preset exploite :

- les **égaliseurs dynamiques** prennent leur coefficient **max**, celui du repos : ils deviennent des égaliseurs fixes (chapitre 18) ;

- le **waveshaper** se tait avec son réglage par défaut, car sa quantité suit la réduction de gain ; il ne sature en permanence que si **Fet env** est engagé (waveshaping statique, chapitre 17) ;
- le **bias** reste actif dès qu'un de ses cinq montants est différent de 0 : sa hauteur fixe (**Bias x base**), **Bias Fm On** et son limiteur travaillent sans compression, alors que **Bias x gr** et la source « réduction de gain » restent à zéro (chapitres 19 à 21) ;
- le **designer optique**, qui suit l'enveloppe, n'a plus rien à suivre.

Quatre presets sur sept neutralisent ainsi la compression : **pa_hg2**, **pulsarmodular_p42**, **kazrog_true-iron** et **dafalife_sausage**. Dans la figure des courbes en début de chapitre, ils se confondent avec la diagonale : leur couleur ne passe pas par la courbe de transfert. Le tableau suivant résume ce qui agit dans chacun des sept.

Preset	Compression	Ce qui agit en permanence	Ce qui attend la réduction de gain
pa_hg2	neutre	waveshaper statique, DEQ 2 (aigu)	rien
pulsarmodular_p42	neutre	limiteur du bias, Bias Fm On	rien
kazrog_true-iron	neutre	DEQ et DEQ 2 (égaliseurs fixes)	rien
dafalife_sausage	neutre	DEQ et DEQ 2 (égaliseurs fixes)	rien
kiive_filk2_saturation	2:1 au-dessus de −23 dB, détection décalée par le bias	limiteur du bias (plafond à −12 dBFS)	waveshaper
acqua_taupe	2:1 en dB au-dessus de −25,3 dB	(aucun saturateur)	(aucun saturateur)
acqua_ash-ultra	infinie et instantanée : un écrêteur	(l'écrêtage lui-même)	bias, dont la source est la réduction de gain

Le compte des modules réserve plusieurs surprises. Deux presets visent des saturateurs (**kazrog_true-iron**, **dafalife_sausage**) et n'engagent **aucun** saturateur : ils n'ont retenu que l'empreinte en fréquence du plugin. **acqua_taupe**, rangé ici pour sa bande magnétique, ne contient aucun module de couleur : c'est un compresseur. **acqua_ash-ultra** imite un écrêteur sans utiliser aucun des trois clippers de Comprendre : il transforme le compresseur lui-même en écrêteur, puis en retouche la forme avec le bias. Seul **kiive_filk2_saturation** lie la saturation à la compression, comme le fait le waveshaper par défaut. Enfin, aucun preset de la famille n'utilise le designer optique ; le waveshaper sert dans deux presets, le bias dans trois, les égaliseurs dynamiques dans trois.

> **Le mot de l'auteur**
>
> Dans sa vidéo sur la fusion du bias, François remarque qu'en jouant sur les seuls réglages du bias, sans même se servir du limiteur-compresseur de sa destination, qui est encore une autre sorte de saturateur, on obtient déjà une grande variété de saturations. Dans sa présentation en français, il en distingue une dizaine de types.

Deux conseils valent pour toute la famille. D'abord, dans les presets où la compression est neutre, le **Headroom** (onglet MAIN, chapitre 7) devient un véritable **bouton de drive** : il fait entrer le signal plus fort dans le waveshaper, les égaliseurs dynamiques et le limiteur du bias, puis retire ce gain

après, sans rien changer d'autre. Ensuite, comme tous les presets fournis, ceux-ci sont enregistrés sans suréchantillonnage (1X). Pour une saturation franche, essayez 2X ou 4X : le suréchantillonnage réduit le repliement que produisent les étages non linéaires (chapitre 7).



Figure 158 — Le preset pa_hg2, onglet WS : Fet env à 1 rend le waveshaping statique (la saturation ne dépend plus de la compression), Fet odd à 0,907 et l'écrêteur à genou (Fet Thresh 0,22, Fet Knee 27,92) dessinent la courbe. Ratio 1 et Threshold 0 dB neutralisent la compression. Les libellés modifiés et les onglets touchés par le preset sont en jaune.

pa_hg2 : Black Box Analog Design HG-2

La cible. Le HG-2 de Black Box Analog Design, émulé par Brainworx pour Plugin Alliance, est un processeur stéréo à lampes qui n'est **pas un compresseur** : c'est un générateur d'harmoniques et de saturation. Il comporte quatre étages à lampes émulés, une pentode 6U8A et une triode en série entre des transformateurs modélisés, plus un circuit de saturation parallèle à 12AX7. Selon le manuel, la pentode produit des harmoniques paires et la triode l'harmonique 3, plus « granuleuse ». Il offre un sélecteur de fréquence de saturation, une commande **Air** au-dessus de 10 kHz, un calibrage Dark/Norm/Bright, une commande Density et un mélange ; le manuel parle d'une « compression par la saturation » pour les bus de mixage, les voix, le piano et les mixages complets.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 1 ; **Threshold** 0 dB.
- **WS** : **Fet env** 1 ; **Fet odd** 0,91 ; **Fet Thresh** 0,22 ; **Fet Knee** 27,9.
- **DEQ 2** : **Deq hgh herz** 3 036 Hz ; **Deq hgh max** 0,12 ; **Deq hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle).

Lecture. La compression est neutre, et pourtant le waveshaper travaille en permanence. **Fet gr** est resté à 1 ; avec **Fet env** à 1, la quantité de saturation vaut 1 × (1 − e) + 1 × e = 1, quelle que soit l'enveloppe : c'est le **waveshaping statique**. François a fait du waveshaping dynamique, qui suit la réduction de gain, le comportement par défaut, parce qu'un compresseur réel sature davantage quand il compresse ; il a prévu l'autre possibilité, et ce preset s'en sert pour faire du waveshaper un saturateur à part entière.

La courbe enchaîne deux étages. **Fet odd** à 0,91, un peu sous 1, est une forme légèrement expansive : les faibles niveaux perdent environ 0,8 dB. Vient ensuite l'écrêteur : seuil à 0,22 et genou large (27,9/120, soit environ 0,23 en amplitude). L'arrondi commence vers 0,10 (−20 dBFS) et le plafond, 0,22 (environ −13 dBFS), est atteint vers 0,34. Concrètement, un signal qui ne dépasse pas −20 dBFS passe presque intact ; au-delà, ses crêtes s'arrondissent, et **aucune crête ne sort au-dessus de −13 dBFS environ**. C'est bien une « compression par la saturation », mais à un niveau qui suppose une entrée modérée. Tous les étages engagés sont symétriques : le preset ne produit que des harmoniques **impaires**, le côté triode du HG-2 ; les harmoniques paires de la pentode, que **Fet even** permettrait d'obtenir, ne sont pas reprises.

Le DEQ 2, placé après le waveshaper, est un égaliseur fixe (sans compression, son coefficient reste à **max**) : une étagère d'aigus à un pôle qui ajoute environ 0,5 dB à 3 kHz et approche 1 dB au-dessus de 10 kHz. Elle rend un peu de brillance au signal saturé, à la manière de la commande **Air** ou du calibrage Bright du HG-2, sans que l'on sache quel réglage du plugin François a imité.

> **♪ En musique : pa_hg2**
>
> Essayez-le sur un bus de mixage, une voix ou un piano. Le geste principal est le **Headroom** de l'onglet MAIN : à −6 ou −12 dB, le signal entre moins fort dans le waveshaper et la saturation s'adoucit ; à 0 dB, un mix au niveau habituel est fortement raboté. Rattrapez le niveau avec le **Makeup**, puis écoutez la saturation seule avec **Monitor Fet** pour juger le grain.

pulsarmodular_p42 : Pulsar Modular P42 Climax

La cible. Le P42 Climax de Pulsar Modular (éditeur distinct de Pulsar Audio), sorti en 2021, n'est **pas un compresseur** mais un ampli de ligne et saturateur. L'éditeur le présente comme un hommage à la première boîte de direct, la Wolfbox et son transformateur Triad, « un ampli de ligne à la saveur Motown », capable d'évoquer plusieurs amplis de ligne (Neve 1080, Studer A812, SSL Fusion) sans en copier aucun. Sa saturation, en entrée ou en sortie, réglable de 0 à 150 %, produit des harmoniques « paires et impaires, surtout impaires » ; un étage en classe A ajoute des harmoniques paires, et une commande d'entrée pousse le transformateur en saturation. Un limiteur brickwall a été ajouté plus tard.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 1 ; **Threshold** 0 dB.
- **BIAS dst** : **Bias x base** 0,000019 ; **Bias on pre->out** 1 (« out ») ; **Bias Fm On** 1,53 ; **Bias on limit** 0,097 ; **Bias on ratio** 3,91.
- **F (bs)** : **bias amp** 0,475.

Lecture. Ce preset est une petite merveille de détournement : il se sert du bias sans compression, et presque sans bias. La valeur de **Bias x base**, 0,000019, est si faible que la hauteur qu'elle ajoute reste sous −90 dBFS. Son vrai rôle est d'**allumer le module** : dès qu'un des cinq montants est différent de 0, tout le bias se réveille, chemin inverse, **Bias Fm On** et limiteur compris (chapitre 19).

Ce qui travaille alors, c'est la destination. **Bias Fm On** à 1,53 amplifie le signal d'environ 3,7 dB juste avant le limiteur du bias : c'est un drive, l'équivalent de la commande d'entrée du P42. Le limiteur, réglé à 0,097 (environ −20 dBFS) avec un ratio de 3,91 et sans attaque ni relâchement, agit instantanément sur la forme d'onde : c'est en fait une courbe de saturation à coude franc. La position « out » le place après le gain du compresseur, qui ne fait rien ici. Comme la hauteur est pratiquement nulle, les chemins normal et inverse sont symétriques : la recombinaison ne garde que des harmoniques **impaires**, ce qui répond au « surtout impaires » du P42. Enfin, **bias amp** à 0,475 dose le produit de saturation à 47,5 %, comme un bouton de quantité.

Le résultat se calcule simplement. Sous −24 dBFS environ, le signal ressort intact, mais 1,9 dB plus fort : la fusion directe (réglage par défaut) conserve le gain de **Bias Fm On**, que **bias amp** ne fait entendre qu'en partie. Au-dessus, les crêtes sont progressivement contenues : une crête à 0 dBFS ressort vers −2,6 dBFS. Le signal gagne de 4 à 5 dB de densité, avec un grain impair. Ni l'étage en classe A et ses harmoniques paires, ni le limiteur brickwall du P42 ne sont repris.

> **♪ En musique : pulsarmodular_p42**
>
> Sur une piste de basse, une voix ou un bus, comparez à niveau égal : le preset monte les passages calmes de près de 2 dB, et l'oreille prend facilement ce gain pour de la couleur. Réglez ensuite la quantité avec **bias amp** (onglet F (bs)) et le drive avec **Bias Fm On** ou le **Headroom**. **Mon bias sat** (onglet BIAS dst) fait entendre le grain seul.

kazrog_true-iron : Kazrog True Iron

La cible. True Iron de Kazrog (2018) n'est **pas un compresseur** mais une saturation de transformateur. Il modélisait au départ deux transformateurs de ligne (UTC 108X et Malotki 4001B), puis six transformateurs issus d'appareils Ampex, Urei, Neve, Rohde & Schwarz, Siemens, Neumann et Telefunken. Ses commandes règlent la saturation (Crush), la non-linéarité (Strength), l'impédance d'entrée, les harmoniques paires (Morph) et le mélange ; selon le transformateur choisi, le profil harmonique va de surtout pair à une harmonique 3 présente d'emblée.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 1 ; **Threshold** 0 dB.
- **MAIN** : **Phase** décoché (polarité inversée).
- **DEQ** : **Deq low herz** 50 Hz ; **Deq low max** −0,25 ; **Deq hgh herz** 6 888 Hz ; **Deq hgh max** 0,27 ; **Deq hgh zdf->svf** 0 (filtre à un pôle).
- **DEQ 2** : **Deq low herz** 60 Hz ; **Deq low max** −0,5 ; **Deq low zdf->svf** 0 ; **Deq hgh herz** 9 000 Hz ; **Deq hgh max** −1 ; **Deq hgh zdf->svf** 0.

Lecture. Première surprise : un preset qui imite un saturateur n'engage **aucun** saturateur. Le waveshaper et le bias sont au neutre ; seuls agissent les deux égaliseurs dynamiques, que l'absence de compression rend fixes. Il faut les deux, car chacun n'a qu'une bande basse et une bande haute, et le preset empile quatre corrections. Une seule est un peu subtile : la bande haute du DEQ 2, à −1 avec un filtre à un pôle, retire **exactement** la bande (chapitre 18) ; le signal moins son passe-haut à un pôle, c'est son passe-bas à un pôle à 9 kHz.

