

AUTO ECHOSHIELD : CONFORT & INTELLIGIBILITÉ

Gestion des environnements réverbérants

La mise à jour logicielle AX Upgrade offre des améliorations aux fonctionnalités des appareils AX (Pure C&G AX et Insignia C&G AX). Ces améliorations concernent la communication téléphonique en Bluetooth® avec iPhone, la fonctionnalité OVP pour une propre voix naturelle, et l'algorithme EchoShield de confort auditif en situations acoustiques réverbérantes. Nous détaillons ci-dessous le bénéfice de notre technologie EchoShield dans les environnements fortement réverbérants, mais aussi dans des lieux plus habituels. Nous présenterons ensuite les avantages apportés par la mise à jour logicielle.

QU'EST-CE QU'UNE RÉVERBÉRATION ?

L'onde sonore se comporte un peu comme l'onde lumineuse. Quand elle rencontre des parois, elle peut être absorbée, diffusée ou réfléchi.

- Les surfaces en matériaux mous sont les plus absorbantes. Elles ne renvoient pas, ou peu, de son.
- Les surfaces en volumes complexes et les surfaces convexes sont diffusantes. Elles renvoient le son dans toutes les directions en l'atténuant.

- Les surfaces dures (verre, béton, carrelage, ...) et lisses sont réverbérantes. Elles sont de vrais miroirs pour le son, le réfléchissant avec l'angle de départ égal à l'angle d'arrivée. Dans une pièce avec ces matériaux réverbérants, le son «tourne» longtemps, à la façon d'une partie de billard complexe en trois dimensions, et décroît progressivement avant de «s'éteindre» car l'absorption de l'énergie sonore sera essentiellement due aux trajets du son dans l'air. La durée d'extinction du son est appelée «temps de réverbération». L'auditeur perçoit d'abord le son direct (ligne rouge), ensuite les réflexions sonores sur les 6 parois de la pièce (lignes vertes et bleues) [Fig. 1].

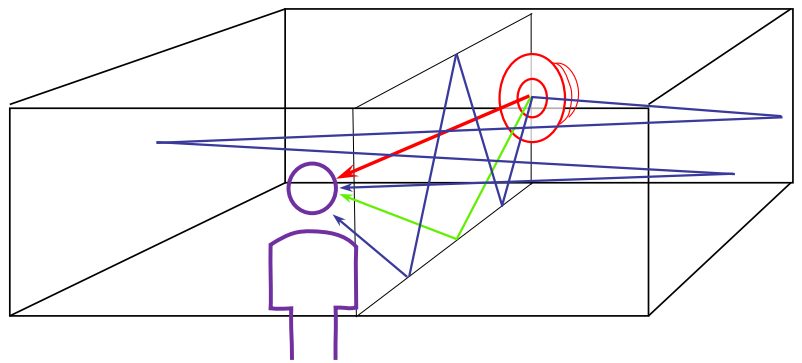


Figure 1 : — Son direct — Réverbération précoce — Réverbération tardive

LES CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉVERBÉRATION

Les réverbérations se subdivisent en deux phases [Fig. 2].

La réverbération précoce. Les ondes qui n'ont rebondi qu'une ou deux fois sur les parois arrivent assez rapidement. Elles sont légèrement plus faibles que le signal incident.

La réverbération tardive. Les ondes d'intensité variables ayant rebondi sur plusieurs surfaces arrivent avec un déphasage plus ou moins important. Leur intensité décroît plus ou moins lentement. Cette traîne sonore, plus ou moins longue, est très perceptible.

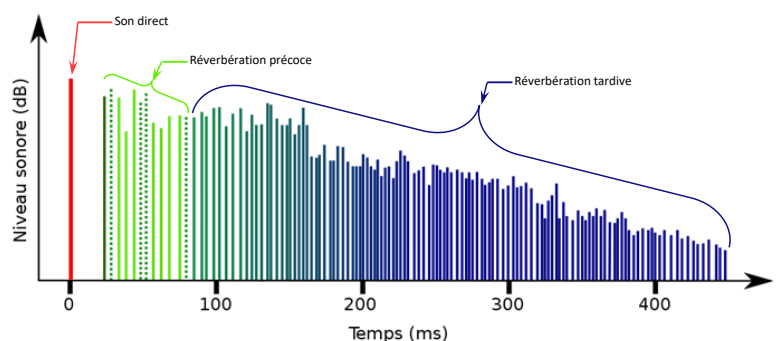


Figure 2 : — Son direct — Réverbération précoce — Réverbération tardive

LES EFFETS POSITIFS DE LA RÉVERBÉRATION PRÉCOCE SUR L'AUDITEUR

Les réverbérations ne sont pas systématiquement gênantes : précoce, elle est toujours utile, tardive, elle est souvent gênante.

