

Phonak Insight

Traitement du signal de la Génération Spice de Phonak Une nouvelle génération de classification du son et de directivité

Introduction

Vaut-il mieux être plus grand ou plus petit? Cette question n'a évidemment pas de réponse, car tout dépend de la dimension de référence. Plus grand est clairement mieux s'il s'agit de la puissance de traitement d'une plateforme Phonak – la technologie de base de toute une génération d'aides auditives, comptant la puce électronique, les fonctions de traitement du signal, le design mécanique et le logiciel d'appareillage.

La nouvelle plateforme de la Génération Spice de Phonak a une puissance de traitement double de celle de la plateforme précédente, celle de la génération CORE. Cette puissance supplémentaire, déjà exploitée par la première vague d'aides auditives Spice, est la base de traitements acoustiques d'avant-garde et d'aides auditives innovantes.

Peut-on avoir trop de puissance de traitement?

Avez-vous déjà entendu quelqu'un dire: Non merci, mon ordinateur est assez rapide, veuillez garder ces gigahertz supplémentaires; et comme j'ai aussi assez de mémoire, je n'ai pas besoin de cette autre carte-mémoire. Pendant que vous y êtes, vous pouvez reprendre ces 100 gigaoctets de disque dur. On n'entend jamais ce genre de commentaires. Quand l'équipe de développement de Spice a commencé à formuler des idées pour améliorer les performances au service des utilisateurs et des audioprothésistes, les ingénieurs produits ont aussitôt esquissé une nouvelle plateforme ayant deux fois la puissance de traitement de CORE. Sur ces bases solides et en partageant la même vision, la collaboration constante entre tous les membres de l'équipe de Recherche et Développement de Phonak a conduit à la plateforme révolutionnaire Spice.

La meilleure façon d'apprécier quelque chose de nouveau est en général de le comparer à ce qui existe déjà. La figure 1 montre l'évolution des dimensions physiques des trois dernières plateformes Phonak. Le nombre de transistors sur chaque plateforme tend à augmenter et sa résolution tend à diminuer. La capacité de traitement est d'autant plus grande que le nombre de transistors est élevé. Plus la structure sera fine, plus on pourra intégrer de composants sur la puce et plus sa consommation sera faible pour le même traitement.

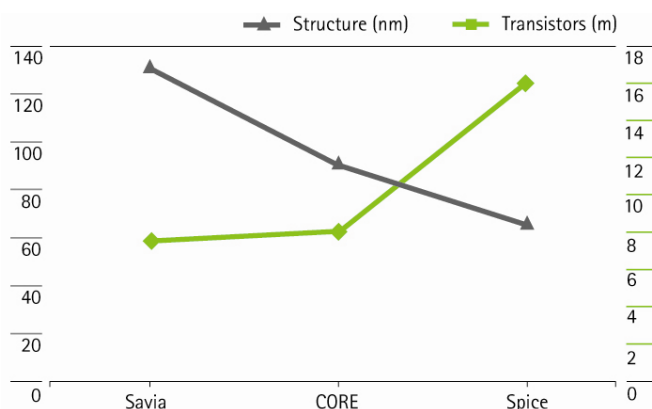


Figure 1 – Evolution des principales dimensions physiques.

La figure 2 présente une image comparable pour certains paramètres clés du traitement. En doublant presque le nombre de MOPS (millions d'opérations par seconde) de CORE à Spice, la puce de la nouvelle génération est deux fois plus efficace.

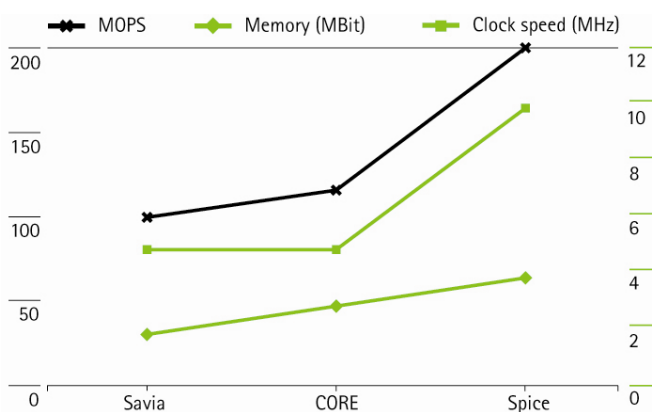


Figure 2 – Evolution des paramètres clés du traitement.