Calculée à 48 kHz, la réponse d'ensemble est celle d'une bande passante limitée aux deux bouts : −0,9 dB à 80 Hz, −2,4 dB à 50 Hz, −5 dB à 30 Hz dans le grave ; une zone plate à ±0,3 dB de 80 Hz à 5 kHz ; puis, malgré la légère remontée apportée par le DEQ, −1,5 dB à 9 kHz, −3,4 dB à 12 kHz et −7 dB à 16 kHz. C'est l'empreinte en fréquence que l'analyse a retenue du plugin. Les harmoniques de True Iron (Crush, Morph) ne sont pas reproduites ; le seul élément non linéaire du preset est l'écrêtage de sécurité des égaliseurs dynamiques, à 0 dBFS interne, qui ne touche que les crêtes qui l'atteignent.

Reste la **Phase** décochée : la sortie est inversée. Le chapitre 7 lui donne surtout un usage : la méthode d'analyse du chapitre 24, où l'on inverse Comprendre pour l'additionner à l'autre plugin et entendre leur différence. Seule, une inversion de polarité passe le plus souvent inaperçue ; elle compte dès que le signal traité est mélangé à l'original hors de Comprendre.

À confirmer par François

Le preset **kazrog_true-iron** est enregistré avec **Phase** décoché, c'est-à-dire la polarité inversée, comme **ao_dbcomp** et **ssl_1_b**. Est-ce voulu (polarité du plugin imité) ou un reste de la séance d'analyse, où ce bouton sert à écouter la différence ?

♪ En musique : kazrog_true-iron

Utilisez-le comme un « fer » discret sur une basse, une grosse caisse ou un bus : il resserre l'extrême grave et adoucit l'extrême aigu. Si vous l'employez sur un bus parallèle de votre logiciel, recochez **Phase**, sinon le mélange avec la piste d'origine se creusera. Pour y ajouter un grain de transformateur, essayez un léger waveshaping statique (**Fet odd** vers 1,2 avec **Fet gr** et **Fet env** à 1, chapitre 17).

kiive_filk2_saturation : Kiive Audio FilkChannel Strip MK2

La cible. Le nom désigne probablement la FilkChannel Strip MK2 de Kiive Audio, une tranche de console « d'après certains des meilleurs modules cassette Danner des années 1970 ». Elle comporte sept modules réorganisables : deux préamplis (Pre 1, au son doux ou aux harmoniques agressives ; Pre 2, « ingénierie radio allemande », avec deux modes de saturation), trois égaliseurs et deux compresseurs, l'un de style optique, l'autre de style VCA. Le suffixe « saturation » suggère que François a imité un des préamplis plutôt qu'un compresseur.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −23 dB ; **Attack** 25 ms ; **Release** 50 ms (le **Ratio** reste à 2:1, en courbe linéaire).
- **WS** : **Fet drive** +4,5 dB ; **Fet even** −1 ; **Fet odd** 8 ; **Fet Thresh** 0,6.
- **BIAS src** : **Bias input add** 5.
- **BIAS dst** : **Bias on limit** 0,25.

Lecture. C'est le seul preset de la famille où la saturation dépend de la compression : **Fet gr** est resté à 1 et **Fet env** à 0, si bien que le waveshaper ne sature que dans la proportion de la réduction de gain. Le compresseur sert ici de pédale de saturation. La courbe est extrême : **Fet odd** à 8 donne une saturation très raide (les faibles niveaux sont amplifiés huit fois avant d'être aplatis), **Fet even** à −1 double la fondamentale et ajoute une harmonique 2 de polarité inverse, et le drive de +4,5 dB concentre la mise en forme sur les niveaux faibles et ramène l'écrêtage final de 0,6 à environ 0,36. C'est le registre des « harmoniques agressives ».

Le bias fait deux choses. **Bias input add** à 5 ajoute à la détection une hauteur de l'ordre de cinq fois le niveau de sortie (la source du bias est la sortie, réglage par défaut) : elle dépasse largement le signal lui-même, et la compression est alors pilotée surtout par la sortie, comme dans une boucle de rétroaction (chapitre 20). Le compresseur travaille donc bien en dessous du seuil affiché de −23 dB, et le waveshaper est presque toujours engagé. Le limiteur du bias, lui, est un écrêtage dur à 0,25, placé après le waveshaper et avant le gain du compresseur : il agit en permanence, avec ou sans compression, et **aucune crête ne sort au-dessus de −12 dBFS**.

Il y a enfin une conséquence moins visible. Le bias étant actif avec son chemin inverse (réglage par défaut), la sortie est la recombinaison « push-pull » des deux chemins, qui annule ce qui est identique de part et d'autre (chapitre 19). La partie paire de la courbe du waveshaper, harmonique 2 comprise, s'en trouve largement retirée ; de **Fet even** il reste surtout son effet sur la forme de la courbe impaire.

> **À confirmer par François**
>
> Dans **kiive_filk2_saturation**, le chemin inverse du bias (actif par défaut) recombine les deux chemins par leur différence : la partie paire du waveshaper, dont l'harmonique 2 réglée par **Fet even** à −1, s'annule en grande partie, sauf dans la mesure où les deux chemins compressent différemment. Cette harmonique paire devait-elle s'entendre (auquel cas **Bias +inverse** à 0 la rendrait) ?

> **♪ En musique : kiive_filk2_saturation**
>
> Réservez-le aux sons qui supportent un grain franc : batterie, basse, guitare, synthé. Comme le compresseur commande la saturation, le **Threshold** règle à la fois la compression et la quantité de grain ; montez-le pour un son plus propre. Pour faire entrer moins fort le signal dans le limiteur du bias, baissez le **Headroom**, puis abaissez le **Threshold** d'autant pour garder la même compression. Rattrapez enfin le niveau avec le **Makeup**.

dafalife_sausage : Dada Life Sausage Fattener

La cible. Le Sausage Fattener (2011) du duo Dada Life, programmé par Tailored Noise, est la mise en plugin de la chaîne de traitement que le duo utilisait dans Ableton Live. Il est classé comme saturateur et n'a que trois commandes : **Fatness** (saturation, jusqu'à +30 dB), **Color** (un timbre plus brillant) et **Gain**. Le traitement n'est pas dévoilé ; un testeur y suppose un compresseur multibande, une saturation et un limiteur ou un écrêteur, et décrit Color comme un égaliseur-distorsion à résonance.

Les réglages.

- Rangée principale : **Ratio** 1 ; **Threshold** 0 dB.
- **DEQ** : **Deq low herz** 80 Hz ; **Deq low max** −0,9 ; **Deq low zdf->svf** 0 (filtre à un pôle) ; **Deq mid herz** 70 Hz ; **Deq mid max** 0,025.
- **DEQ 2** : **Deq low herz** 80 Hz ; **Deq low max** −0,45 ; **Deq mid herz** 70 Hz.

Lecture. Comme **kazrog_true-iron**, ce preset n'engage aucun saturateur : seuls agissent les égaliseurs dynamiques, fixes faute de compression. Et ce qu'ils font surprend pour un « gonfleur » : ils **allègent l'extrême grave**. La bande basse du DEQ, à −0,9 avec un filtre à un pôle, retire 90 % du grave sous 80 Hz ; celle du DEQ 2, à −0,45 avec le filtre à deux pôles par défaut, retire encore jusqu'à 5 dB dans l'extrême grave. L'ensemble donne −1,2 dB à 100 Hz, −2,4 dB à 80 Hz, −6,7 dB à 50 Hz et −16 dB à 20 Hz, sans rien changer au-dessus de 200 Hz.

C'est l'empreinte en fréquence que l'analyse a retenue du plugin, sur un réglage de Fatness et de Color que nous ne connaissons pas ; ni la saturation ni la compression du Sausage Fattener ne sont reproduites. Deux réglages sont sans effet audible : la bande médium du DEQ, avec un coefficient de 0,025 et la résonance par défaut, ne monte le 70 Hz que d'environ 0,15 dB, et celle du DEQ 2 a une fréquence mais aucun coefficient, ce qui la laisse inactive. Ce sont sans doute des traces de l'exploration.

> ♪ **En musique : dafalife_sausage**
>
> Sur une basse de synthé, un kick électro ou un bus de musique électronique, il nettoie l'infra-grave qui mange la marge sans apporter de corps. Pour retrouver l'idée du plugin, ajoutez-y de la densité : une saturation statique au waveshaper, ou la recette du preset **pulsarmodular_p42** (limiteur du bias et **Bias Fm On**). Comparez à niveau égal : un grave plus léger paraît souvent moins fort.

acqua_taupe : Acustica Audio Taupe

La cible. Taupe d'Acustica Audio (testé en 2019) réunit deux mondes. D'un côté, des magnétophones échantillonnés (Studer, MCI, Otari, Ampex, Revox), avec une compression de bande qui va jusqu'à 6 dB de « limitation instantanée ». De l'autre, un module de dynamique « dérivé d'une console analogique suisse haut de gamme de 1982 », que l'éditeur ne nomme pas : compresseur et limiteur, réglage « SH Mod » qui change la pente du début de la compression, deux compresseurs commutables, recommandés pour la basse, la batterie, le piano et la voix parlée. Le nom du preset ne dit pas lequel des deux François a imité.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** −25,3 dB ; **Attack** 29 ms ; **Release** 99 ms ; **Cv Lin/Db** 1 (courbe en décibels).
- **A/R (cv)** : **Attack Auto** 1.
- **MOD & LA** : **la delay** −4 ms.

Lecture. Deuxième surprise de la famille : aucun module de couleur. C'est un compresseur à part entière, en 2:1 (ratio par défaut) et en courbe décibels, ce qui fait pencher l'identification vers le module de dynamique plutôt que vers la saturation de bande.

Son attaque est entièrement automatique : avec **Attack Auto** à 1, elle vaut deux fois l'**Attack** réglée divisée par le carré du facteur de crête (chapitre 12). Sur un signal percussif, elle devient très courte ; sur un son tenu, elle s'allonge jusqu'à environ 58 ms. Le lookahead de 4 ms, à l'école « enveloppe » réglée par défaut, fait commencer chaque réduction 4 ms plus tôt sans avancer le relâchement (chapitre 22). Ensemble, ces deux réglages saisissent tôt les transitoires francs et laissent respirer les sons tenus, ce qui rappelle la « limitation instantanée » de la bande ; rien ne permet pourtant de dire si François a imité la bande ou le réglage « SH Mod » du compresseur. C'est un ajustement trouvé par l'analyse.

> ♪ **En musique : acqua_taupe**
>
> Essayez-le sur les sources que recommande l'éditeur : basse, batterie, piano, voix parlée. Réglez le **Threshold** pour quelques décibels de réduction et écoutez l'attaque des notes : les plus franches sont prises plus tôt que les autres. Le lookahead ajoute 4 ms de latence, que votre logiciel compense normalement.

acqua_ash-ultra : Acustica Audio Ash Ultra

La cible. Ash Ultra est un module de la suite Ash d'Acustica Audio, qui n'est **pas un compresseur** mais un écrêteur : « une collection unique de circuits d'écrêtage classiques » tirés de convertisseurs haut de gamme non nommés. La suite propose cinq familles de circuits d'écrêtage et un limiteur brickwall ; sa variante Flat insiste sur le rejet du repliement.

Les réglages.

- Rangée principale : **Threshold** 0 dB ; **Ratio** 42 (infini) ; **Attack** 1 µs ; **Release** 1 µs ; **Channels Unlink** 1.
- **MAIN** : **Headroom** +12 dB.
- **BIAS src** : **Bias input add** 0,41 ; **Bias g.e->out** 0 (le bias suit la réduction de gain).
- **BIAS dst** : **Bias x base** −0,044 ; **Bias x gr** −4,68 ; **Bias Delay Secs** 14,5 ms ; **Bias Delay FB** 0,19.

Lecture. Comprendre a trois clippers, et ce preset n'en utilise aucun : il fabrique l'écrêteur avec le compresseur lui-même. Un ratio infini colle la sortie au seuil ; des temps d'attaque et de relâchement de 1 µs, plus courts qu'une période d'échantillonnage, laissent le gain suivre chaque échantillon ; la détection, restée en crête instantanée, mesure chaque échantillon tel quel. Le gain vaut alors pratiquement le seuil divisé par le niveau dès que le signal dépasse le seuil : c'est un **écrêtage dur**. Le **Headroom** de +12 dB fait entrer le signal 12 dB plus fort : l'écrêtage commence à −12 dBFS du signal d'entrée, et, le gain étant retiré après, les crêtes de sortie restent autour de −12 dBFS. **Channels Unlink** à 1 écrête chaque canal pour lui-même, comme le mode *Unlink* des clippers.

