

# Phonak Insight

## Roger™ – Le standard de technologie sans fil

Ce document Insight décrit les détails et le raisonnement à l'appui de la technologie Roger.

Avril – 2013

### Points clés

- Roger permet une diffusion audio fiable à large bande et à faible retard vers des récepteurs miniatures de faible puissance pouvant être connectés ou installés sur des aides auditives ou des processeurs de son d'implant cochléaire, ainsi que vers des haut-parleurs SoundField.
- Grâce à des algorithmes adaptatifs sophistiqués à différents niveaux de l'architecture de Roger, ses performances atteignent une dimension qui était encore considérée comme physiquement impossible.
- En même temps, des fonctions automatiques et un processus d'appairage simple facilitent la gestion et l'utilisation des systèmes Roger.

### Raisonnement à l'appui du standard

- Le choix de la technologie de transmission lors du développement d'un standard sans fil a des répercussions sur plusieurs fonctions importantes des plateformes finales et des produits. C'est la liste suivante de questions qui a amené Phonak à développer un standard de technologie sans fil en partant de zéro et non à partir d'une technologie existante.

- Est-il possible d'aller bien au-delà des performances de la meilleure technologie disponible à ce jour en termes de reconnaissance vocale dans le bruit, à distance et dans la réverbération ?
- Est-il possible de limiter la complexité de l'installation, la gestion et l'utilisation des systèmes sans fil pour les auditeurs ayant une perte auditive ?
- Est-il possible de développer un standard de technologie qui n'oblige pas les écoles à renoncer à leurs investissements antérieurs, mais permet une transition progressive vers ce standard ?
- Est-il possible de développer un standard qui offre une compatibilité totale et simple avec les autres marques d'aides auditives, toutes les marques d'implants cochléaires, les solutions pour les normo-entendants et les systèmes SoundField ?
- Est-il possible d'augmenter la largeur de bande audio et de maintenir le délai audio de bout en bout du standard dans une limite acceptable ?
- Est-il possible de réduire le niveau de bruit et d'améliorer le champ dynamique du système dans le domaine audio ?
- Est-il possible d'éviter complètement les zones mortes dans une pièce où le microphone sans fil se trouve hors de portée d'un récepteur ?

- Est-il possible pour le standard d'éviter les interférences provenant de systèmes similaires proches ou de tout autre dispositif comme les réseaux Wi-Fi (2,4 GHz), les tubes fluorescents (interférences inductives dans les graves), les appareils Bluetooth (2,4 GHz), les différentes générations de réseaux GSM (800 à 900 MHz) ou les interférences de la lumière du soleil (comme c'est souvent le cas avec les systèmes infrarouges) ?
- Est-il possible de créer un standard qui puisse à la fois émettre et recevoir ?
- Est-il possible d'envoyer des données de contrôle à la diffusion audio en parallèle ?
- Est-il possible de créer une technologie standard pour l'international, qui permette aux utilisateurs de voyager librement et d'utiliser leurs systèmes partout sans avoir à changer de canal, et qui puisse être réparée en tout lieu ?

En ce qui concerne les technologies existantes, nous pouvons répondre positivement à quelques-unes de ces questions seulement, mais aucune technologie actuelle ne peut répondre à toutes ces demandes, encore moins aux quatre premières de cette longue liste. La question la plus importante, « *Pouvons-nous encore améliorer la compréhension vocale dans le bruit ?* », nécessitait sans aucun doute une nouvelle approche. C'est cela qui a motivé Phonak à développer un standard, avec pour ambition de ne faire aucun compromis. Il a fallu de nombreuses années et un grand nombre d'audioprothésistes et d'ingénieurs en microélectronique, logiciels, acoustique, fréquence radio, protocoles et conception mécanique pour développer ce standard : Roger.

#### Technologie numérique adaptative sans fil 2,4 GHz

Roger est une technologie de transmission numérique adaptative sans fil fonctionnant sur la bande 2,4 GHz. Les signaux audio sont numérisés et combinés dans des salves de codes numériques (paquets) très courtes (160 µs) et diffusées à plusieurs reprises, chacune sur différents canaux entre 2,4000 et 2,4835 GHz. Le saut de fréquence entre les canaux, en association avec la diffusion répétée, évite les problèmes d'interférence. Le délai audio de bout en bout se situe bien au-dessous de 25 ms, et les systèmes Roger sont protégés contre les écoutes.

Le saut de fréquence que Roger utilise est adaptatif, ce qui signifie que seuls les canaux libres sont utilisés. Les récepteurs Roger communiquent régulièrement avec les microphones de transmission sans fil, pour donner des informations au système sur les canaux constamment occupés (par un autre système à proximité fonctionnant sur 2,4 GHz, comme un réseau Wi-Fi) et les canaux libres. Le microphone sans fil Roger évite alors automatiquement

les canaux occupés. Il peut également détecter la présence d'un réseau Wi-Fi et réagir en conséquence.