Les aides auditives Phonak ouvrent vraiment la voie, en profitant totalement des composants disponibles dans la plateforme sur laquelle elles sont construites. Ce Phonak Insight explore certaines des innovations dans le traitement du signal, que ce bond en avant de la puissance de traitement a permis de réaliser.

Classification précise de l'environnement sonore

Imaginons un instant la première d'une nouvelle représentation dans une salle de concert, sous l'angle de trois personnages différents. Tout d'abord, l'ouvreur qui place les spectateurs. Il est très occupé 10 minutes avant le lever de rideau, mais il y a toujours des retardataires qu'il faut placer quand le concert est commencé. L'ouvreur doit impérativement comprendre clairement un retardataire, afin de déranger le moins possible les spectateurs déjà installés. Considérons maintenant une seconde personne, passionnée de musique et abonnée à la salle de concert. Elle a beaucoup de plaisir à venir à la première et savoure les premiers accords, fruits de semaines de répétitions. Considérons enfin un troisième personnage, le chef-éclairagiste de la salle de concert, qui doit veiller à ce que le projecteur éclaire toujours le chanteur vedette. Il est placé juste au-dessus des enceintes acoustiques et doit contrôler avec précision la direction des projecteurs tout en faisant face à des sons intenses. Ce qui de prime abord paraît être le même environnement sonore, est très différent pour chacune de ces personnes qui ont aussi des intentions d'écoute différentes. Le traitement du signal Spice assure une classification sophistiquée du milieu acoustique et offre des possibilités d'apprentissage intuitives pour adapter avec précision la qualité d'écoute d'un utilisateur en fonction de son environnement sonore immédiat.

Exactitude et précision sont-ils synonymes?

Les aides auditives de la Génération Spice de Phonak jouissent du privilège d'avoir des capacités de traitement jusqu'alors inimaginables. Une des nombreuses fonctions du traitement du signal Spice, soulignant ces capacités, est la classification de l'environnement sonore de SoundFlow, le système automatique disponible dans chaque aide auditive Phonak (Nyffeler, 2009)¹. La plupart des aides auditives modernes classifient les environnements sonores basiques avec exactitude. La finesse des détails, ou la précision, de cette classification est toutefois un art bien plus subtil.

La classification SoundFlow de la puce Spice est réalisée en calculant 46 paramètres différents du signal incident, tels que les rapports du signal sur bruit, les niveaux des graves, les attaques et les pentes spectrales. Ces paramètres sont analysés, combinés et projetés en un point d'un modèle sonore 3D contenant 4 sphères environnementales: calme, parole dans le bruit, bruit et musique, comme le montre la figure 3.

Si un point se trouve dans une des sphères de l'environnement acoustique, il est considéré comme étant associé à 100% à cet environnement et le programme de base pur, dédié à cet environnement, est sélectionné. Si le point ne se trouve dans aucune des sphères, l'association à l'environnement sonore est calculée selon une loi d'attraction. Cette méthode fournit une cartographie naturelle de l'environnement acoustique dans un modèle sonore 3D, assurant une classification plus précise, plus fiable et plus rapide des sons incidents.

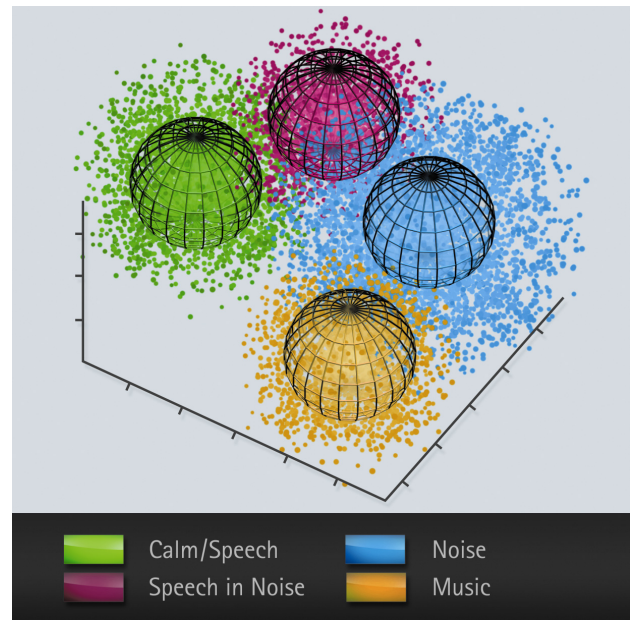


Figure 3 – Système de classification multidimensionnelle à haute définition utilisé par SoundFlow, pour un fonctionnement automatique, précis et discret.