Pourquoi passer par le compresseur ? Parce que le bias peut alors retoucher la forme de l'écrêtage. Sa source est la réduction de gain : tant que le signal reste sous le seuil, le bias est nul et le preset est transparent. Dès qu'il écrête, la hauteur d'entrée (0,41 fois le bias) décale en sens opposés ce que mesurent les chemins normal et inverse, qui n'écrêtent plus leurs alternances de la même façon ; la hauteur de sortie, négative et d'autant plus grande que la réduction de gain est forte (**Bias x gr** à −4,68), déplace encore le signal des deux chemins. La recombinaison garde une forme symétrique, mais ce n'est plus tout à fait un écrêtage dur : le détail du coude change, et c'est par ce détail que l'on distingue un circuit d'écrêtage d'un autre. Ces valeurs sont des ajustements trouvés par l'analyse, pour l'un des circuits d'Ash Ultra que nous ne connaissons pas. Enfin, ce que le bias ajoute passe par un délai de 14,5 ms à faible réinjection : un filtre en peigne léger, aux dents espacées d'environ 69 Hz et aux creux de moins de 3 dB, qui colore ce seul produit (chapitre 16).

> **♪ En musique : acqua_ash-ultra**
>
> Placez-le en fin de chaîne sur un bus de batterie ou un master, et compensez les 12 dB avec le **Makeup** (ou baissez le **Headroom** pour écrêter moins). Montez l'**Oversampling** à 2X ou 4X : un écrêtage instantané produit beaucoup de repliement. Pour entendre la touche du bias, comparez avec ses montants à 0, ou écoutez **Mon bias sat** amplifié ; et, pour comparer avec un écrêteur classique, essayez le **Pre Clip** en mode *Adaa 1* (chapitre 7).

CHAPITRE 26

Points de départ

Plus de 360 réglages, c'est une liberté immense, et parfois une question : par où commencer ? Ce dernier chapitre propose des chemins d'entrée, selon votre métier et selon la source que vous traitez. Chacun part d'un preset du chapitre 25 ou d'une démarche décrite plus haut dans ce manuel, et indique les deux ou trois réglages à ajuster d'abord. Ce ne sont pas des recettes à appliquer telles quelles : une compression se règle toujours à l'oreille, sur votre son. Ce sont des directions dans lesquelles partir.

Quand un preset est cité pour une source, c'est en général parce que la machine qu'il imite est réputée pour cet usage (chapitre 2). Rappelez-vous qu'un preset imite un plugin réglé d'une certaine façon (chapitre 25) : il vous mettra sur la piste d'un caractère, à vous de l'adapter.

Trois réflexes avant de commencer

Partir d'un Comprendre neuf. Beaucoup de presets ne contiennent pas tous les réglages et héritent de ceux du preset précédent (chapitre 25). Gardez un preset « par défaut » (chapitre 5) et chargez-le avant d'essayer autre chose.

Comparer à volume égal. Une compression qui monte le volume paraît toujours meilleure. Compensez le niveau avec **Makeup** ou laissez les auto-volumes le faire (chapitre 8) avant de juger, et comparez avec Comprendre contourné dans votre logiciel hôte.

Écouter ce qui est retiré. Monitor Delta (onglet MAIN, chapitre 7) fait entendre la différence entre la sortie et l'entrée : ce que le compresseur enlève ou ajoute. C'est le meilleur moyen de savoir si l'on compresse les bonnes choses. Les moniteurs des modules de saturation (**Monitor Fet**, **Monitor opto**, moniteur du bias) font de même pour la couleur (chapitres 15 à 21).

Selon votre métier

Vous composez, produisez, faites des beats

Pensez aux presets comme à une boîte de couleurs. Pour une même piste, essayez un preset de chaque famille du chapitre 25 et écoutez ce qui change : la vitesse, l'épaisseur, le grain. Le tableau suivant propose une première orientation.

Vous cherchez…	Commencez par la famille…	Par exemple
une voix tenue, douce, qui reste devant	optique (chapitre 25)	waves_la2a, slate_fg2a, softube_cl1b
du mordant, des attaques qui claquent, une basse qui perce	FET	waves_76, arturia_fet, pulsar_1178
de l'épaisseur, une densité « vintage »	vari-mu et lampes	overloud_670, pulsar_mu, klang_mjuc_mk1
de la cohésion sur un groupe d'instruments	VCA et bus	ssl_1, cytomic_glue, bx_townhouse
un caractère fort, prêt à tout	Distressor	slate_fgstress, kiive_xstressor
un grain chaud et rond	pont de diodes	arturia_diode, kush_silka
de la couleur sans compression	saturateurs	pa_hg2, kazrog_true-iron, dafalife_sausage

Une fois le caractère trouvé, dosez la quantité avec **Threshold**, puis le mélange avec **Dry/Wet** : un compresseur poussé fort mais mélangé bas sous le signal d'origine garde le naturel de la source tout en la densifiant. C'est la compression parallèle, que les ingénieurs new-yorkais ont rendue célèbre (chapitre 7).

Vous avez un home studio et vous voulez apprendre

Comprendre est un formidable professeur, à condition de ne changer qu'une chose à la fois.

1. Chargez votre preset par défaut et réglez **Threshold** pour obtenir 3 à 6 dB de réduction sur une boucle de batterie. Observez les graphes (chapitre 4) : le niveau, la courbe, l'enveloppe blanche de réduction.
2. Faites varier **Attack** de 0,1 ms à 50 ms : vous entendrez la caisse claire perdre puis retrouver son claquement, et vous verrez l'enveloppe arriver plus ou moins tard.
3. Faites varier **Release**, puis essayez **Release Auto** (chapitre 12).
4. Passez **Cv Lin/Db** de 0 à 1 : deux familles de compresseurs, deux façons de calculer la courbe (chapitre 10).
5. Faites de même avec **FF->FB** (chapitre 14), **EvMu Br/Cp** (chapitre 11), puis le mélange crête/RMS de la détection (chapitre 13).

Pour voir précisément ce que change un réglage, utilisez la méthode de François (chapitre 24) : deux instances de Comprendre, la première en sidechain de la seconde, le mode **Analyse SC** activé. Vous comparez ainsi Comprendre à lui-même, réglage par réglage.

Et lisez les presets : chargez-en un, regardez quels onglets passent en jaune, et retrouvez dans le chapitre 25 pourquoi François a fait ces choix. Chaque preset est une petite leçon de compression.

Vous mixez

Une voix. Partez d'un preset optique (waves_la2a, softube_cl1b) ou, pour une voix plus en avant, d'un FET. Pour une voix dont le niveau varie beaucoup, essayez le genou automatique, que François trouve très pratique pour la compression des voix : **Knee Auto** dans l'onglet CURVE, avec la courbe en décibels comme il le conseille pour travailler le genou (chapitre 10). Pour le relâchement, son

point de départ est le relâchement automatique avec une constante de 200 ms, mélangé à 50 % (chapitre 12). Si les sifflantes ressortent, ajoutez un second Comprendre en de-esser (chapitre 14, « Un de-esser »).

Une batterie. Une attaque de quelques dizaines de millisecondes laisse passer les transitoires avant de compresser (chapitre 12, « Laisser passer les transitoires »). Pour qu'elle respire, un égaliseur dynamique peut renforcer une bande quand elle frappe : c'est l'exemple de François, une bosse autour de 300 Hz (chapitre 18). Pour du grain, un preset FET, ou le waveshaper seul (chapitre 17). Pour un son de pièce écrasé, la famille Distressor : son mode **Nuke**, un limiteur brickwall (chapitre 2), se prête bien à l'écrasement des micros d'ambiance de batterie.

Une basse. Le 1176 arrive en tête des sondages de producteurs pour la basse, et sa légère distorsion l'aide à percer : essayez les presets FET. Pour que la basse cède la place à la grosse caisse, envoyez celle-ci sur l'entrée sidechain (chapitre 14, « Faire céder la basse à la grosse caisse »).

Un bus ou un groupe. La recette du compresseur de bus SSL est connue : un ratio de 2:1 à 4:1, une attaque de 10 à 30 ms, le relâchement automatique, et seulement quelques décibels de réduction. Les presets ssl_*, cytomic_glue, bx_townhouse, tr_bus en sont des variantes (chapitre 25). Si les graves font pomper l'ensemble, filtrez-les de la détection (chapitre 14, « Empêcher les graves de faire pomper »).

Une guitare électrique. Les compresseurs à pont de diodes Neve sont réputés sur les guitares : essayez arturia_diode ou kush_silka.

Un piano. François a construit un preset dédié, massenbug_drc2_piano, à partir du Massenburg DesignWorks MDWDRC2 (chapitre 25).

Vous masterisez

Le mastering demande des gestes discrets et une écoute très précise. Comprendre vous y aide de plusieurs façons.

- **Comparer honnêtement.** Les auto-volumes (chapitre 8) compensent la perte de niveau pour juger à volume égal ; **Snap Out->In** reporte la compensation dans **Output Db** une fois le réglage trouvé.
- **Respecter la phase.** Si vous ne compressez qu'une bande, remplacez les filtres Linkwitz-Riley par des filtres FIR à phase linéaire (onglet MAIN, **X Filters Taps** à 257 ou plus, chapitre 14), au prix d'une latence.
- **Éviter le repliement.** Dès que la compression est rapide ou qu'un module sature, montez **Oversampling** (chapitre 7).
- **Travailler en Mid/Side. L/R to M/S** (chapitre 7) ou les filtres Mid/Side de la détection et de la cible (chapitre 14) permettent de tenir le centre sans toucher aux côtés, ou l'inverse.
- **Limiter proprement. Ratio** à 42, attaque nulle, un lookahead avec maintien de crête (chapitre 22, « Un lookahead de limiteur »), et le pré-clipper juste avant : François rappelle qu'il est souvent bon d'écrêter un peu avant de limiter (chapitre 7).
- **Partir d'un preset de la famille mastering** : softube_ds1mk3, softube_weiss, pa_elysia, les trois massenbug_drc2, ou, côté lampes, pulsar_mu (le Manley Variable Mu est un standard des studios de mastering) et spl_iron.

- **Rendre la compression sensible au spectre.** Envoyez un égaliseur dynamique dans la détection et faites-lui moduler le relâchement (chapitres 18 et 23). C'est un réglage délicat, mais François y voit une manière d'obtenir une cohérence globale qui relève presque du mastering.

> **Latence**
>
> Les filtres FIR et le lookahead retardent le signal. Votre logiciel hôte compense en principe cette latence, mais elle compte si vous jouez ou enregistrez à travers Comprendre. Avec les filtres FIR, évitez aussi la compensation **In->Out**, qui ne s'applique pas à la copie du signal qui les alimente (chapitre 8).

Vous faites du sound design

Explorez ce qu'aucun compresseur matériel ne permet :

- des **ratios négatifs** : au-delà du seuil, plus le son est fort, plus il est atténué (chapitre 10) ;
- le **lookahead inversé**, qui fait compresser *après* le son, et le lookahead sur l'enveloppe, dont vous dessinez la forme (chapitre 22) ;
- le **waveshaper** en bit crusher, ou en grain de bruit réservé aux crêtes (chapitre 17, idées de réglages en fin de chapitre) ;
- le **bias**, sa fusion « atome » et sa dizaine de types de saturation (chapitres 19 à 21) ;
- les **modulations**, qui font varier le ratio, le gate, l'attaque ou le relâchement selon ce que font les égaliseurs dynamiques et le waveshaper (chapitre 23) ;
- le **délai** sur les produits de saturation, qui donne de la résonance au grain (chapitre 16).

Montez le volume de votre écoute, utilisez les moniteurs pour isoler chaque produit de saturation, et gardez une copie de l'état du plugin avant de « trifouiller » : comme le dit François, certains réglages sont extrêmement sensibles.

Vous enseignez le son

Chaque grande notion de la compression peut se démontrer sur un seul plugin, à l'oreille et à l'écran :

Notion	Démonstration
seuil, ratio, genou	courbe de transfert affichée, **Cv Lin/Db**, **Knee** (chapitres 4 et 10)
attaque et relâchement	enveloppe blanche dans les graphes, une boucle de batterie (chapitre 12)
crête et RMS	**Det Mix**, volumes peak et rms de l'onglet DET (in) (chapitre 13)
feedforward et feedback	**FF->FB** de 0 à 1 (chapitre 14)
détecteurs branché et découplé	**EvMu Br/Cp** (chapitre 11)
compression optique, FET, vari-mu	designer optique, waveshaper, bias, et les presets de chaque famille (chapitres 15 à 21 et 25)
détection et cible	filtres de l'onglet INPUT et de l'onglet OUTPUT (chapitre 14)
imitation d'un compresseur	mode **Analyse SC** et méthode du chapitre 24

Le surlignage jaune des réglages modifiés permet aux élèves de voir instantanément ce qui distingue un réglage d'un autre.

