



COMPRESSION ADAPTIVE ET DSP

Quelques informations utiles pour apporter la satisfaction maximale au patient

On dit parfois que la compression et le traitement du signal sont l'alpha et l'oméga de la correction auditive de qualité. Leur importance est donc capitale dans l'appareillage. Compression et DSP seront donc un peu comme le château-fort prothétique permettant à votre patient d'affronter sereinement les tempêtes acoustiques que sont les environnements bruyants, tout en répondant à sa demande première : confort et intelligibilité. Bien sûr, le choix des paramètres acoustiques (dôme/embout, évent) sera un peu comme les fondations sur lesquelles ce château sera bâti, et il vaut mieux qu'elles soient solides ! (Cf. Zoom sur le choix des paramètres acoustiques).

Le traitement du signal a fait des immenses progrès ces dernières années, particulièrement depuis la mise au point de l'algorithme DSP sur la plateforme Xperience, et sa version 2.0 en double flux sur la plateforme Augmented Xperience. De même, les algorithmes de compression ont aussi beaucoup progressés, et le choix historique Duale/Syllabique a été avantageusement remplacé par la compression adaptative, aujourd'hui elle aussi en double flux sur la plateforme AX.

Nous ferons un tour d'horizon explicatif sur notre gestion de la compression et du traitement de signal, et sur leur interaction.

1) LA COMPRESSION : LE CHOIX SYLLABIQUE, DUALE OU ADAPTATIVE

LA COMPRESSION SYLLABIQUE est la plus répandue en audioprothèse, car c'est celle qui a été utilisée lors de l'élaboration des cibles internationales de préréglage NAL et DSL. Elle est donc disponible pour tous les appareils du marché. Sa particularité est d'être très réactive aux changements d'intensité des sons externes (*temps d'attaque 4 ms*), assurant ainsi un ajustement très précis du gain en fonction du niveau d'entrée. Elle est donc capable d'appliquer, par exemple, plus de gain sur la consonne «t» (*son faible*) que sur la voyelle «a» (*son fort*) du mot «matin», en réajustant le gain entre les syllabes. D'où son nom.

- **Dans un environnement calme**, elle permet une meilleure perception des consonnes faibles de la parole, améliorant ainsi son intelligibilité en cas de fort recrutement quand la dynamique résiduelle du patient est étroite. Elle donne une sonorité douce, un peu feutrée.
- **En environnement bruyant**, la rapidité de son action réduira l'émergence des syllabes sur le bruit, dégradant ainsi l'intelligibilité de la parole, surtout si le CR (*rapport de compression*) est plus fort que nécessaire.

LA COMPRESSION DUALE, disponible uniquement dans Connexx, utilise par défaut des temps de réaction plus longs (*80 ms*), mais qui peuvent switcher sur des constantes temporelles plus courtes en cas de montée brutale du niveau d'entrée (*claquement de porte par exemple*). C'est ce double jeu de constantes de temps qui lui a donné son nom de Duale.

- **Dans un environnement calme**, elle préserve l'enveloppe temporelle du signal vocal, améliorant ainsi sa reconnaissance et donc l'intelligibilité, quand le recrutement est faible ou modéré (dynamique résiduelle large ou moyenne).
- **En environnement bruyant**, la relative inertie de son action préservera l'émergence des syllabes sur le bruit, préservant ainsi l'intelligibilité quand le recrutement est faible ou moyen.
- **Dans le calme comme dans le bruit**, elle apportera du confort auditif en cas de bruit fort soudain en activant son jeu rapide de réactivité.

En résumé, la Syllabique se justifie dans le calme sur les fréquences où la dynamique est étroite (≤ 30 dB), et la Duale dans tous les autres cas.

LA COMPRESSION ADAPTATIVE de Signia est beaucoup plus récente (*depuis micon*), et se présente un peu comme une super Duale ! En effet, au lieu d'avoir juste deux jeux de constantes temporelles, elle présente un continuum dans sa réactivité pouvant aller de 4 fois plus rapide que la Syllabique (*1 ms*) jusqu'à 20 fois plus lente que la Duale (*1.500 ms*). Un algorithme spécifique de gestion des constantes de temps permet d'ajuster, en continu, la réactivité des compressions à la situation acoustique, pour maximiser les avantages de la Duale : intelligibilité et confort d'écoute.