Comme si ces calculs n'étaient déjà pas suffisamment complexes, le système de classification de l'environnement SoundFlow tient aussi compte des différences acoustiques spatiales. C'est-à-dire qu'il prend en compte vers quoi l'utilisateur est tourné. C'est ainsi que, dans la salle de concert, les voix des spectateurs impolis situés derrière la passionnée de musique seront considérées avec raison comme du bruit et ne provoqueront aucune transition vers la classification Parole dans le bruit.

Cette classification précise est recalculée en permanence, en temps réel, pour permettre à SoundFlow de composer à chaque instant un programme fusionné optimal, à partir des programmes de base multiples. De plus, les transitions entre ces programmes de base sont si douces que l'utilisateur ne les remarque même pas.

La compréhension des aides auditives arrive à maturité

La classification précise, en temps réel, de l'environnement sonore paraît très impressionnante, mais pour que le bénéfice soit tangible pour l'utilisateur, il faut prendre ses intentions d'écoute en considération. Le traitement Spice représente un aboutissement dans la façon dont l'aide auditive comprend son utilisateur.

FlexControl, une innovation révolutionnaire dans le domaine des interactions intelligentes avec l'utilisateur, permet d'ajuster les paramètres de clarté sonore et de confort auditif selon les intentions d'écoute de l'utilisateur. Revenons dans la salle de concert – l'intention de l'ouvreur est de comprendre la parole dans un niveau de bruit ambiant élevé, celle de la passionnée de musique est de vivre une expérience musicale la plus agréable possible, et l'éclairagiste recherche une audition confortable dans une situation extrêmement

bruyante, afin de se concentrer sur son travail. De simples ajustements de volume sonore ne sont pas suffisants pour que l'utilisateur exprime ses intentions auditives. FlexControl exécute des ajustements intelligents, à la fois du gain (configuration de la perte auditive, courbe de réponse requise et volume sonore) et de la purification du son (réglages directionnels, gestion du bruit du vent, antibruit ambiant et anti-réverbération). Les résultats des tests de validation ont montré que FlexControl se comportait globalement mieux dans toutes les situations sonores qu'un contrôle du volume conventionnel (Phonak SA, 2010)².

L'autodidacte SelfLearning combine la précision de la classification sonore de SoundFlow et les ajustements multidimensionnels des paramètres faits par l'intermédiaire de FlexControl. Cette convergence entre le contrôle interactif et l'adaptation automatique offre à l'utilisateur un niveau sans égal de contrôle de son aide auditive.

Deux réseaux de compression agissent en harmonie

Les processeurs de signal numérique modernes des aides auditives gèrent et contrôlent des centaines de paramètres. Ils sont très souvent interdépendants, parfois avec des effets négatifs. Ce qui distingue un processeur de signal efficace, c'est l'art d'harmoniser des centaines de paramètres différents pour éviter les artefacts et les interférences internes. Même dans le domaine aussi évolué de la compression, il est primordial de veiller à chaque détail pour procurer à l'utilisateur le maximum de clarté sonore et de confort auditif. La nécessité de réagir rapidement et exactement à différentes situations implique souvent d'utiliser un mode de compression à deux voies, avec une action lente de contrôle de gain dans l'une et rapide dans l'autre. Avec des constantes de temps brèves, la compression rapide risque cependant de brouiller les fluctuations d'amplitude du signal original et la compression lente risque de freiner la réactivité du système dans sa gestion des sons brusques, inconfortablement intenses.