Selon la source

Source	Presets à essayer	Réglages à ajuster d'abord
Voix parlée ou chantée	waves_la2a, native_vc2a, slate_fg2a, softube_cl1b, kiive_kc1	**Threshold**, **Knee Auto**, **Release Auto**
Voix rock, très en avant	waves_76, slate_fgstress	**Threshold**, **Attack**, **Dry/Wet**
Batterie (bus)	ao_dbcomp, rockruepel_comptwo_drums, ssl_1, kiive_xstressor	**Attack**, **Release**, **Dry/Wet**
Grosse caisse, caisse claire	arturia_fet, softube_fet	**Attack** (laisser passer le transitoire), **Release**
Basse	waves_76, arturia_fet, ao_fetish	**Threshold**, **Release** ; sidechain de la grosse caisse
Guitare électrique	arturia_diode, kush_silka	**Threshold**, **Release**
Piano	massenbug_drc2_piano	**Threshold**, **Release**
Bus de mix	ssl_1, cytomic_glue, bx_townhouse, tr_bus, ao_buster	**Threshold** pour 1 à 3 dB de réduction, **Release Auto**
Master	softube_ds1mk3, softube_weiss, pa_elysia, pulsar_mu, spl_iron	**Threshold**, **Oversampling**, filtres FIR si bande
Couleur sans compression	pa_hg2, pulsarmodular_p42, kazrog_true-iron	réglages des modules de couleur (chapitre 25)

Et maintenant, à vous

Le plus beau compliment que vous puissiez faire à Comprendre est de vous l'approprier. Imitez le compresseur de votre séquenceur, celui de votre console, ou celui que vous avez entendu sur un disque, à partir d'un extrait avant et après traitement (chapitre 24). Mélangez les écoles. Inventez des comportements qui n'existent sur aucune machine. Et enregistrez vos réglages : chaque preset que vous créerez rejoindra une histoire commencée dans les années 1930, avec les premiers limiteurs de la radio.

ANNEXE 1

Référence des réglages

Tous les réglages de Comprendre, dans l'ordre de l'interface, avec leur identifiant (celui que montre votre logiciel hôte pour l'automation), leur plage et leur valeur par défaut, tels que déclarés dans le code du plugin. La dernière colonne renvoie à la page de la fiche du réglage ; pour les onglets ENV et A/R de la détection (in), du lookahead (la) et du bias (bs), elle renvoie à la fiche du réglage équivalent du suiveur après la courbe (cv).

Rangée principale

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Threshold	`seuil`	−60 à 0	−20	94
Ratio	`ratio`	0,25 à 42	2	94
Attack	`attaque`	0 à 2	0,01	135
Release	`relachement`	0 à 2	0,01	135
Knee	`genou`	0 à 240	0	95
Cv Lin/Db	`gain`	0 à 1	0	91
Gfx Lin/Db	`decibels`	0 à 1	0	29
Gfx Secs	`samples`	0 à 1	0,016667	33
Out->In Secs	`compensation`	0 à 42	42	67
Pre Clip	`sol`	−24 à 0	0	56
Makeup	`maquillage`	−24 à 24	0	60
Post Clip	`plafond`	−24 à 0	0	60
Channels Unlink	`rupture`	0 à 1	0	61
Dry/Wet	`drywet`	0 à 1	1	62

MAIN

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Monitor Delta	`delta`	0 à 1	0	63
Input Db	`entree_premier`	−24 à 24	0	53

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Ch.0 Db	`lrms_a`	−24 à 24	0	54
Ch.1 Db	`lrms_z`	−24 à 24	0	54
Sidechain	`externe`	0 à 1	0	181
Analyse SC	`analyse`	0 à 1	0	376
Oversampling	`oversampling`	1X · 2X IIR · 4X IIR · 8X IIR · 16X IIR · 2X FIR · 4X FIR · 8X FIR · 16X FIR	1X	52
X Filters …	`fir_taps`	0 · 17 · 33 · 49 · 65 · 97 · 129 · 193 · 257 · 385 · 513 · 769 · 1025	0	196
beta	`fir_beta`	0 à 12	0	199
Phase	`phase`	0 à 1	1	63
Pre Clip Mode	`sol_adaa`	Linked · Unlink · Adaa 1 · Adaa 2	Linked	56
Headroom	`chambre`	−24 à 24	0	57
Post Clip Mode	`plafond_adaa`	Linked · Unlink · Adaa 1 · Adaa 2	Linked	60
L/R to M/S	`lrms`	−1 à 1	0	53
Output Db	`sortie_dernier`	−24 à 24	0	61
(fenêtre FIR)	`fir_fenetre`	blackman · blackmanHarris · flatTop · hamming · hann · kaiser · rectangular · triangular	blackman	198

INPUT

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Monitor Input	`fuite`	0 à 1	0	64
In->Sc Secs	`int_a_ext`	0 à 42	42	70
In->Out Secs	`int_a_out`	0 à 42	42	69
FF->FB	`retour`	0 à 1	0	178
FB cmp->all	`cible_retour`	0 à 1	0	179
FX High Cut	`ciseau_bas`	0 à 20000	0	184
FX Low Cut	`ciseau_top`	0 à 20000	20000	184
FX fb cmp	`retour_moymax_fbs`	−16 à 16	0	179
FX Mid/Side	`cotes`	0 à 1	0,5	185
FX deq	`retour_moymax_deq`	−1 à 1	0	186
FX deq->ws	`ideqfet`	0 à 1	0	187
FX ws	`retour_moymax_fet`	−1 à 1	0	187
FX deq	`retour_moymax_dep`	−1 à 1	0	187
Channels Mix	`sss`	Avg · 0 · 1 · Min · Max	Avg	188

DET (in)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
auto secs	`rms`	0 à 2	0,2	170
rms secs	`det`	0 à 2	0	157
flow	`pik_nik`	(vide) · rms=>env · env=>rms	(vide)	159
peak db	`pik_mix`	−24 à 24	0	161
rms db	`det_mix`	−24 à 24	−24	162
env db	`var_mix`	−24 à 24	−24	162
peak pow	`pik_pow`	0,125 à 8	1	163
rms pow	`det_pow`	0,125 à 8	1	163
env pow	`var_pow`	0,125 à 8	1	163
destination	`op_dst`	peak · rms · env	peak	166
formula	`op_sig`	d-=sp · d*=sp · d=dp/s · d+=sp · d=1-d^sp · d=d^sp · d=s<p?s:0 · d=s>p?s:O · d+=p · d-=p · d=max(s,p) · d=min(s,p) · d=ssp+d(1-s)(1-p) · d=min(s,p)s+(1-m)d · d=max(s,p)s+(1-m)d · d=1-sp	d-=sp	167
source	`op_src`	peak · rms · env	peak	167
parameter	`op_par`	0 à 1	0	167
Det Mix	`mmm`	max · avg · min · peak · rms · env	max	164

ENV (in)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
EvMu Lin/Db	`var_db`	0 à 1	0	114
EvMu Br/Cp	`var_indirect`	0 à 1	0	117
Hold branch	`var_pause`	0 à 2	0	118
Env->Mu	`var_mu`	0 à 1	0	121
Mu Min Att	`var_mu_min_a`	0 à 421	1	121
Mu Max Att	`var_mu_max_a`	0 à 421	1	122
Mu Pow Att	`var_mu_a`	0 à 8	1	122
Mu Min Rel	`var_mu_min`	0 à 421	1	122
Mu Max Rel	`var_mu_max`	0 à 421	1	122
Mu Pow Rel	`var_mu_r`	0 à 8	1	123
Mu Speed	`var_mu_sqrt`	0,000001 à 1	1	123
Env/Mu->Gamma	`var_gamma`	0 à 1	0	126
Gamma A delai	`var_gamma_attaque_delai`	0 à 0,25	0	126
Gamma R delai	`var_gamma_relachement_delai`	0 à 0,25	0	126

A/R (in)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Attack	`var_attaque`	0 à 2	0,01	135
Attack Auto	`var_auto_attaque`	0 à 1	0	139
Attack Altitude	`var_altitude_attaque`	0,000001 à 1	0,367879	136
Attack Shape	`var_attaque_forme`	0 à 8	1	142
Att Ret From	`var_attaque_retour_depart`	0 à 8	1	145
Att Ret Spd	`var_attaque_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Attack Mode	`var_attaque_douceur`	−2 à 2	1	149
Release	`var_relachement`	0 à 2	0,01	135
Release Auto	`var_auto_relachement`	0 à 1	0	139
Release Altitude	`var_altitude_relachement`	0,000001 à 1	0,367879	137
Release Shape	`var_relachement_forme`	0 à 8	1	142
Rel Ret From	`var_relachement_retour_depart`	0 à 8	1	145
Rel Ret Spd	`var_relachement_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Release Mode	`var_relachement_douceur`	−2 à 2	1	149

CURVE

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Ratio Sens	`ratio_sens`	−1 à 1	1	104
mod ratio	`freq_ratio`	−42 à 42	0	368
Knee Auto	`auto_genou`	−240 à 240	0	99
Knee Auto Secs	`plie`	0 à 2	0,2	99
GR Max	`gr_max`	−60 à 60	−60	101
mod gate	`freq_porte`	−42 à 42	0	370
Tresh Gate	`seuil_porte`	−60 à 0	−20	106
Ratio Gate	`ratio_porte`	0,25 à 42	1	107
Knee Gate	`genou_porte`	0 à 240	0	107
Knee Gate Auto	`auto_genou_porte`	−240 à 240	0	107
KG Auto Secs	`plie_porte`	0 à 2	0,2	108
GR Min	`gr_min`	−60 à 60	0	102
Gr Amp	`env_amp`	−8 à 8	1	109

ENV (cv)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
EvMu Lin/Db	`db`	0 à 1	0	114
EvMu Br/Cp	`indirect`	0 à 1	0	117
Hold branch	`pause`	0 à 2	0	118
Env->Mu	`mu`	0 à 1	0	121
Mu Min Att	`mu_min_a`	0 à 421	1	121
Mu Max Att	`mu_max_a`	0 à 421	1	122
Mu Pow Att	`mu_a`	0 à 8	1	122
Mu Min Rel	`mu_min`	0 à 421	1	122
Mu Max Rel	`mu_max`	0 à 421	1	122
Mu Pow Rel	`mu_r`	0 à 8	1	123
Mu Speed	`mu_sqrt`	0,000001 à 1	1	123
Env/Mu->Gamma	`gamma`	0 à 1	0	126
Gamma A delai	`gamma_attaque_delai`	0 à 0,25	0	126
Gamma R delai	`gamma_relachement_delai`	0 à 0,25	0	126

A/R (cv)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
mod attack	`freq_attaque`	−2 à 2	0	371
Attack Auto	`auto_attaque`	0 à 1	0	139
Attack Altitude	`altitude_attaque`	0,000001 à 1	0,367879	136
Attack Shape	`attaque_forme`	0 à 8	1	142
Att Ret From	`attaque_retour_depart`	0 à 8	1	145
Att Ret Spd	`attaque_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Attack Mode	`attaque_douceur`	−2 à 2	1	149
mod release	`freq_relachement`	−2 à 2	0	371
Release Auto	`auto_relachement`	0 à 1	0	139
Release Altitude	`altitude_relachement`	0,000001 à 1	0,367879	137
Release Shape	`relachement_forme`	0 à 8	1	142
Rel Ret From	`relachement_retour_depart`	0 à 8	1	145
Rel Ret Spd	`relachement_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Release Mode	`relachement_douceur`	−2 à 2	1	149

GR (cv)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Env Pow Unpow	`env_puissance`	0,000001 à 64	1	207
Gr|Env Pow	`env_diode`	−8 à 8	0	208
Env Offset	`env_offset`	−1 à 1	0	209
Monitor opto	`delta_opto`	0 à 1	0	218
Opto	`opto`	−1 à 1	0	214
Opto Env	`opto_onenv`	−8 à 8	0	218
Opt src gn->env	`opto_source`	0 à 1	1	214
Opto A/R mul	`opto_ar`	0 à 421	1	215
Opto severity	`opto_severite`	−8 à 8	1	215
Opto precision	`opto_precision`	0 à 60	0,5	216
Opto saturation	`opto_saturation`	0 à 1	0	216
Opto sat limit	`opto_limite`	0,000001 à 480	24	217
Opto Delai Secs	`opto_delai_nb`	0 à 2	0	220
Opto Delai FB	`opto_delai_fb`	−64 à 64	0	220