Le retour très positif des audioprothésistes nous a convaincu de la proposer par défaut pour tous les pré réglages, y compris NAL et DSL. Les patients apprécient la plus grande clarté de parole qu'elle apporte, particulièrement dans les environnements acoustiquement difficiles.

Avec les pré réglages NAL & DSL, il est cependant possible de la désactiver si vous souhaitez revenir à la compression d'origine de ces formules, la syllabique. Cela peut en effet se justifier sur certains renouvellements en NAL ou DSL, pour préserver les anciennes habitudes acoustiques du patient un peu âgé. Si certains patients indiquent trouver les voix un peu agressives, ce mode syllabique, systématiquement très rapide, peut offrir une sonorité de parole plus douce sur des dynamiques résiduelles étroites (≤ 30 dB).

Avec le pré réglage Signia Fit (le pré réglage fabricant : XFit, AXFit, ...) elle est indispensable car les cibles de gain sont basées sur les sonies spécifiques apportées par la compression adaptative. Ici, la visualisation des CR (*rapports de compression*) a été supprimée car elle générerait de mauvaises interprétations. En effet, cette compression étant beaucoup plus lente par défaut que la syllabique, les rapports de compression n'ont pas les mêmes effets. Par exemple un fort CR, réputé désastreux pour l'intelligibilité dans le bruit en syllabique, ne l'est pas du tout en adaptative car les longues constantes temporelles préservent les émergences syllabiques, et réduisent objectivement l'effet compressif. Les constantes de temps adaptatives de ce mode de compression le rapprochent d'un fonctionnement en gain linéaire flottant.

Avec le pré réglage Signia Fit, et uniquement avec ce pré réglage, la compression est doublement adaptative. C'est-à-dire qu'elle gère automatiquement non seulement les CT (*constantes de temps*), mais aussi les CK (*seuils d'enclenchement*). Ce deuxième automatisme permet, dans les environnements difficiles, de réduire le gain des sons faibles en relevant les CK, ce qui éloigne les bruits lointains, le bruit de fond, et fait mieux émerger les niveaux vocaux. Le signal vocal lui, parce que moins comprimé par les CT adaptatifs, voit ses émergences syllabiques préservées.

En résumé, la compression adaptative est recommandée, car elle s'adapte automatiquement à l'environnement acoustique pour garantir le meilleur équilibre entre émergence syllabique et confort d'écoute.

2) RÉGLAGE SIMPLIFIÉ DE LA COMPRESSION ADAPTATIVE

On l'a vu les CK et CT se sont pas réglables de façon fixe, car en constants réajustements. L'efficacité de la compression se gèrera donc en ajustant, par bandes de fréquences, les gains des 3 niveaux d'entrée, 50, 65 & 80 dB. Après la première adaptation, le patient peut être gêné par certains bruits ou certaines confusions phonémiques. En plus des débruiteurs spécifiques, du DSP et de l'équaliseur, la compression aussi permet de répondre à ces difficultés.

Pour réduire un bruit gênant, vous pouvez baisser le gain correspondant à la zone fréquentielle du bruit et à l'intensité de sa captation par les micros des appareils. Pour un **bruit de circulation automobile** gênant par exemple, on sait que c'est un bruit grave <1kHz et on appréciera son intensité aux micros des appareils pour choisir celui des trois gains à réduire (50, 65 ou 80 dB) [Fig. 1]. De même pour un **bruit de vaisselle** par exemple, selon la distance on appréciera la distance et les obstacles entre la source de bruit et les appareils pour choisir le gain des aigus à diminuer. Bien sûr, ces réductions de gain ne seront que de quelques dB.

Vous utiliserez la même méthode pour répondre à des difficultés d'intelligibilité dues à des confusions phonémiques, mais avec la sélectivité fréquentielle maximale [Fig. 2]. Vous noterez les consonnes non perçues et celles qui les ont remplacées, au cours de quelques listes de vocale en champ libre. On augmentera le gain sur la fréquence de la consonne non perçue, et on baissera légèrement celui de la consonne remplaçante si elle est semblable systématique.

Pour déterminer le positionnement des phonèmes français sur l'audiogramme, vous pouvez vous référer au simulateur de perte auditive de Connex en page d'accueil [Fig. 3].