Certains systèmes concurrents utilisent un processus où les deux voies de compression sont directement contrôlées par le signal d'entrée moyenné dans le temps. Comme c'est une moyenne qui détermine les réglages de compression, aucun ne peut être idéal. Revenons encore une fois dans la salle de concert et considérons le moment où le spectacle commence vraiment. Les lumières baissent et les bavardages des spectateurs s'estompent et cessent. Le projecteur trouve l'obscurité, mettant en lumière l'orchestre qui se tient prêt à prendre vie sous la direction du chef d'orchestre. D'un coup de baguette, l'orchestre attaque la partition en parfaite harmonie, inondant la salle de ses premiers accords. L'éclairagiste est alors exposé à de brusques assauts acoustiques. Dans un tel scénario, un système de contrôle basé sur la moyenne temporelle du signal d'entrée augmenterait d'abord substantiellement le niveau acoustique, avant d'appliquer la compression, comme le montre la courbe grise de la figure 4.

Le traitement de la Génération Spice de Phonak évite ce type de piège inhérent à d'autres systèmes, en séparant la détection du niveau d'entrée et le calcul de l'amplification spectrale. En calculant ces paramètres plusieurs centaines de fois par seconde, indépendamment dans chaque voie, les indices spectraux sont reproduits avec plus de précision pour suivre le rythme de l'environnement sonore en constante évolution. Le taux de compression correct est ainsi appliqué instantanément, sans transition intense, comme le montre la courbe verte de la figure 4. Au cours du concert, l'éclairagiste entendra donc les premières notes retentissant dans la salle mais pourra rester concentré sur son travail.

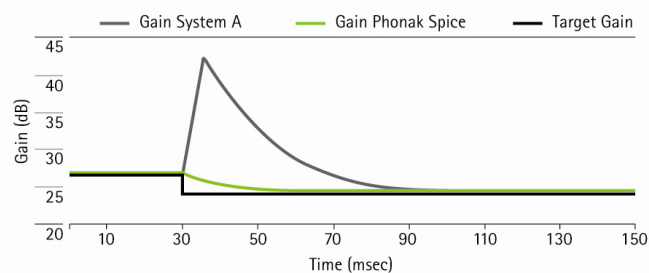


Figure 4 - Ajustements du gain en fonction du temps, en réponse à un accroissement brusque de l'intensité du signal.

De plus, ce système unique de compression duale adaptative est intégré dans le système automatique SoundFlow, si bien que le contrôle de l'amplification dépend à la fois du temps et de la situation. Les constantes de temps qui procurent la meilleure transmission du signal avec le moins de distorsion sont automatiquement sélectionnées en fonction de la situation. Ceci assure des ajustements instantanés et souples, de telle sorte que même les changements les plus brusques de l'environnement sonore sont gérés sans distorsion ni artefact.

La directivité est la passion de Phonak

Phonak a toujours été le leader des technologies des microphones directionnels. La plateforme Spice fait à nouveau franchir un pas de géant à cette référence industrielle avec deux innovations directionnelles d'avant-garde.

L'antibruit directionnel devient spatial

Traditionnellement, l'algorithme antibruit est toujours appliqué de la même façon, d'après des indices temporels, quel que soit le mode microphonique. Pourtant, en mode directionnel, l'origine de la source utile est connue et il est donc possible d'appliquer une nouvelle approche – UltraZoom avec RS/B-Plus est la nouvelle révolution dans la technologie de focalisation adaptative à canaux multiples.

RS/B-Plus est un antibruit spatial associé à UltraZoom, le focalisateur de Phonak. Contrairement à NoiseBloc, l'antibruit basé sur des indices temporels, il se focalise sur la direction de la source sonore incidente, comme le montre la figure 5.

Directivité traditionnelle



UltraZoom avec RS/B-Plus



Figure 5 – Les microphones directionnels traditionnels amplifient tous les sons situés dans le faisceau, y compris les bruits indésirables. UltraZoom avec RS/B-Plus élimine efficacement le bruit, améliorant le RSB pour les signaux vocaux frontaux.

NoiseBloc fonctionne en faisant une analyse par bande de fréquences des variations sonores en fonction du temps, réduisant le gain dans les différentes bandes où il détecte du bruit. Par contre, RS/B-Plus analyse la direction des sons incidents et, si un son utile est détecté vers l'avant, il réduit le gain des signaux provenant de l'hémisphère arrière. Contrairement à la plupart des antibruits, il préserve plus fidèlement le son frontal utile et réduit plus sélectivement les bruits arrières, même s'ils contiennent de la parole. Bien entendu, RS/B-Plus agit aussi individuellement en fonction des différentes bandes de fréquences et applique une réduction du gain adaptée aux sons réels. Combiné avec NoiseBloc, il est activé sélectivement par SoundFlow. Les deux algorithmes travaillent à l'unisson et sont ajustés à leurs niveaux individuels d'efficacité.