F (gr)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
opto amp	`opto_amp`	−42 à 42	1	221
opto src mix	`opto_src_mix`	0 à 1	1	221
opto low herz	`opto_bas_coupe`	0 à 16000	0	222
opto low reso	`opto_bas_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	222
opto low mix	`opto_bas_mix`	−8 à 8	0	222
opto low zdf->svf	`opto_bas_type`	0 à 1	1	222
opto mid herz	`opto_mid_coupe`	0 à 16000	0	222
opto mid reso	`opto_mid_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	222
opto mid mix	`opto_mid_mix`	−8 à 8	0	223
opto hgh zdf->svf	`opto_top_type`	0 à 1	1	223
opto hgh herz	`opto_top_coupe`	0 à 16000	0	223
opto hgh reso	`opto_top_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	223
opto hgh mix	`opto_top_mix`	−8 à 8	0	223
opto dst limit	`opto_dst_limit`	0 à 42	42	223

MOD & LA

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
deq mod	`freq_deq`	−1 à 1	0	362
ws mod	`freq_fet`	−1 à 1	0	362
deq mod	`freq_dep`	−1 à 1	0	363
mod amp	`freq_amp`	−421 à 421	1	364
mod pow	`freq_puissance`	0,125 à 8	1	365
mod att secs	`freq_vitesse_a`	0 à 2	0	365
mod rel secs	`freq_vitesse_r`	0 à 2	0	366
la delay	`la_delay`	−1 à 1	0	343
la det pk	`la_det_pk`	0 à 1	0	350
la det min max	`la_det_mm`	−1 à 1	1	350
det->la.det	`la_det2det`	0 à 1	0	345
la env pk	`la_env_pk`	0 à 1	1	348
la env min max	`la_env_mm`	−1 à 1	−1	349
env->la.env	`la_env2env`	0 à 1	1	344

ENV (la)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
EvMu Lin/Db	`la_db`	0 à 1	0	114
EvMu Br/Cp	`la_indirect`	0 à 1	0	117
Hold branch	`la_pause`	0 à 2	0	118
Env->Mu	`la_mu`	0 à 1	0	121
Mu Min Att	`la_mu_min_a`	0 à 421	1	121
Mu Max Att	`la_mu_max_a`	0 à 421	1	122
Mu Pow Att	`la_mu_a`	0 à 8	1	122
Mu Min Rel	`la_mu_min`	0 à 421	1	122
Mu Max Rel	`la_mu_max`	0 à 421	1	122
Mu Pow Rel	`la_mu_r`	0 à 8	1	123
Mu Speed	`la_mu_sqrt`	0,000001 à 1	1	123
Env/Mu->Gamma	`la_gamma`	0 à 1	0	126
Gamma A delai	`la_gamma_attaque_delai`	0 à 0,25	0	126
Gamma R delai	`la_gamma_relachement_delai`	0 à 0,25	0	126

A/R (la)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Attack	`la_attaque`	0 à 2	0	135
Attack Auto	`la_auto_attaque`	0 à 1	0	139
Attack Altitude	`la_altitude_attaque`	0,000001 à 1	0,367879	136
Attack Shape	`la_attaque_forme`	0 à 8	1	142
Att Ret From	`la_attaque_retour_depart`	0 à 8	1	145
Att Ret Spd	`la_attaque_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Attack Mode	`la_attaque_douceur`	−2 à 2	1	149
Release	`la_relachement`	0 à 2	0	135
Release Auto	`la_auto_relachement`	0 à 1	0	139
Release Altitude	`la_altitude_relachement`	0,000001 à 1	0,367879	137
Release Shape	`la_relachement_forme`	0 à 8	1	142
Rel Ret From	`la_relachement_retour_depart`	0 à 8	1	145
Rel Ret Spd	`la_relachement_retour_vitesse`	0 à 8	1	145
Release Mode	`la_relachement_douceur`	−2 à 2	1	149

DEQ

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Deq low herz	`deq_bas_coupe`	0 à 16000	0	273
Deq low reso	`deq_bas_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	274
Deq low min	`deq_bas_min`	−8 à 8	0	274
Deq low max	`deq_bas_max`	−8 à 8	0	274
Deq low zdf->svf	`deq_bas_type`	0 à 1	1	275
Deq mid herz	`deq_mid_coupe`	0 à 16000	0	275
Deq mid reso	`deq_mid_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	275
Deq mid min	`deq_mid_min`	−8 à 8	0	275
Deq mid max	`deq_mid_max`	−8 à 8	0	276
Deq hgh zdf->svf	`deq_top_type`	0 à 1	1	277
Deq hgh herz	`deq_top_coupe`	0 à 16000	0	276
Deq hgh reso	`deq_top_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	276
Deq hgh min	`deq_top_min`	−8 à 8	0	276
Deq hgh max	`deq_top_max`	−8 à 8	0	276

WS

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Monitor Fet	`delta_fet`	0 à 1	0	263
Fet drive	`fet_input`	−24 à 24	0	249
Fet gr	`fet_gr`	0 à 1	1	247
Fet env	`fet_env`	0 à 1	0	248
Fet even	`fet_pair`	−1 à 1	0	250
Fet odd	`fet_impair`	0,125 à 8	1	252
Fet Thresh	`fet_seuil`	0 à 1	1	253
Fet Knee	`fet_genou`	0 à 240	0	253
Fet *	`fet_rebond_min`	−1 à 1	1	255
Fet sin *	`fet_rebond_max`	−1 à 1	0	256
Fet sin x	`fet_rebond_ratio`	0 à 8	0	256
Fet Precision	`fet_precision`	0 à 256	0	258
Fet Delai Secs	`fet_delai_nb`	0 à 2	0	262
Fet Delai FB	`fet_delai_fb`	−64 à 64	0	262

F (ws)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
fet amp	`fet_amp`	−42 à 42	1	230
fet src mix	`fet_src_mix`	0 à 1	1	238
fet low herz	`fet_bas_coupe`	0 à 16000	0	235
fet low reso	`fet_bas_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	235
fet low mix	`fet_bas_mix`	−8 à 8	0	238
fet low zdf->svf	`fet_bas_type`	0 à 1	1	235
fet mid herz	`fet_mid_coupe`	0 à 16000	0	236
fet mid reso	`fet_mid_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	236
fet mid mix	`fet_mid_mix`	−8 à 8	0	238
fet hgh zdf->svf	`fet_top_type`	0 à 1	1	236
fet hgh herz	`fet_top_coupe`	0 à 16000	0	236
fet hgh reso	`fet_top_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	236
fet hgh mix	`fet_top_mix`	−8 à 8	0	239
fet dst limit	`fet_dst_limit`	0 à 42	42	240

DEQ 2

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Deq low herz	`dep_bas_coupe`	0 à 16000	0	278
Deq low reso	`dep_bas_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	278
Deq low min	`dep_bas_min`	−8 à 8	0	278
Deq low max	`dep_bas_max`	−8 à 8	0	278
Deq low zdf->svf	`dep_bas_type`	0 à 1	1	279
Deq mid herz	`dep_mid_coupe`	0 à 16000	0	279
Deq mid reso	`dep_mid_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	279
Deq mid min	`dep_mid_min`	−8 à 8	0	279
Deq mid max	`dep_mid_max`	−8 à 8	0	279
Deq hgh zdf->svf	`dep_top_type`	0 à 1	1	280
Deq hgh herz	`dep_top_coupe`	0 à 16000	0	279
Deq hgh reso	`dep_top_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	280
Deq hgh min	`dep_top_min`	−8 à 8	0	280
Deq hgh max	`dep_top_max`	−8 à 8	0	280

BIAS src

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Bias +inverse	`bias_inverse`	0 à 1	1	298
Bias g.e g->e	`bias_source`	0 à 1	0	299
Bias out atom	`bias_source_brute`	0 à 1	0	300
Bias out unlink	`bias_rupture`	0 à 1	1	301
Bias out bs->ub	`bias_sortie_pp`	0 à 1	0	301
Bias g.e->out	`bias_sortie`	0 à 1	1	299
Bias Feedback	`bias_feedback`	−42 à 42	1	302
Bias thresh	`bias_seuil`	−60 à 0	0	311
Bias ratio	`bias_ratio`	1 à 42	1	311
Bias knee	`bias_genou`	0 à 240	0	311
Bias input add	`bias_input`	−42 à 42	0	313
Bias Fm In	`bias_fm_in`	0,000001 à 8	1	313
Bias input mul	`bias_input_ssl`	−168 à 168	0	314
Bias mul %	`bias_ssl`	0 à 1	1	315

DET (bs)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
auto secs	`bias_rms`	0 à 2	0,2	304
rms secs	`bias_det`	0 à 2	0	304
flow	`bias_pik_nik`	(vide) · rms=>env · env=>rms	(vide)	305
peak db	`bias_pik_mix`	−24 à 24	0	305
rms db	`bias_det_mix`	−24 à 24	−24	305
env db	`bias_var_mix`	−24 à 24	−24	305
peak pow	`bias_pik_pow`	0,125 à 8	1	306
rms pow	`bias_det_pow`	0,125 à 8	1	306
env pow	`bias_var_pow`	0,125 à 8	1	306
destination	`bias_op_dst`	peak · rms · env	peak	306
formula	`bias_op_sig`	d-=s*p · d*=s*p · d=(d*p)/s · d+=s*p · d=1-d^(s*p) · d=d^(s*p) · d=s<p?s:0 · d=s>p?s:O · d+=p · d-=p · d=max(s,p) · d=min(s,p) · d=ssp+d(1-s)(1-p) · d=min(s,p)s+(1-m)d · d=max(s,p)s+(1-m)d · d=1-sp	d-=s*p	306
source	`bias_op_src`	peak · rms · env	peak	307
parameter	`bias_op_par`	0 à 1	0	307
Det Mix	`bias_mmm`	max · avg · min · peak · rms · env	max	307

ENV (bs)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
EvMu Lin/Db	`bias_db`	0 à 1	0	114
EvMu Br/Cp	`bias_indirect`	0 à 1	0	117
Hold branch	`bias_pause`	0 à 2	0	118
Env->Mu	`bias_mu`	0 à 1	0	121
Mu Min Att	`bias_mu_min_a`	0 à 421	1	121
Mu Max Att	`bias_mu_max_a`	0 à 421	1	122
Mu Pow Att	`bias_mu_a`	0 à 8	1	122
Mu Min Rel	`bias_mu_min`	0 à 421	1	122
Mu Max Rel	`bias_mu_max`	0 à 421	1	122
Mu Pow Rel	`bias_mu_r`	0 à 8	1	123
Mu Speed	`bias_mu_sqrt`	0,000001 à 1	1	123
Env/Mu->Gamma	`bias_gamma`	0 à 1	0	126
Gamma A delai	`bias_gamma_attaque_delai`	0 à 0,25	0	126
Gamma R delai	`bias_gamma_relachement_delai`	0 à 0,25	0	126

A/R (bs)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Attack	bias_attaque	0 à 2	0,01	135
Attack Auto	bias_auto_attaque	0 à 1	0	139
Attack Altitude	bias_altitude_attaque	0,000001 à 1	0,367879	136
Attack Shape	bias_attaque_forme	0 à 8	1	142
Att Ret From	bias_attaque_retour_depart	0 à 8	1	145
Att Ret Spd	bias_attaque_retour_vitesse	0 à 8	1	145
Attack Mode	bias_attaque_douceur	−2 à 2	1	149
Release	bias_relachement	0 à 2	0,01	135
Release Auto	bias_auto_relachement	0 à 1	0	139
Release Altitude	bias_altitude_relachement	0,000001 à 1	0,367879	137
Release Shape	bias_relachement_forme	0 à 8	1	142
Rel Ret From	bias_relachement_retour_depart	0 à 8	1	145
Rel Ret Spd	bias_relachement_retour_vitesse	0 à 8	1	145
Release Mode	bias_relachement_douceur	−2 à 2	1	149

BIAS dst

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Mon bias sat	delta_bias	0 à 256	0	321
Bias x base	bias_output_base	−42 à 42	0	322
Bias x gr	bias_output_gr	−42 à 42	0	323
Bias x env	bias_output_env	−42 à 42	0	323
Bias Fm On	bias_fm_out	0,000001 à 8	1	324
Bias on pre->out	bias_cible	0 à 1	0	324
Bias on limit	bias_limite	0 à 42	0	326
Bias limit knee	bias_limite_genou	0 à 240	0	326
Bias on ratio	bias_limite_ratio	1 à 42	42	327
Bias on attack	bias_limite_attaque	0 à 2	0	327
Bias on release	bias_limite_relachement	0 à 2	0	327
Bias <> bs->ub	bias_fusion	0 à 1	0	329
Bias Delay Secs	bias_delai_nb	0 à 2	0	333
Bias Delay FB	bias_delai_fb	−64 à 64	0	334

F (bs)