En effet, **les réflexions précoces contribuent à donner une sensation réaliste de la pièce** dans laquelle on se trouve. Elles caractérisent un lieu spécifique, ses surfaces et son volume. Grâce à elles, notre système auditif reconnaît le local et s'il est plus ou moins vaste.

Une étude¹ a montré que **les réflexions précoces ont un effet positif sur l'intelligibilité de la parole**, et la rendent plus claire. En augmentant la perception de la source sonore, elles améliorent la compréhension du message de l'orateur, dans les salles de conférence par exemple.

Enfin, une **réverbération contrôlée favorise l'écoute musicale** en renforçant son ampleur et son harmonie. C'est ainsi que le degré de réverbération des salles de concert et d'opéra est ajusté pour obtenir l'acoustique souhaitée. La réverbération tardive des cathédrales est intégrée à la composition de la musique sacrée ; des effets de réverbération sont souvent ajoutés à la musique électronique moderne pour l'enrichir, l'harmoniser ou donner l'impression d'une écoute dans un lieu plus ou moins vaste.

LES EFFETS NÉGATIFS DE LA RÉVERBÉRATION TARDIVE SUR L'AUDITEUR

Dans les lieux résonants il est souvent difficile de comprendre ses interlocuteurs. Cette **perte d'intelligibilité est due aux réflexions tardives** du son sur les parois.

En effet, l'auditeur perçoit le message incident venant directement de la source, auquel vient s'ajouter une multitude de messages réfléchis plus ou moins décalés dans le temps. **Ces déphasages détériorent la qualité sonore du message incident.**

Comme toutes les fréquences ne sont pas affectées de la même façon, **ces réverbérations distordent le spectre du signal vocal initial.** Ces interférences peuvent considérablement modifier le signal vocal arrivant aux oreilles de l'auditeur, dégradant son intelligibilité.

Si plusieurs personnes parlent en même temps, les réverbérations augmentent aussi l'intensité du brouhaha, et son **effet masquant sur la voix de l'interlocuteur.**

EFFET DES AIDES AUDITIVES SUR LA RÉVERBÉRATION

Les aides auditives peuvent aggraver le problème, parce que les stratégies de compression traditionnelles créent un effet secondaire indésirable. **La compression**, en appliquant plus de gain sur les sons faibles que sur les sons forts, **amplifie plus fortement les réverbérations que le signal direct.** Les réverbérations sont suramplifiées, ce qui détériore la qualité sonore, dégrade le RSB et surtout augmente excessivement les difficultés de compréhension du patient.

Et ce problème n'est pas réservé aux grands volumes vides très réverbérants comme un

hall [Fig. 3], il se rencontre aussi dans des pièces qui ne sont généralement pas considérées comme réverbérantes, telles que son salon [Fig. 3]. À la maison aussi les réverbérations de faible niveau sont présentes dans des pièces de taille moyenne, mais de façon si subtile que l'on n'y prête pas attention. Cependant, pour le patient nouvellement appareillé, la suramplification de ces réverbérations de très faible niveau entraîne une prise de conscience de leur présence. C'est une sensation qu'il n'aime pas et à laquelle il est difficile de s'habituer.

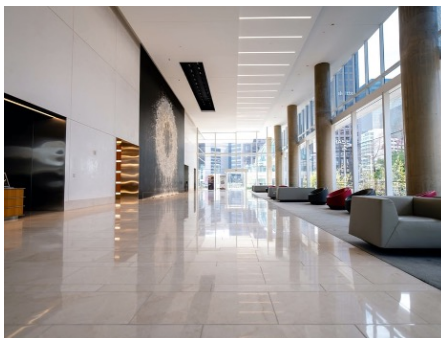


Figure 3 : Deux pièces réverbérantes, hall et salon

LA PREMIÈRE SOLUTION DE SIGNIA : ECHOSHIELD

Depuis la plateforme Primax en 2016, Signia a développé l'algorithme EchoShield qui évite la suramplification des réverbérations par la compression. L'étude clinique² de Folkeard et al. a montré que l'ajout d'un programme dé-réverbérant améliore l'intelligibilité de la parole et réduit l'effort d'écoute en environnements réverbérants.