Les calculs de simulation pour le pire scénario avec un système Roger dans des blocs empilés de 8 x 8 x 2 mètres ont révélé qu'aucune auto-interférence ne se produira. En d'autres termes, le nombre de systèmes Roger pouvant être utilisés dans un seul bâtiment n'est pas limité. Si, malgré tous les efforts, un paquet audio Roger n'est pas reçu correctement, des algorithmes intelligents de masquage des pertes de paquets du côté du récepteur « *remplissent les blancs* » pour assurer une qualité sonore et un confort d'écoute remarquables.

En comparaison, avec la technologie Bluetooth, la répétition de la diffusion du paquet se fait uniquement à la demande du récepteur, ou même sans répétition avec le protocole SCO (utilisé dans les premiers écouteurs). Si la confirmation de la réception d'un paquet n'arrive pas à l'émetteur Bluetooth, le paquet est diffusé à nouveau. Cela signifie que les récepteurs Bluetooth sont en communication quasi-ininterrompue avec l'émetteur, ce qui augmente considérablement la consommation d'énergie des récepteurs. Avec la technologie Bluetooth, le nombre maximum de récepteurs est limité à trois, ce qui signifie que même deux auditeurs équipés de récepteurs Bluetooth binauraux au niveau de l'oreille ne peuvent pas écouter un seul et même flux Bluetooth, sans parler de groupes plus importants.

Dans le protocole Bluetooth « *casque stéréo* », le délai audio reste acceptable (10 à 15 ms) mais la largeur de bande audio est souvent limitée (jusqu'à 4 kHz), sauf avec la fonction « *parole en bande élargie* » du profile Bluetooth « *mains-libres* » version 1.6, qui permet d'aller jusqu'à 7 kHz. Dans le protocole de diffusion audio Bluetooth, A2DP, la largeur de bande passe à 20 kHz, mais le délai audio dépassant 100 ms la rend inappropriée pour les communications en face-à-face. La seule solution pour réduire ce délai à environ 40 ms est d'équiper les deux extrémités de puces Bluetooth spéciales. De plus, le protocole Bluetooth A2DP ne permet d'utiliser qu'un seul récepteur, et la consommation énergétique de cet écouteur est plus encore plus élevée qu'avec le protocole « *casque stéréo* ».

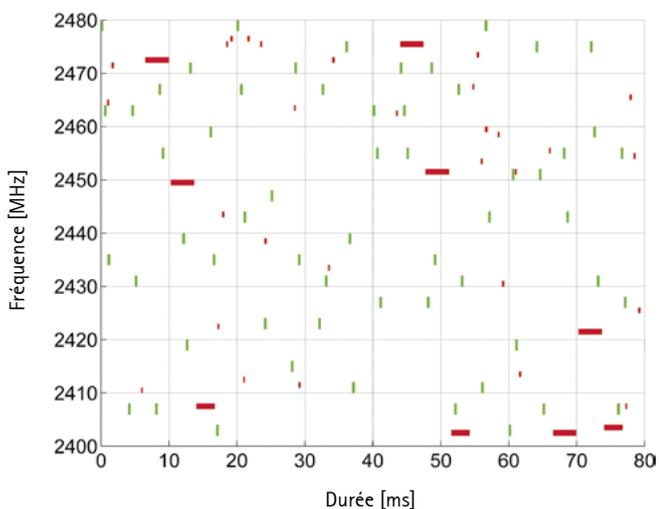


Figure 1  
Avec les sauts de fréquence et la diffusion répétée des paquets audio, l'interférence mutuelle peut être réduite au minimum.

Les systèmes Roger diffusent des paquets audio sur différents canaux de la bande 2,4 GHz (entre 2,4000 et 2,4385 GHz), ce qui signifie que différentes longueurs d'ondes porteuses sont sélectionnées. Un récepteur peut recevoir de tels paquets directement via le champ direct, mais aussi par la réflexion des ondes radio électromagnétiques sur les murs, le plancher ou le plafond. Les différentes longueurs des divers parcours des signaux peuvent augmenter ou diminuer l'intensité du champ électromagnétique au niveau de l'antenne de réception, selon les variations de phase et d'amplitude des différentes ondes. Le comportement de ces interférences dépend de la longueur d'onde. La sélection aléatoire des différents canaux dans lesquels un paquet audio est diffusé réduit un peu la probabilité que toutes les ondes s'annulent entre elles, au niveau d'antenne de réception par affaiblissement lié au multi-trajet si plus d'une antenne de réception est utilisée. En d'autres termes, si l'une des antennes détecte un affaiblissement lié au multi-trajet (réception de signaux qui s'annulent entre eux), il existe une forte probabilité qu'une autre antenne ne soit pas concernée par cet affaiblissement multi-trajet.