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
bias amp	`bias_amp`	−42 à 42	1	334
bias src mix	`bias_src_mix`	0 à 1	1	335
bias low herz	`bias_bas_coupe`	0 à 16000	0	335
bias low reso	`bias_bas_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	335
bias low mix	`bias_bas_mix`	−8 à 8	0	335
bias low zdf->svf	`bias_bas_type`	0 à 1	1	335
bias mid herz	`bias_mid_coupe`	0 à 16000	0	336
bias mid reso	`bias_mid_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	336
bias mid mix	`bias_mid_mix`	−8 à 8	0	336
bias hgh zdf->svf	`bias_top_type`	0 à 1	1	336
bias hgh herz	`bias_top_coupe`	0 à 16000	0	336
bias hgh reso	`bias_top_resonance`	0,000001 à 16	0,707107	336
bias hgh mix	`bias_top_mix`	−8 à 8	0	337
bias dst limit	`bias_dst_limit`	0 à 42	42	337

OUTPUT

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Monitor Output	`sortie_cible`	0 à 1	0	64
FX High Cut	`ciseau__bas`	0 à 20000	0	190
FX Low Cut	`ciseau__top`	0 à 20000	20000	190
FX Mid/Side	`cotes_`	0 à 1	0,5	191
deq	`retour_cible_deq`	0 à 1	1	191
deq->ws	`odeqfet`	0 à 1	1	192
ws	`retour_cible_fet`	0 à 1	1	192
deq	`retour_cible_dep`	0 à 1	1	192
Monitor Comp	`delta_cible`	0 à 1	0	64
Comp Clip	`fauxplafond`	−24 à 0	0	58
Comp Clip Mode	`fauxplafond_adaa`	Unlink · Adaa 1 · Adaa 2	Unlink	58
Comp Db	`sortie_mix`	−24 à 24	0	59
dW | Dw	`sortie_heros`	−1 à 1	0	59
Out->Sc Secs	`out_a_ext`	0 à 42	42	70

GRAPHS

Réglage	Identifiant	Plage / choix	Défaut	Page
Gfx Cum Amp	`graph_cumamp`	1 à 16	4	31
Gfx Cum Tmp	`graph_cumtmp`	1 à 3720	600	31
Gfx Detects	`graph_detects`	−2 à 2	0	34
Gfx Lines	`graph_lines`	0 à 2	2	32
Gfx Floor Lin	`graph_degrade_sol_lin`	0 à 199	150	35
Gfx Ceil Lin	`graph_degrade_plafond_lin`	0 à 199	50	35
Gfx DB	`graph_db`	1 à 60	60	29
Gfx Photo	`graph_obturateur`	0 à 1	0	36
Gfx Floor Db	`graph_degrade_sol_db`	0 à 199	0	36
Gfx Ceil Db	`graph_degrade_plafond_db`	0 à 199	0	36
Gfx Make Up	`graph_make`	0 à 1	1	35
Gfx Detects Bias	`graph_detects_bias`	−2 à 2	0	34
Gfx Histos	`graph_gains`	____ · ___g · __o_ · __og · _u__ · _u_g · _uo_ · _uog · a___ · a__g · a_o_ · a_og · au__ · au_g · auo_ · auog	auog	35
Gfx Windows	`graph_fenetre`	0 à 1	1	37

ANNEXE 2

Glossaire

ADAA (*antiderivative anti-aliasing*). Technique de calcul d'une non-linéarité (ici l'écrêtage) qui utilise la primitive de la fonction pour réduire le repliement spectral. Modes *Adaa 1* et *Adaa 2* des clippers (chapitre 7).

Altitude. Dans Comprendre, fraction de la distance qu'il reste à parcourir à une enveloppe au bout du temps d'attaque ou de relâchement réglé. La valeur par défaut, 1/e ≈ 0,368, correspond à la définition classique de la constante de temps (63 % du chemin parcouru). Voir chapitre 12.

Attaque. Vitesse à laquelle le gain diminue quand le niveau monte. Dans Comprendre, chaque suiveur d'enveloppe a la sienne.

Bias. Dans Comprendre, « hauteur » ajoutée au signal dans le Vari-Mu designer, qui provoque une saturation asymétrique sur un chemin normal et un chemin inversé, ensuite recombinés (chapitres 19 à 21).

Branché / découplé. Deux façons de construire un suiveur d'enveloppe, décrites par Giannoulis, Massberg et Reiss : le suiveur *branché* choisit à chaque instant entre attaque et relâchement ; le suiveur *découplé* enchaîne un étage de relâchement permanent et un étage d'attaque (chapitre 11).

Cible. Partie du signal sur laquelle s'applique le gain du compresseur, choisie par les filtres et le Mid/Side de l'onglet OUTPUT. Le reste du signal passe sans compression (chapitres 6 et 14).

Clipper. Étage qui borne l'amplitude du signal à un seuil. Comprendre en compte trois : Pre Clip, Comp Clip et Post Clip.

Courbe de transfert. Relation entre le niveau détecté et le gain à appliquer, réglée par Threshold, Ratio, Knee et l'onglet CURVE (chapitre 10).

Crête (*peak*). Valeur absolue instantanée du signal. Détecteur par défaut de Comprendre.

dBFS. Décibels par rapport au niveau numérique maximal (0 dBFS).

Détection. Mesure du niveau qui pilote le compresseur : crête, RMS, enveloppe de détection, leurs mélanges et formules (chapitre 13).

Dry/Wet. Mélange entre le signal non traité (*dry*) et le signal traité (*wet*).

Enveloppe. Courbe lente qui suit le niveau ou le gain d'un signal. Le *suiveur d'enveloppe* la calcule à partir d'une cible et de temps d'attaque et de relâchement.

Facteur de crête. Rapport entre la valeur crête et la valeur RMS d'un signal. Il pilote l'attaque et le relâchement automatiques.

Feed-forward / feedback. En feed-forward, le compresseur mesure son entrée ; en feedback, il mesure sa propre sortie. Comprendre permet de passer progressivement de l'un à l'autre (chapitre 14).

FIR (*finite impulse response*). Filtre à réponse impulsionnelle finie. Les filtres de bande FIR de Comprendre sont à phase linéaire, au prix d'une latence (chapitre 14).

Gamma. Algorithme de suiveur d'enveloppe d'Aleksey Vaneev (Voxengo), plus abrupt qu'un suiveur classique, disponible dans tous les onglets ENV (chapitre 11).

Gate. Expandeur vers le bas : il réduit le niveau des signaux **sous** son seuil. Réglé dans l'onglet CURVE.

Genou (*knee*). Zone de transition progressive autour du seuil, entre l'absence de compression et le ratio plein.

Headroom. Gain appliqué avant un traitement puis retiré après, pour faire travailler ce traitement plus fort sans changer le niveau de sortie. Comprendre a un headroom interne (Headroom) et un headroom externe par canal (Ch.0 Db, Ch.1 Db).

Hold. Maintien du gain pendant une durée donnée avant le début du relâchement.

Latence. Retard introduit par le plugin et déclaré au logiciel hôte, qui le compense.

Linkwitz-Riley. Famille de filtres dont la somme des sorties passe-bas et passe-haut a une réponse en amplitude plate. Filtres de bande par défaut de Comprendre.

Lookahead. Anticipation : le compresseur voit le signal un peu avant de l'entendre, au prix d'une latence (chapitre 22).

Makeup. Gain de compensation appliqué après la compression pour retrouver le volume perdu.

Mid/Side. Représentation d'un signal stéréo par sa somme (Mid) et sa différence (Side).

Moniteur. Dans Comprendre, réglage qui fait entendre un signal interne à la place de la sortie (détection, cible, différence, produit de saturation…).

Mu. Dans Comprendre, suiveur d'enveloppe dont la vitesse varie avec le niveau, inspiré des compresseurs à tube à pente variable (« vari-mu ») (chapitre 11).

Produit de saturation. Différence entre un signal saturé et le signal d'origine. Comprendre l'isole pour le retarder, le filtrer, le doser et le limiter avant de le réinjecter (chapitre 16).

Ratio. Rapport de compression au-dessus du seuil : un ratio de 4:1 divise par 4 les variations de niveau au-delà du seuil (en décibels pour une courbe en dB, en amplitude pour une courbe linéaire).

Relâchement (*release*). Vitesse à laquelle le gain remonte quand le niveau baisse.

RMS. Moyenne quadratique du signal, mesure plus proche de l'intensité perçue que la crête. Dans Comprendre, elle est calculée par une moyenne exponentielle.

Seuil (*threshold*). Niveau à partir duquel la compression commence.

Sidechain. Entrée auxiliaire du plugin, qui peut piloter la détection, servir de référence aux autovolumes ou à l'analyse d'un autre compresseur.

Suréchantillonnage. Traitement à une fréquence d'échantillonnage multiple de celle du projet, pour réduire le repliement des traitements non linéaires.

SVF (*state variable filter*). Filtre à variables d'état, à deux pôles, avec résonance réglable.

Usine. Nom donné dans le code de Comprendre au moteur commun qui enchaîne détection, courbe de transfert et suiveur d'enveloppe (chapitre 9).

Waveshaper. Fonction de transfert non linéaire appliquée au signal pour le saturer (chapitre 17).

ZDF (*zero delay feedback*). Structure de filtre numérique sans retard dans la boucle de réaction ; dans Comprendre, filtres à un pôle sans résonance.

DOCUMENT DE TRAVAIL

Points à confirmer

Cette liste rassemble les questions ouvertes relevées pendant la rédaction. Elle sera retirée de la version publiée.

1. En courbe linéaire, lorsque Knee dépasse 240 fois le seuil en amplitude (24 pour un seuil de −20 dB, 2,4 pour −40 dB), la formule du genou donne une sortie négative aux niveaux les plus faibles, et le gain tombe sur le plancher GR Max : les signaux faibles sont alors fortement atténués, comme par une porte. Est-ce voulu, et est-ce le « rabotage » évoqué dans la vidéo ? (page 96)
2. Dans la vidéo, l'affichage du genou automatique paraît incorrect lorsque les canaux sont déliés. Le code affiche la moyenne des genoux des deux canaux seulement si Channels Unlink vaut exactement 1 (pour une valeur intermédiaire, il affiche le genou lié) ; de plus, en courbe dB, les genoux automatiques par canal démarrent d'un état mal initialisé après chaque réinitialisation du plugin, ce qui donne un genou presque dur pendant quelques constantes de temps. Est-ce la cause du défaut observé ? (page 100)
3. Dans les vidéos, GR Min positif est présenté comme nécessaire pour les ratios négatifs. Dans le code, un ratio négatif (Ratio Sens à −1) ne produit jamais de gain supérieur à 1 et fonctionne avec GR Min à 0 ; ce sont les ratios inférieurs à 1 (et Ratio Gate inférieur à 1) qui ont besoin d'un GR Min positif. Est-ce bien de ces ratios qu'il s'agissait ? (page 102)
4. Avec Ratio Sens à −1 et mod ratio actif, le code calcule la modulation à partir de la pente positive 1/(Ratio + mod ratio) : quand la modulation est à son niveau de repos, la pente redevient positive (par exemple Ratio 2 et mod ratio +2 donnent une pente de +1/4 au lieu de −1/4). Est-ce voulu ? Cela pourrait expliquer le comportement « bizarre » remarqué dans la vidéo. (page 104)
5. Avec Gr Amp supérieur à 1, le gain appliqué devient négatif dès que l'enveloppe descend sous 1 − 1/Gr Amp (6 dB de réduction pour Gr Amp = 2), ce qui inverse la polarité de la cible ; le code porte d'ailleurs le commentaire « sécurisation courant < 0 à faire ». Est-ce voulu, ou faut-il borner le gain à zéro ? (page 109)
6. Dans les vidéos, une puissance de 2 est présentée comme rendant la variation « linéaire ». Dans le code, la vitesse interpolée est proportionnelle à la racine carrée du temps, si bien qu'aucune valeur de Mu Pow ne rend le temps proportionnel au niveau quand Mu Min n'est pas nul ; c'est plutôt une puissance de 0,5 qui s'en approche quand Mu Min est petit. Le manuel décrit le code : est-ce bien l'intention ? (page 123)
7. La compensation de Mu Speed (× 44 100 / fréquence de l'hôte) ne rend pas le réglage indépendant de la fréquence : la constante de temps réelle du variateur varie comme la racine

carrée de la fréquence de l'hôte divisée par la racine carrée du facteur de suréchantillonnage (environ 1,5 fois plus lente à 96 kHz, deux fois plus rapide en ×4). Est-ce voulu ? (page 124)