Cependant, le programme spécifique «Pièce réverbérante» doit être sélectionné pour bénéficier d'EchoShield. Les analyses de datalogging ont montré que la majorité des patients utilisent très peu, voire pas du tout, de programmes environnementaux. Ils souhaitent en effet que leurs aides auditives s'adaptent sans qu'ils aient à se demander s'il est utile de changer de programme. Et c'est précisément ce que fait Auto Echoshield.

[1] Srinivasan et al. : The role of early and late reflections on spatial release from masking: effects of age and hearing loss – Acoustical Society of America, 2017. [2] <https://hearingreview.com/hearing-products/testing-equipment/using-de-reverberation-program-improve-speech-intelligibility-reduce-perceived-listening-effort> (P. Folkeard, V. Littmann, S. Scollie)

LA NOUVELLE SOLUTION ANTI-RÉVERBÉRATION : AUTO ECHOSHIELD

Signia s'est appuyé sur les traitements du signal séparés, grâce aux deux processeurs de la plateforme AX, pour développer Auto EchoShield. Comme son nom l'indique, ce nouvel algorithme peut maintenant s'activer automatiquement et est donc intégré au programme Universel. Le fonctionnement d'Auto EchoShield se fait en plusieurs étapes :

RealTime Room Analysis

Le RealTime Room Analysis (analyse de la pièce en temps réel) est un nouvel algorithme développé par Signia permettant d'évaluer de manière extrêmement précise le niveau de réverbération d'une pièce. Cette analyse acoustique de la pièce se fait en temps réel, et en continu. Auto EchoShield scanne constamment les sons environnants, et peut différencier avec précision le son direct, les réverbérations précoces et les réverbérations tardives dans n'importe quel local, en quelques secondes.

Activation/désactivation automatique

Suite à cette analyse, Auto EchoShield s'active automatiquement quand c'est utile. Et selon le niveau de réverbération, son action sera différenciée.

Ajustement des gains des sons faibles

En environnements faiblement réverbérants, les constantes de temps des gains adaptatifs sont automatiquement ajustées pour éviter la suramplification des réverbérations. Pour les pièces de taille moyenne comme à la maison, c'est tout à fait suffisant, mais pour les environnements hautement réverbérants, l'algorithme Auto EchoShield franchit une étape supplémentaire.

Atténuation des réverbérations tardives et maintien des précoces

Dans les locaux plus grands et résonnants, Auto EchoShield atténue les réverbérations tardives dégradant l'intelligibilité ; tout en préservant les réverbérations précoces bénéfiques à l'intelligibilité et donnant une sensation réaliste de la taille du local. Dans la Fig. 4, l'enregistrement du niveau de sortie d'une impulsion dans un environnement hautement réverbérant, enregistrée avec un Pure C&G 7AX sans l'activation d'Auto EchoShield en bleu, et avec Auto EchoShield activé en rouge. On voit nettement le maintien de la réverbération précoce et la forte réduction de la réverbération tardive.

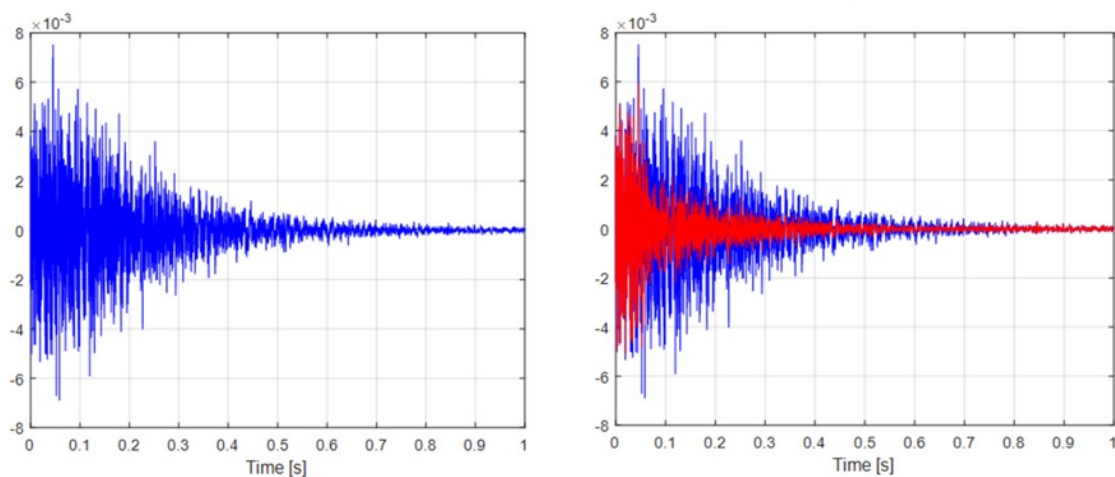


Figure 4 : Enregistrement d'une impulsion sonore avec AX sur KEMAR dans un environnement simulant une forte réverbération. En bleu sans Auto EchoShield, en rouge avec Auto EchoShield (en comparaison superposée sur le schéma de droite).