En résumé, la réduction des interférences est réalisée par la diversité dans le temps (diffusion de paquets audio plusieurs fois à la suite), par la diversité de fréquence (diffusion de paquets audio à différentes longueurs d'ondes porteuses, ce qui augmente les chances qu'un paquet ne soit pas annulé à l'arrivée si un autre l'est) et, en ce qui concerne Roger SoundField, par la diversité d'espace également (utilisation de deux antennes de réception séparées dans l'espace, ce qui optimise la réception). (Voir figure 2).

Roger offre une largeur de bande de fréquences audio intégrale : de 200 Hz à 7 300 Hz. Le rapport signal sur bruit interne du système se situe autour de 55 dB. Avec Roger, le

champ direct n'est pas nécessaire comme dans de nombreux systèmes infrarouges et aucune interférence liée à la lumière du soleil ou à toutes autres sources lumineuses puissantes ne peut se produire.

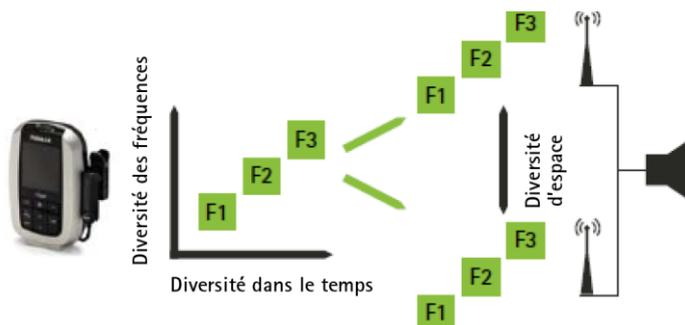


Figure 2  
Réduction des interférences par la diversité de fréquence, d'espace et dans le temps.

Avec Roger, il est non seulement possible d'émettre un signal audio, mais aussi d'émettre et de recevoir des données de contrôle, par exemple comme il est nécessaire lors de la configuration et/ou l'entretien d'un réseau MultiTalker, et de surveiller en permanence différents composants du réseau afin d'assurer un bon fonctionnement. Les ondes électromagnétiques à 2,4 GHz ont une longueur d'onde d'environ 12,5 cm. Cela permet la conception de nouveaux microphones sans fil de petite taille, dotés d'antennes intégrées courtes. À 800 MHz, la longueur d'onde est de 37,5 cm et à 200 MHz (dans la bande passante FM traditionnelle), elle est de 1,5 m, ce qui nécessite, par exemple, que le câble du microphone externe serve d'antenne radio.

### La puce Roger

Pour les récepteurs miniaturisés au niveau de l'oreille, Phonak a développé une puce Roger (voir figure 3) car aucun autre circuit intégré existant ne pouvait répondre aux attentes des porteurs. La puce Roger contient 6,8 millions de transistors (par comparaison, un processeur Pentium Pro en contient 5,5 millions). Des blocs analogiques et numériques sont situés à proximité des blocs mémoire RAM, ROM, EEPROM et Flash sur une puce miniaturisée.

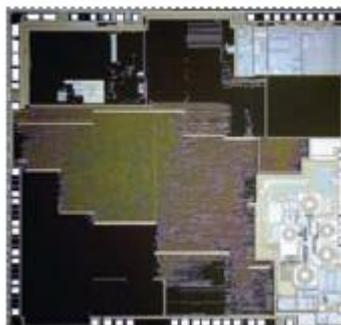


Figure 3  
La micropuce Roger.

## Performances dans le bruit

Les microphones sans fil Roger évaluent en permanence le niveau de bruit ambiant avec la plus grande précision. Ces mesures contrôlent à leur tour le gain des récepteurs Roger. En parallèle avec le signal audio large bande, des bits de commande sont envoyés aux récepteurs Roger pour ajuster leur gain de façon adaptative afin de correspondre à l'environnement acoustique dans lequel le système Roger est utilisé. La plage d'adaptation est plus large qu'avec les récepteurs Dynamic FM. Ce comportement dynamique avancé a engendré des améliorations significatives de la reconnaissance vocale dans le bruit, en particulier à des niveaux de bruit élevés jusqu'à 80 dB(A) (niveaux de bruit assez fréquents dans la vie quotidienne, en particulier dans les lieux publics et sur les lieux de travail). Les résultats des études associées, par le professeur Linda Thibodeau, PhD et le docteur Jace Wolfe, PhD, sont résumés dans deux éditions de Phonak Field Study News : « Roger et les aides auditives » et « Roger et les implants cochléaires ». La figure 4 montre les principales découvertes du professeur Thibodeau.