8. Les enveloppes Gamma sont initialisées à 0 (réduction totale) à la préparation du plugin par l'hôte, alors que les autres enveloppes partent de 1 ; le code porte la mention « BUG ». Avec Env/Mu->Gamma supérieur à 0, le tout début de la lecture subit donc un fondu d'entrée de la durée du relâchement de Gamma. Faut-il les initialiser à 1 ? (page 126)
9. Avec un lookahead actif (la delay différent de 0), les enveloppes Gamma de la chaîne « future » ne reçoivent leurs temps, leurs délais et leur sens qu'à la préparation du plugin : un changement d'Attack, de Release, d'altitude ou de délai Gamma en cours de lecture ne les atteint pas (sauf si Auto ou Shape sont actifs). Est-ce voulu ? (page 127)
10. Dans le walkthrough, le mode zéro est présenté comme fonctionnant aussi avec Gamma, et le mode linéaire du découplé comme n'agissant que sur l'attaque. Dans le code, Gamma ignore entièrement l'Attack Mode et le Release Mode, et en découplé c'est le Release Mode qui agit (linéaire et zéro compris) tandis que l'Attack Mode est sans effet (sa version est en commentaire). Le manuel décrit le code : est-ce le comportement voulu ? (page 128)
11. Le sens de Mu Min et Mu Max est opposé entre ENV (cv) (« Max » = niveau détecté fort) et les trois autres onglets (« Max » = silence pour ENV (in), gain sans réduction pour ENV (la), bias nul pour ENV (bs)). Le code porte le commentaire « contre détecteur » : cette inversion est-elle voulue ? (page 130)
12. Dans ENV (in) et ENV (bs), le calcul en décibels lisse le logarithme de (1 − niveau), et non le niveau en décibels. Est-ce l'intention, ou le calcul en décibels devait-il porter sur le niveau lui-même ? (page 130)
13. Dans le walkthrough, il est dit que pour l'enveloppe placée avant la courbe « l'attaque, c'est le relâchement ». Dans le code actuel, l'inversion est forcée, si bien que l'Attack de A/R (in) règle bien la montée du niveau détecté (et donc l'arrivée de la compression). Le manuel décrit ce comportement : est-ce bien le fonctionnement actuel voulu ? (page 130)
14. Pour ENV (la), l'enveloppe Gamma est réglée comme si le signal suivi était un niveau (sens « non inversé »), alors que c'est un gain : pour la seule part Gamma de cet onglet, l'attaque (baisse du gain) prend le plus long des deux temps de A/R (la) et le relâchement le plus court, à l'inverse des enveloppes classique et Mu du même onglet. Est-ce voulu ? (page 130)
15. Avec une Shape différente de 1, le temps transmis à l'enveloppe Gamma est recalculé à chaque échantillon sans le facteur −1/ln(altitude) appliqué dans le cas normal : avec une altitude différente de 1/e, la part Gamma change donc de temps dès que la Shape quitte 1. Est-ce voulu ? (page 137)
16. Avec Shape = 0, l'enveloppe fait un seul saut de (1 − altitude) au début de chaque phase, puis reste figée tant que la position n'est pas revenue au début ; le graphe de forme affiche un palier. Faut-il présenter ce cas comme un effet utilisable, ou le déconseiller ? (page 141)
17. En enveloppe découplée et en Gamma, la courbe des deux sens est avancée à chaque échantillon, avant le retour du sens inactif : la vitesse de retour effective y est Ret Spd − 1, si bien qu'au réglage par défaut (1) la position ne redescend jamais (elle reste plafonnée à Ret From), alors qu'en branché elle revient au début. En découplé, la position d'attaque continue aussi d'avancer pendant les relâchements avant d'être plafonnée. Est-ce voulu ? (page 146)

18. Avec Channels Unlink supérieur à 0, le calcul de la position affichée ajoute deux fois la contribution de chaque canal : à 1, la ligne verticale se place au double de la position réelle (et toujours au double pour A/R (bs)). Pour A/R (bs), la ligne s'affiche selon l'interrupteur général du bias, et non selon l'activité de ce suiveur. Est-ce voulu ? (page 151)
19. Dans le walkthrough, vous expliquez que, pour l'enveloppe placée avant la courbe, l'attaque et le relâchement sont « à l'envers ». Dans le code actuel, l'inversion interne est compensée : Attack de A/R (in) règle la montée du niveau détecté et Release sa descente, comme décrit ci-dessus. Est-ce bien le comportement voulu ? (page 159)
20. L'enveloppe de détection est bornée à 0 dBFS (avant son volume), alors que la crête et le RMS ne le sont pas. Avec un gain d'entrée ou un Headroom élevés, ou un sidechain fort, elle ne peut donc plus suivre le niveau au-delà de 0 dBFS. Est-ce voulu ? (page 159)
21. Avec Det Mix sur min, la détection part de 1 : elle ne dépasse jamais 0 dBFS, et si les trois flux sont à −24 dB, elle vaut 1 en permanence, ce qui impose une compression constante, comme pour un signal à 0 dBFS. Est-ce voulu ? (page 165)
22. Les libellés de quatre formules ne correspondent pas au calcul : « d=sp?s:O » (avec la lettre O) conservent la destination d, pas la source s ; « d=1-d^sp » et « d=d^sp » utilisent l'exposant $s\cdot(p^2 + 1)^8$, et non s·p. Le manuel décrit le calcul réel. Faut-il corriger les libellés, ou le calcul ? (page 169)
23. En mode FIR (X Filters Taps différent de 0), dès qu'un filtre de détection est engagé, le code alimente le filtre avec le signal interne seul : FF->FB n'a alors plus aucun effet sur la détection, alors que FX fb cmp reste actif. Est-ce voulu ? (page 179)
24. Avec un lookahead actif (la delay négatif) et Sidechain supérieur à 0, la détection « future » lit le sidechain en avance seulement si un traitement de détection est engagé (filtre, Mid/Side, FX fb cmp, envoi vers DEQ/WS) ; sinon, elle lit le sidechain non avancé. Le comportement du sidechain change donc dès qu'on engage un filtre de détection. Est-ce voulu ? (page 181)
25. En mode Min, le code part de la valeur 1 avant de chercher le minimum des canaux : si tous les canaux dépassent 1 (0 dBFS dans le domaine du Headroom, ce qui arrive avec un Headroom positif ou un signal très fort), la détection reste bloquée à 1. Est-ce voulu ? (page 189)
26. Le code applique le DEQ, le WS et le DEQ 2 de la cible avant de la multiplier par le gain du compresseur. Dans la vidéo 24, vous disiez penser qu'ils étaient « normalement après ». L'ordre du code est-il celui que vous voulez ? (page 192)
27. JUCE interprète la valeur de X Filters Taps comme un ordre : le filtre a taps + 1 coefficients et un retard de taps/2 échantillons, alors que le plugin compense (taps − 1)/2. D'après le calcul, ce demi-échantillon de décalage limite l'atténuation des filtres obtenus par soustraction (avec FX High Cut, à 44,1 kHz : environ −43 dB à 100 Hz, et seulement −17 dB à 2 kHz pour une coupure à 5 kHz), et le coefficient central, placé à côté du centre réel, crée un plancher qui remonte avec la fréquence de coupure (environ −46 dB pour un passe-bas à 5 kHz). Faut-il passer taps − 1 à JUCE ? (page 197)
28. En mode FIR, un filtre n'est recalculé que lorsque « sa » fréquence change (ou les taps, la fenêtre, le bêta, le suréchantillonnage). D'après le code, régler FX Low Cut avant FX High Cut laisse le second filtre de la bande non calculé, et remettre FX High Cut à 0 alors que FX Low Cut est actif laisse le filtre sur l'ancienne fréquence de FX High Cut ; toucher ensuite l'autre fréquence, ou X Filters Taps, corrige la situation. Pouvez-vous le vérifier à l'écoute ? (page 197)

29. Avec la fenêtre flatTop, la fenêtre de JUCE n'est pas normalisée (sa valeur centrale vaut 4,6) : d'après le calcul, le passe-bas a un gain allant jusqu'à +13 dB dans sa bande passante, et les filtres obtenus par soustraction (FX High Cut, bandes) amplifient au lieu de couper. Faut-il retirer cette fenêtre du menu ? (page 199)
30. Le code tronque beta à l'entier : seules les valeurs 0, 1, 2… 12 ont un effet, alors que le potentiomètre avance par pas de 0,01. Est-ce voulu ? (page 199)
31. Env Pow Unpow élève aussi à la puissance p le gain visé tel qu'il est affiché (ligne violette de l'historique et courbe du graphe pendant le fonctionnement), et tel que le reçoivent le designer optique (source « courbe ») et le bias. Est-ce voulu, ou seule l'entrée des suiveurs devait-elle être modifiée ? (page 207)
32. Le temps de l'opto est divisé par e^severity + R. Lorsque l'enveloppe dépasse 0 dB (Env Offset positif, GR Min positif…), R devient négatif ; si e^severity + R devient négatif, le temps devient négatif et le suiveur optique diverge. Dans une simulation fidèle du code (severity 1, enveloppe à +3,5 dB, Opto 1), la cible devient muette en moins de 0,1 s. Ce cas a-t-il été envisagé ? (page 218)
33. La mémoire du délai contient 16 secondes à la fréquence de l'hôte, mais le retard est compté à la fréquence suréchantillonnée. Avec un suréchantillonnage ×8, un retard de 2 s revient à un retard d'un seul échantillon ; avec ×16, tout retard supérieur à 1 s est raccourci. Est-ce voulu ? (page 233)
34. Fet even et le biais (Fet sin x à 0) ajoutent une composante continue au produit de saturation, et aucun filtre de la chaîne ne semble la retirer ensuite. Comme ce produit est dosé par la réduction de gain, ce continu varie avec la compression. Est-ce voulu, ou faut-il conseiller de le retirer avec la bande basse de F (ws) ? (page 251)
35. Avec un Fet drive positif, Fet odd ne déforme que les niveaux inférieurs à 1/drive : au-delà, la courbe revient sur la diagonale, avec une rupture de pente visible sur le graphe (par exemple au-dessus de 0,5 avec +6 dB de drive). Est-ce le comportement voulu ? (page 253)
36. Quand la moitié de la largeur du genou dépasse le seuil (Fet Knee / 240 > Fet Thresh, par exemple un seuil de 0,2 avec un genou de 120), la zone de genou englobe le zéro et la courbe présente un petit saut au passage par zéro. Est-ce voulu ? (page 254)
37. En mode écarteur, l'amplitude de la sinusoïde est multipliée par |x × drive| à la puissance Fet Precision. Avec un drive positif et une précision élevée (par exemple +24 dB et 40), ce facteur dépasse les capacités de calcul en virgule flottante et le résultat devient infini. Faut-il borner ce calcul ? (page 259)
38. Dès qu'une bande d'un égaliseur dynamique est active, le signal est écrêté à ±1 (0 dBFS interne), avant le gain du compresseur. Avec un Headroom positif ou une bande qui monte fort, cet écrêtage s'entend. Est-ce voulu comme sécurité ? (page 268)
39. L'enveloppe de gain peut dépasser 1 (par exemple avec un Env Offset positif ou un GR Min au-dessus de 0 dB). Les coefficients des égaliseurs dynamiques sont alors extrapolés au-delà de max, et la quantité Fet gr du waveshaper devient négative (le produit de saturation est inversé). Est-ce un cas d'usage prévu ? (page 271)
40. Deux petites différences existent dans le code entre les chemins normal et inverse. La modulation Fet gr du waveshaper envoyé vers la détection reçoit, sur le chemin inverse, l'enveloppe au lieu de la réduction de gain (le côté cible est correct). Et en stéréo liée, avec une modulation active (onglet MOD & LA, chapitre 23) et les modes Channels Mix « canal 0 », « canal

1 » ou « max », la valeur de modulation du chemin inverse est cumulée au lieu d'être recopiée. Ces deux écarts peuvent créer un produit de saturation même sans hauteur d'entrée ; sont-ils voulus ? (page 287)