Par exemple, si vous prononcez «**sac**» et que le patient répond «**chaque**» ou «**Jacques**», vous pourrez augmenter le 6 kHz et, éventuellement, réduire le 4 kHz. Dans un premier temps, l'augmentation sera de 2-3 dB et la réduction d'1-2 dB.

Si le patient se plaint de confusions des mots lors de conversations à faible distance, on fera la vocale de contrôle à 65 dB et les corrections de gain aussi. Par contre si les confusions sont sur les voix émises à quelque distance, la vocale et la gestion des gains se fera à 50 dB.

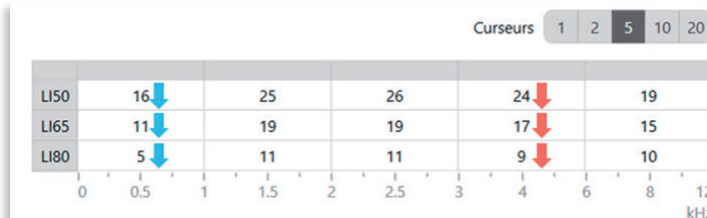


Fig. 1 : Compressions sur 5 bandes fréquentielles

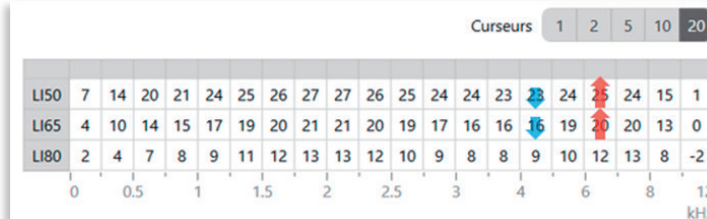
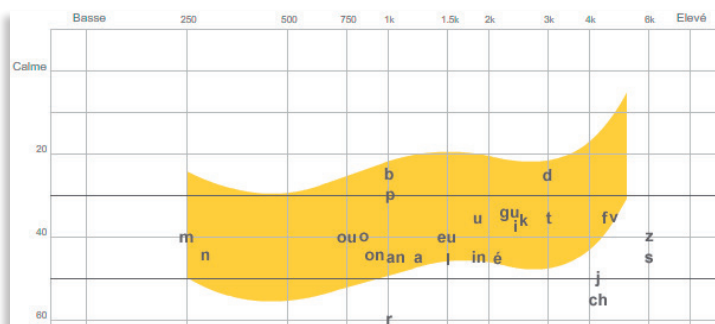


Fig. 2 : Compression sur 20 bandes fréquentielles



3) LE TRAITEMENT DU SIGNAL : LES NOUVEAUX ALGORITHMES DSP & DSP 2.0

LA NOUVELLE PHILOSOPHIE DE TRAITEMENT DU SIGNAL

Jusqu'à la plateforme Nx, le traitement du signal était composé de deux entités indépendantes, réglées séparément : les réducteurs de bruits communs et les directivités microphoniques. Ces différents algorithmes s'activaient ou se désactivaient en fonction des 6 environnements sonores reconnus, et leur efficacité ne pouvait évoluer une fois réglée dans Connexx.

Sur les deux dernières plateformes X et AX, sont maintenant reconnus 127 scénarios acoustiques différents, et il est logiquement devenu nécessaire d'avoir beaucoup plus de finesse dans la gestion de ces algorithmes de traitement du signal, d'où la création du DSP (*Dynamic Soundscape Processing*). **Avec le DSP, les débruiteurs et directivités sont maintenant gérés de façon coordonnée, et surtout leur efficacité est maintenant automatiquement ajustée** selon le scénario acoustique détecté.

Avec l'introduction du DSP, la philosophie de traitement du signal a évolué. Avec les plateformes précédentes le but du traitement de signal était de maximiser l'émergence du signal sur le bruit. Cependant, maximiser ce RSB nécessite une forte atténuation qui déforme un peu les bruits. Or les bruits non reconnus attirent l'attention auditive. **Le DSP, pouvant gérer automatiquement l'efficacité des différents débruiteurs et directivités, utilise leur synergie pour baisser moins fortement les gains sur les bruits et donc moins les déformer. Ainsi les sons et bruits de l'environnement, mieux reconnus, sont plus efficacement filtrés par le système auditif du patient.** Le DSP aide le cerveau à mieux travailler. Et la sonorité globale des sons est jugée par le patient nettement plus naturelle.