DIFFÉRENCES ENTRE AUTO ECHOSHIELD ET ECHOSHIELD

L'algorithme de l'Auto EchoShield est amélioré par rapport à celui de l'EchoShield précédent.

- L'ancien EchoShield utilise des modifications statiques qui suppriment la réverbération en général. Le nouvel algorithme Auto EchoShield lui, peut identifier et **supprimer spécifiquement les réverbérations tardives**, en temps réel. Il s'agit donc d'une approche plus précise pour ne supprimer que les effets négatifs de la réverbération, et conserver ses effets positifs.
- **Auto EchoShield utilise le traitement différencié de la plateforme AX** pour optimiser le traitement du signal. La détection et l'analyse automatiques de la réverbération dans l'environnement se font de façon globale, avant la séparation des flux. Mais les ajustements qui en résultent tirent parti du traitement différencié sur deux processeurs.
- Cependant, **le principal avantage est l'aspect automatique**. Plutôt que de devoir passer manuellement à un programme dédié dans des environnements spécifiques, Auto EchoShield fonctionne au sein du programme Universel pour analyser constamment tous les environnements et traiter les réverbérations problématiques. C'est-à-dire pas seulement les niveaux élevés de réverbération qui empêchent de comprendre la parole, mais aussi les faibles niveaux de réverbération qui causent une baisse de la qualité sonore. Et ceci, sans que le porteur ait à y penser ou à faire quoi que ce soit.

LES BÉNÉFICES DE L'AUTO ECHOSHIELD

La technologie **Auto EchoShield** fonctionne dans toutes les pièces.

- Dans des environnements extrêmes, comme une grande cathédrale, l'effet pourrait parfois ne pas être suffisant pour éliminer l'intégralité de la réverbération problématique. L'effet sera dépendant des caractéristiques du son dans l'environnement (volume, distance, etc.). Cependant, Auto EchoShield sera toujours très utile pour réduire la majorité des réverbérations.
- Dans les pièces avec des niveaux de réverbération plus faibles, la différence perçue par le patient sera plus **une amélioration de la qualité sonore** qu'une meilleure intelligibilité. Le bénéfice semblera donc moins spectaculaire, mais restera, malgré tout, important.
- Dans les pièces avec une réverbération plus dominante, bien perceptible, la différence sonore sera probablement la plus facilement perceptible. **Grâce à l'auto EchoShield, le patient comprendra mieux la parole, avec nettement moins d'effort d'écoute.**

DISPONIBILITÉ DE L'AUTO ECHOSHIELD

Auto EchoShield est une exclusivité de la dernière plateforme AX après la mise à jour AX Upgrade. Quant à la technologie EchoShield, elle est disponible sur toutes les plateformes à partir de Primax.

- La disponibilité d'**Auto EchoShield** est réservée aux programmes **Universel de la série 7AX**, comme élément différenciant pour vous aider à monter en gamme.
- Cependant le programme «Pièce réverbérante» reste disponible sur le 7AX, et intègre une version non automatique du nouvel algorithme EchoShield, activé en permanence avec une efficacité maximale. Ce programme se justifie quand le patient est dans un environnement fortement réverbérant avec un signal de parole assez intermittent. En effet, Auto EchoShield se désactive s'il n'y a pas de réverbération détectée pendant les silences, et mettra quelques secondes à se réactiver au retour de la parole. Si le patient sait qu'il va se trouver dans un environnement réverbérant pendant un certain temps, et qu'il souhaite s'assurer de toujours bénéficier du niveau maximal de réduction de la réverbération, le programme manuel «Pièce réverbérante» serait une option utile.
- La série 5AX conserve dans le programme «Pièce réverbérante» l'ancien algorithme EchoShield qui supprime la réverbération globalement, c'est-à-dire la tardive bien sûr mais aussi la précoce. La série 3AX, quant à elle, n'intègre pas d'EchoShield.