41. Les vidéos ne donnent pas toutes les valeurs de la démonstration (seuil, genou, temps RMS du détecteur du bias, attaque et relâchement, niveau du sinus). Pouvez-vous indiquer les réglages exacts de la vidéo d'introduction, pour en faire un preset d'exemple ? Et confirmer que l'article cité est bien « Variable-bias compression explained » du blog de Pulsar Audio, avec son lien ? (page 295)
42. Les valeurs intermédiaires de Bias +inverse produisent une bosse de niveau allant jusqu'à +1,4 dB, et le libellé « +inverse » laisse penser à un interrupteur. Les valeurs intermédiaires sont-elles pensées pour être utilisées, ou faut-il conseiller de rester à 0 ou à 1 ? (page 298)
43. En mode linéaire (Cv Lin/Db inférieur à 1), avec un ratio différent de 1, lorsque la valeur du bias vaut exactement 0 et que le coude descend jusqu'à 0 (par exemple un genou supérieur à 120 avec un seuil de −6 dB), le code divise par 0. La valeur du bias devient indéfinie et peut se propager à la détection et au son. Une valeur nulle est fréquente (silence, source « g.e » sans compression). Faut-il une protection ? (page 311)
44. Bias Fm In modifie la détection dès que l'un des cinq montants est actif, y compris lorsque seule une hauteur de sortie (Bias x base, x gr, x env) est utilisée. Un réglage de l'onglet BIAS src change alors la compression sans rapport avec la hauteur d'entrée. Est-ce voulu ? (page 314)
45. Bias input mul va de −168 à +168, mais seules les valeurs positives multiplient la détection : une valeur négative active le bias (chemin inverse compris) sans autre effet. Est-ce voulu, ou faudrait-il utiliser la valeur absolue ? (page 314)
46. Pour Monitor Input, la hauteur retirée est celle du dernier canal, appliquée à tous les canaux, et la multiplication par Bias input mul n'est pas annulée. En stéréo, avec un bias par canal (Bias out unlink à 1), le moniteur ne fait donc pas entendre exactement la détection sans bias. Est-ce acceptable ? (page 315)
47. Dans la règle « la courbe orange ne doit pas être plus forte que la rouge », s'agit-il bien de la hauteur d'entrée (valeur finale du bias, en orange) comparée à la détection finale (en rouge) ? Et faudrait-il que le graphe montre aussi le bias lorsqu'il n'est utilisé qu'en destination (Bias input add à 0), où il reste aujourd'hui à zéro ? (page 316)
48. Bias Fm On descend jusqu'à 0,000001. Avec la fusion débiaisée, le signal est divisé par cette valeur : ce qui reste de la hauteur après débiasage (par exemple avec Bias +inverse à 0, ou des gains différents sur les deux chemins) peut alors être amplifié énormément, et bias dst limit ne limite rien par défaut. Faut-il un garde-fou ? (page 325)
49. Lorsque la moitié de la largeur du genou dépasse le seuil (Bias limit knee / 240 supérieur à Bias on limit, par exemple Bias on limit à 0 et Bias limit knee non nul), le limiteur ne renvoie plus 0 pour un signal nul : sa sortie saute brusquement au passage par zéro (±0,0625 pour un seuil de 0 et un genou de 60). Cela produit un bourdonnement ou un bruit. Est-ce voulu ? Est-ce l'origine de la « nouvelle sorte de bruit blanc » de la vidéo sur la fusion ? (page 327)
50. En position « pre », le débiasage retire la hauteur B, alors que la sortie contient B × e (la hauteur a été multipliée par le gain du compresseur). Avec Bias +inverse à 0, ou des gains différents sur les deux chemins, il reste donc un décalage −B × (1 − e) / Fm On qui suit la réduction de gain. Est-ce voulu, comme une part du produit de saturation, ou faudrait-il retirer B × e ? (page 329)

51. Le « tableau des 32 combinaisons » annoncé dans la vidéo n'est pas dans le plugin. Pouvez-vous en donner le lien ou le contenu, et préciser les cinq choix binaires qui le composent ? Les tableaux ci-dessus montrent par exemple qu'avec Bias +inverse à 1 et Bias Fm On à 1, la fusion bs ou ub ne change rien : cela expliquerait qu'une dizaine seulement des 32 combinaisons soient utiles. (page 333)
52. Avec Channels Unlink supérieur à 0, le maintien du détecteur par canal est appliqué au signal non redressé : le maximum ne retient que les crêtes positives et le minimum les crêtes négatives, contrairement au mode lié. De plus, en reverse avec une fenêtre de maintien non nulle, la mémoire du maintien du détecteur par canal n'est pas créée et le détecteur anticipé par canal vaut 0. Est-ce voulu ? (page 350)
53. La ligne à retard contient seize fois la fréquence d'échantillonnage de l'hôte, soit une seconde seulement au suréchantillonnage ×16. Avec ×16 et une la delay proche de ±1 s (plus le retard des filtres FIR), le retard demandé dépasse la ligne et le retard réellement lu est faux. Faut-il limiter la delay dans ce cas ? (page 354)
54. Modifier la delay, la det pk ou la env pk recrée les mémoires du maintien pendant que le son est en cours de calcul. Cela peut-il provoquer des clics, voire un plantage, en cours de lecture ? Faut-il conseiller de régler ces trois paramètres lecture arrêtée ? (page 354)
55. Avec l'école « enveloppe », seul le gain final est remplacé par le gain futur. L'enveloppe du designer optique (onglet GR (cv), chapitre 15) reste calculée par la chaîne présente, relativement au gain présent, et n'est donc pas anticipée. Est-ce voulu ? (page 355)
56. Les deux sources DEQ portent le même libellé, « deq mod », dans l'interface et dans l'automation de l'hôte. Un libellé distinct pour la troisième (par exemple « deq2 mod ») serait-il préférable ? (page 363)
57. Si la valeur de modulation est négative (amplitude élevée) et que mod pow est différent de 1, le calcul de la puissance ne donne pas un nombre (NaN), et cette valeur reste ensuite prisonnière du lissage. Faut-il borner la valeur de modulation à 0 avant la puissance ? (page 365)
58. Avec Ratio Sens à −1, le code calcule la modulation du ratio même quand mod ratio vaut 0 : la quantité ajoutée vaut alors 2/Ratio × m, si bien qu'au repos (m = 1) la pente redevient positive (+1/Ratio) et que, sans source active, elle dépend d'une valeur de modulation non calculée. Le ratio négatif obtenu par Ratio Sens −1 ne devrait-il pas être indépendant des modulations ? (page 369)
59. Sans aucune source active, mod ratio, mod gate (et mod attack ou mod release si un Auto de l'onglet A/R (cv) est actif) utilisent une valeur de modulation qui n'est pas calculée : en mode lié, elle est indéterminée ; en mode délié, elle reste figée sur sa dernière valeur. Faut-il neutraliser ces cibles quand aucune source n'est active ? (page 371)
60. Ces 21 presets contiennent des réglages d'anciennes versions (par exemple mu_reverse, var, fet_ciseau, courbe_mix) à une valeur non neutre, que la version 1.0.3 ignore : sonnent-ils encore comme prévu ? Par ailleurs, 65 presets sont incomplets et héritent donc de valeurs du réglage précédent : souhaitez-vous les réenregistrer avec la version 1.0.3, pour que chacun contienne tous les réglages ? (page 382)
61. slate_fg2a porte l'Env Offset le plus fort des 80 presets (−0,55), alors que waves_la2a n'en a pas : le LA-2A dont vous parlez dans la vidéo française est-il le FG-2A ? Avec le seuil, le ratio et la

courbe par défaut, cet offset atténue le signal de 6,9 dB au repos et rend la cible muette quand le niveau détecté atteint 0 dBFS : est-ce bien l'effet recherché ? (page 392)

62. Dans mixland_vacattack, bias amp vaut 0 : le produit du bias est annulé avant ses filtres et, sans hauteur d'entrée, le bias n'a aucun effet audible. Les réglages des onglets BIAS src, BIAS dst et F (bs) ne servent donc à rien, sinon à doubler la charge de calcul (chemin inverse actif). Est-ce voulu ? (page 396)
63. Le preset dmg_trackcomp_76a (enveloppe découplée, Attack Shape 3,08, Att Ret From 1,19, Att Ret Spd à 1) doit son attaque rapide au comportement signalé au chapitre 12 : en découplé, la position sur la courbe d'attaque ne revient jamais au début. Si ce comportement est corrigé, chaque attaque repartira du début de la courbe en S (premier décibel en 11,6 ms au lieu de 0,15 ms) : faudra-t-il revoir ce preset ? (page 404)
64. Deux réglages surprennent. Dans pulsar_1178, l'offset de −0,4 combiné à la courbe linéaire 4:1 à −20 dB fait baisser le niveau de sortie quand l'entrée dépasse environ −12 dBFS en régime établi (−35 dB de gain sur un sinus à 0 dBFS) : est-ce voulu ? Dans korneff_comp2, les dosages deq, ws et deq de l'onglet OUTPUT sont à 0, si bien que Fet Precision 25 et fet amp −0,5 n'ont aucun effet audible : faut-il les retirer, ou le waveshaper devait-il être entendu ? (page 409)
65. Aucun module de T-RackS ne s'appelle « Vintage », et le preset n'a ni bias, ni feedback, ni waveshaper : seuls ses égaliseurs dynamiques le distinguent. Quel module (et quel réglage de ce module) tr_vintage imite-t-il ? (page 415)
66. Dans arturia_tube-sta, Bias input add vaut 0,0000038 et ne semble servir qu'à activer le module. Bias limit knee (25, soit 0,21 en amplitude) dépasse le double de Bias on limit (0,054) : le limiteur renvoie environ ±0,006 (−44 dBFS) pour un signal faible, cas signalé au chapitre 21, ce qui ajoute un grain aux graves des passages calmes. Est-ce voulu ? (page 418)
67. Quel plug-in (SSL Native Bus Compressor 2, sa première version, une autre émulation) et quels réglages de ce plug-in ont servi pour chacun des cinq presets ssl ? Que signifient « 1 », « 2 », « b », « f » et le « _ » final ? Le texte suppose que « b » désigne Bias input mul et « f » le feedback. (page 429)
68. ssl_1_b et ao_dbcomp sont enregistrés avec Analyse SC cochée et Phase décochée : au chargement, la sortie est inversée en polarité. Est-ce voulu, ou faut-il réenregistrer ces deux presets avec Phase cochée et Analyse SC décochée ? (page 431)
69. Le preset slate_fgstress repose sur Fet odd 1,3 avec un Fet drive de +6 dB, cas signalé au chapitre 17 où la courbe ne déforme que les niveaux inférieurs à 0,5 et rejoint ensuite la diagonale avec une cassure. Si ce comportement est modifié, le caractère du preset changera : faut-il le prévoir ? (page 442)
70. Dans arturia_diode, Fet env à 1 (avec Fet gr à 1) rend la saturation constante, et le produit ne garde que son grave sous 100 Hz, retranché (fet low mix −0,97, fet src mix 0). Le waveshaper agit alors surtout comme une atténuation du grave des signaux faibles (environ 6 dB), plus que comme une saturation. Est-ce l'effet recherché ? (page 446)
71. Le SILIKA est connu pour ses distorsions (diodes Zener ou germanium, transformateurs, bouton Fury), mais kush_silka n'engage aucun module de saturation. L'imitation porte-t-elle volontairement sur la seule compression, la couleur étant laissée à l'utilisateur ? (page 447)

72. Le preset softube_weiss imite-t-il bien le Weiss Compressor/Limiter de Softube, et non un autre plugin Weiss de Softube (le maximiseur MM-1, par exemple) ? Le nom du preset ne précise que la marque. (page 451)
73. Dans massenbug_drc2_piano, l'Attack de l'onglet A/R (la) vaut 13 ms, mais env->la.env est à 0 : le suiveur dédié du lookahead n'est pas calculé et ce réglage n'a aucun effet. Est-ce un reste d'exploration, ou fallait-il garder une part d'école « enveloppe » ? (page 455)
74. Avec Env Offset à −0,303 sur une courbe linéaire (seuil −20 dB, ratio 4), le preset voxengo_polysquasher3 atténue le signal de 3,1 dB au repos, et sa sortie en régime établi diminue quand le niveau détecté dépasse le seuil (environ −23 dBFS au seuil, −33 dBFS à 0 dBFS). Cette sur-compression correspond-elle à ce que vous avez observé sur Polysquasher, ou la valeur de l'offset est-elle à revoir ? (page 464)
75. Le preset caelumçsmmov vise-t-il bien Caelum Audio Smoov (« ç » tapé à la place de « _ », « smmov » pour « smoov ») ? Par ailleurs, il règle Mu Min Rel à 6,907 mais laisse Env->Mu à 0 : l'enveloppe Mu n'étant pas calculée, ce réglage est sans effet dans la version 1.0.3. Fallait-il activer Env->Mu ? (page 467)
76. Le preset kazrog_true-iron est enregistré avec Phase décoché, c'est-à-dire la polarité inversée, comme ao_dbcomp et ssl_1_b. Est-ce voulu (polarité du plugin imité) ou un reste de la séance d'analyse, où ce bouton sert à écouter la différence ? (page 476)
77. Dans kiive_filk2_saturation, le chemin inverse du bias (actif par défaut) recombine les deux chemins par leur différence : la partie paire du waveshaper, dont l'harmonique 2 réglée par Fet even à −1, s'annule en grande partie, sauf dans la mesure où les deux chemins compressent différemment. Cette harmonique paire devait-elle s'entendre (auquel cas Bias +inverse à 0 la rendrait) ? (page 477)