Comme exemple illustratif de cette nouvelle philosophie, imaginez un touriste se faisant un selfie avec la Tour Eiffel dans le fond. Le signal utile ici c'est le visage, et l'environnement c'est Paris avec sa tour. «Maximiser le RSB» reviendrait à tellement réduire l'environnement, que sur la photo personne ne remarquerait que le touriste est à Paris car tout l'environnement serait flou. Or c'était probablement l'intérêt du selfie !

La plateforme AX, elle, utilise deux processeurs distincts pour traiter les sons utiles et d'ambiance, **mais avec toujours la même philosophie de traitement du signal pour le DSP 2.0 : aussi peu que possible mais autant que nécessaire.**

LES DEUX MODES DE RÉGLAGE DU TRAITEMENT DU SIGNAL

On l'a vu le DSP gère, un peu à la manière d'un chef d'orchestre, les différents algorithmes de traitement du signal : les 4 modes directionnels et le TPB [Fig. 4]. Ce TPB regroupant d'ailleurs 3 algorithmes pour 3 types de bruits communs : bruits stationnaires seuls, bruits stationnaires avec parole et bruits fluctuants de type brouhaha. Pour info, les séries (*niveaux de performance*) 3 et 2 ne bénéficient pas du réducteur de bruits fluctuants.

Les autres débruiteurs [Fig. 5] ne sont pas inclus dans le DSP car ils s'activent sur des bruits très spécifiques : de vent, d'impact, Larsen et réverbérations. Vous les réglerez selon la sensibilité du patient à ces types de bruit. Lors d'un primo appareillage, un réglage au minimum de l'eWindScreen après le préréglage vous laissera plus de marge pour améliorer la sensation du patient dans le vent.

Le DSP est donc le mode privilégié de réglage du traitement du signal et c'est celui par défaut au préréglage. En effet, il intègre la nouvelle philosophie, décrite ci-dessus, pour un fonctionnement plus physiologique, plus respectueux du travail de filtrage cérébral.

L'autre mode de réglage du traitement du signal est le mode traditionnel, celui en cours jusqu'à la plateforme Nx. Dans ce mode, tous les algorithmes sont réglés individuellement et fonctionnent de façon séparée. Pour accéder à cet ancien mode, vous devez déverrouiller les réglages [Fig. 4]. **Attention, déverrouiller les réglages réduit fortement l'efficacité du DSP.** Dès lors, vous imposez un fonctionnement bloqué à la position de réglage choisie dans Connexx. Ce mode ne se justifie guère que pour les renouvellements d'appareillages anciens avec peu ou pas de traitement du signal, sur certains appareillages pédiatriques et sur une transmission pure.



Fig. 4 : Algorithmes de traitement du signal gérés par le DSP



Fig. 5 : Algorithmes de traitement du signal non gérés par le DSP

4) L'INTERACTION ENTRE AGC ET DSP

Le rôle des débruiteurs est de baisser le gain des signaux potentiellement gênants pour le patient. La valeur en dB de cette baisse de gain dépend essentiellement du RSB de canal fréquentiel considéré, de son index d'articulation (*càd l'importance de ce canal fréquentiel pour l'intelligibilité*) et de l'intensité du bruit.

Cependant, la sensation sonore résultant d'une réduction de gain n'est pas la même selon la dynamique résiduelle. Par exemple, si un débruiteur baisse le gain de 3 dB, ce sera perçu comme un peu moins fort pour un normoentendant, mais deux fois moins fort pour celui qui a 40 dB de dynamique résiduelle. **Ainsi il est nécessaire que la baisse de gain du débruiteur tienne compte de la dynamique du patient.**

Il ne sera cependant pas nécessaire de réduire l'efficacité du DSP (*ou des débruiteurs*) en cas de perte sévère ou de le désactiver pour la perte profonde. En effet, chronologiquement **le DSP étant placé avant le bloc AGC, le rapport de compression modulera automatiquement l'efficacité du DSP.** Avec un rapport de compression de 2.5 par exemple (*perte sévère et dynamique étroite*), une baisse de gain de 6 dB par le débruiteur ne génère que 2.4 dB de baisse en sortie. **Vous pouvez donc utiliser sans risque le DSP même sur des pertes sévères à profondes ; et de manière identique sur les deux côtés d'un appareillage sur une perte asymétrique.**