Un système auditif vaut-il mieux que deux aides auditives?

Avec la Génération Spice de Phonak, la réponse est clairement oui. Une innovation inédite dans le domaine de la correction auditive a été créée en combinant astucieusement les solutions directives et les possibilités sophistiquées d'échange audio large bande, sans fil, en temps réel.

Un simple microphone omnidirectionnel prélève les sons venant de toutes les directions; un effet directionnel peut être réalisé en ajoutant un second microphone. La théorie de l'acoustique nous enseigne que le niveau de directivité est d'autant plus grand que le nombre de microphones est élevé (Brandstein et Ward, 2001)³. Le problème est cependant qu'une aide auditive deviendrait plus volumineuse en multipliant le nombre de microphones. Les ingénieurs de Phonak devaient donc résoudre le problème d'ajouter d'autres microphones sans rendre l'appareil plus gros.

Les ingénieurs de Phonak sont de grands adeptes des solutions hors du commun. Ceci les a conduits à observer que l'utilisateur d'un appareillage binaural disposait déjà d'autres microphones – ceux de l'appareil placé sur son autre oreille. Il y a non seulement deux microphones supplémentaires, mais la distance relativement grande qui les sépare peut contribuer notablement à une bonne directivité dans les graves, comme le montre la figure 6.

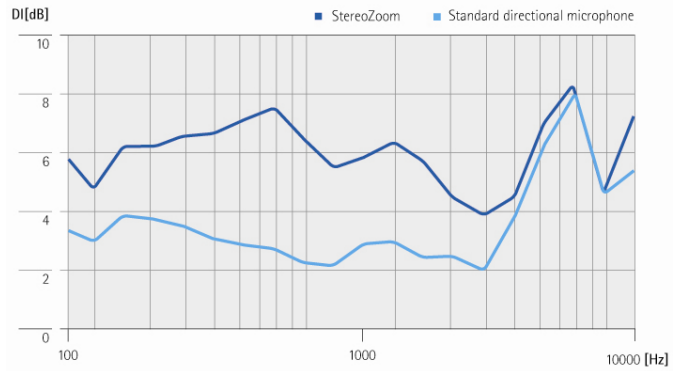


Figure 6 – Amélioration de l'indice de directivité avec StereoZoom.

Cette configuration de multi-microphones n'est en elle-même que la moitié de l'histoire. Afin que les microphones controlatéraux contribuent à la directivité, la totalité des signaux audio provenant des deux appareils doit être disponible pour un traitement intégré. Heureusement, Phonak a eu l'intuition d'introduire cette possibilité dans la précédente génération de plateforme, la plateforme CORE. Cette solution a permis de réaliser des fonctions binaurales dans les appareils CORE, telles que ZoomControl et DuoPhone. Grâce à la puissance de traitement de Spice, il a été possible de réaliser StereoZoom qui procure une meilleure intelligibilité vocale et réduit l'effort d'écoute, comme le prouvent les essais cliniques (Phonak SA, 2010)⁴. StereoZoom est un exemple classique du fait que le tout est supérieur à la somme des parties.

Résumé

La Génération Spice de Phonak montre ce que permet d'atteindre une approche holistique de l'innovation. Une multitude de fonctions de traitement du signal sont harmonieusement orchestrées dans un des composants de la plateforme, la puce électronique, créant une expérience auditive inégalée pour les utilisateurs. Ce Phonak Insight ne donne qu'un petit aperçu de tout ce que Spice permet de faire.

Références

- ¹ Nyffeler M: Software seeks to provide seamless adaptation to changing soundscapes. *Hear J* 2009;62(10):43-45
- ² Phonak SA: FlexControl – Individualisation des performances automatiques. *Field Study News* Sept 2010
- ³ Brandstein M, and Ward D. 2001. *Microphone Arrays – Signal Processing Techniques*. Berlin: Springer-Verlag
- ⁴ Phonak SA: StereoZoom – Améliorations avec les microphones directionnels. *Field Study News* Sept 2010