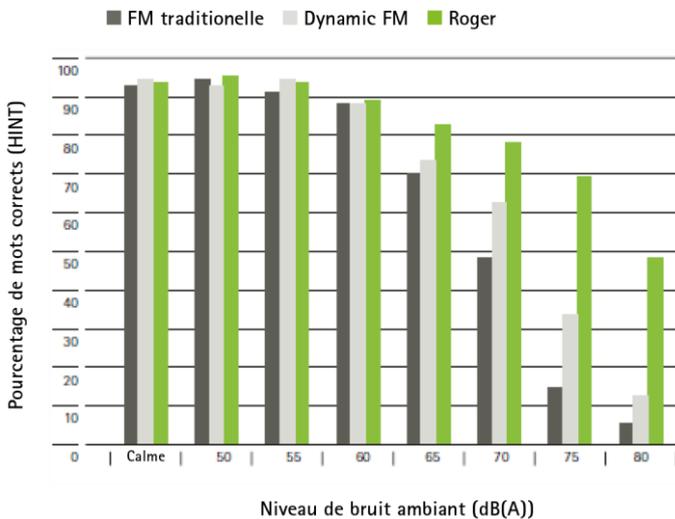


Figure 4  
Pourcentages HINT corrects pour le nombre total de mots corrects comme fonction du niveau de bruit pour la FM traditionnelle, Dynamic FM et Roger. La distance entre le haut-parleur générant la parole et l'auditeur était de 5,5 m. N=11. Au niveau de bruit 80 dB(A), 9 participants ont obtenu <10 % pour la FM traditionnelle, 6 ont obtenu <10 % pour Dynamic FM et seulement 1 a obtenu <10 % pour Roger.

En plus de ce comportement dynamique innovant, Roger utilise également un nouvel algorithme avancé pour la mise en forme des faisceaux du microphone sans fil. Cette mise en forme est capable de supprimer le bruit des côtés gauche et droit simultanément, sans ajouter de distorsion inacceptable ou de modification de la réponse en fréquences générale. Pour les microphones sans fil dans des environnements très bruyants, cette mise en forme de faisceaux améliore considérablement le rapport signal sur bruit à la source, ainsi que la compréhension de l'auditeur.

## Simplicité de gestion et d'utilisation de Roger

L'un des obstacles à l'adoption de la technologie sans fil a été sa complexité ou sa complexité perçue. La gestion de solutions sans fil en milieu scolaire, avec le logiciel d'appareillage spécial requis pour répartir et programmer les canaux du microphone et du récepteur, a également été une barrière. Grâce à Roger, la planification et la programmation des fréquences ne sont plus nécessaires. La construction réseau est rapide, simple et conviviale. L'appairage d'un Roger inspiro avec un haut-parleur Roger SoundField est tout aussi simple : une seule pression sur un bouton et une fois couplés, les deux composants restent appariés (même après mise hors tension).

## Double mode de transmission

Les microphones sans fil inspiro et DynaMic pour l'école sont capables d'émettre à la fois des ondes radio Dynamic FM aux récepteurs Dynamic FM et des ondes Roger aux récepteurs Roger et à un Roger SoundField. Ce mode de transmission double permet aux écoles de supprimer progressivement les récepteurs Dynamic FM pour les remplacer par des Roger. (Remarque : l'inspiro en question doit être inspiro Premium [version 3.0 ou ultérieure du micrologiciel]. les mêmes versions micrologicielles sont nécessaires pour le DynaMic). Une mise à jour du micrologiciel vers la version 4.0 activera dans les microphones sans fil le double mode de transmission. Cela vaut également pour l'inspiro AudioHub.

## Consommation d'énergie

La consommation des microphones sans fil Roger, mais aussi des récepteurs Roger, est plus que raisonnable. À pleine charge, la pile du microphone sans fil Roger pour l'école a une autonomie de 7 à 8 heures en fonctionnant en double mode de transmission : largement assez pour une journée complète à l'école. Les récepteurs miniaturisés Roger au niveau de l'oreille consomment environ 3 mA en mode actif. La pile d'une aide auditive peut normalement assurer cette alimentation sans problème.

## La liberté de voyager

La bande de 2,4 GHz étant une bande libre dans le monde entier (c'est une « bande ISM » : industrielle, scientifique et médicale), aucune licence n'est nécessaire. Cela signifie que les utilisateurs de systèmes Roger peuvent voyager en toute liberté et utiliser leur système dans le monde entier. L'entretien des systèmes Roger en voyage est aussi simplifié car le standard est le même dans tous les pays.