



## EDITORIAL

### Etat de l'art sur la sémiologie auscultatoire et sur les stéthoscopes électroniques en 2015 *The auscultation semiology and current electronic stethoscopes: state of the art in 2015*

Andrès E<sup>1,2</sup>, Gass R<sup>3</sup>, Brandt C<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Service de Médecine Interne, Diabète et Maladies métaboliques,  
Clinique Médicale B, CHRU de Strasbourg, Strasbourg

<sup>2</sup>Laboratoire de Recherche en Pédagogie des Sciences de la Santé,  
Faculté de Médecine, Université de Strasbourg (UdS), Strasbourg

<sup>3</sup>Chercheur indépendant, membre distingué de l'Académie Technique Alcatel Lucent, Bolsenheim

<sup>4</sup>Service de Cardiologie, CIC, CHRU de Strasbourg, Strasbourg

#### Résumé

Depuis l'invention du stéthoscope et la description de la sémiologie auscultatoire par le Docteur Laennec, ces derniers ont peu évolués. Toutefois, des progrès ont été réalisés ces dernières années tant dans le perfectionnement des outils d'écoute, avec la mise à disposition de stéthoscopes électroniques, que dans l'analyse et la description des signaux auscultatoires, faisant espérer un regain d'intérêt pour la sémiologie auscultatoire. Depuis quelques années, la sémiologie auscultatoire et le stéthoscope sont ainsi entrés dans le XXIème siècle avec la mise au point de stéthoscopes électroniques communicants et « intelligents ». Dans ce cadre, il nous a donc paru intéressant de réaliser un état de l'art sur cette thématique, avec une analyse des données de la littérature et d'Internet.

**Mots clés :** Stéthoscope. Auscultation. Stéthoscope électronique. Stéthoscope communicant. Stéthoscope intelligent.

#### Summary

Since the introduction of stethoscope in medical practice, and the description of the auscultation semiology, by Dr Laennec, there was no major evolution.

However, a lot of progress was done, these last years, with the provision of electronic stethoscope, and the auscultatory signals description and analysis, as well.

That led on a great hope for the semiology improvement.

These last years, the auscultatory semiology and the stethoscope are getting to the XXI century, with the development of communicating and smart electronic stethoscopes.

In that way, it seems to us interesting to develop a state of the art regarding this theme, with internet and medical literature analysis

**Keywords :** Stethoscope. Auscultation. Electronic stethoscope. Communicating stethoscope. Intelligent stethoscope.

## INTRODUCTION

Ces dernières années, la Médecine a considérablement changé et « l'art médical » a laissé la place à la « médecine factuelle » (ou evidence-based medicine), tout comme le diagnostic médical tend à délaisser les données de l'examen clinique au profit de celles issues des examens complémentaires. Le fait d'examiner un patient, d'utiliser un stéthoscope, apparaît ainsi pour nombre de patients, voire de Praticiens, comme dépassé voire obsolète... [1]. Cela, pour les Internistes que nous sommes, est ou ressemble fortement à une hérésie et remet en cause nos pratiques !

Savoir distinguer les sons (bruits) normaux et anormaux (murmure vésiculaire, crépitant, souffle cardiaque...) reste néanmoins capital en pratique du quotidien pour le diagnostic médical !

Depuis l'invention du stéthoscope et la description de la sémiologie auscultatoire par le Docteur Laennec [2] (figure 1), ces derniers ont peu évolués, alors que des pans entiers de la Médecine faisaient des avancées incroyables (biologie moléculaire, robotique, biothérapies...) [3].

Toutefois, des progrès ont été réalisés ces dernières

Dans ce cadre, il nous a donc paru intéressant de réaliser un état de l'art sur l'auscultation, sur les systèmes de captures des sons et sur les stéthoscopes électroniques, communicants et parfois « intelligents », actuellement disponibles.

## ETAT DE L'ART SUR LA SEMIOLOGIE AUSCULTATOIRE

Les sons ou bruits respiratoires incluent les sons normaux et pathologiques. Le tableau 1 présente les données relatives à la sémiologie de ces divers sons respiratoires selon la littérature internationale [4]. Leur génération est liée principalement au flux d'air dans le système respiratoire et au fonctionnement de l'appareil ventilatoire.

Sur le plan physique, ces bruits respiratoires sont caractérisés par un large spectre sonore, avec une fréquence moyenne dépendant du point d'auscultation [4,5]. Il est généralement admis que la fréquence des sons pulmonaires se situe dans la plage entre 50 et 2500 Hz, celle des sons trachéaux pouvant aller jusqu'à 4000 Hz.

Au niveau de la trachée, le son respiratoire normal est caractérisé par un large spectre de bruit (contenant des composantes hautes fréquences), audible à la fois durant la phase d'inspiration et celle d'expiration. Le spectre



**Figure 1** : Portrait de René Laennec. Traité de l'auscultation médiate, Paris 1819 [2]. Modèle de stéthoscope proposé par Laennec. C'est un exemplaire de la version originale

années tant dans le perfectionnement des outils d'écoute, avec la mise à disposition de stéthoscopes électroniques, que dans l'analyse et la description des signaux auscultatoires, faisant espérer un regain d'intérêt pour la sémiologie auscultatoire [4]. Depuis quelques années, la sémiologie auscultatoire et le stéthoscope sont ainsi entrés dans le XXIème siècle [5].

des sons trachéaux est situé entre 60 et 600 Hz pour l'inspiration et entre 60 et 700 Hz pour l'expiration. Au niveau du thorax, le son respiratoire normal, à savoir le murmure vésiculaire, est caractérisé par un bruit, faible pendant l'inspiration et très audible pendant l'expiration.

Type de sons pulmonaires selon la nomenclature internationale	Caractéristiques cliniques	Circonstances pathologiques
Murmure vésiculaire	Il s'agit d'un bruit très doux audible durant toute la phase de l'inspiration et au début de l'expiration. Perçu dans les régions antérolatérales du thorax et dans le dos, il s'agit d'un murmure continu, moelleux et de faible intensité, entendu durant toute l'inspiration	Le murmure vésiculaire est diminué dans les circonstances suivantes : - épaississement important de la paroi comme, par exemple, en cas d'obésité - distension thoracique comme, par exemple, en cas d'emphysème. Il est aboli en cas : - d'interposition d'une lame gazeuse ou de liquide entre le poumon et la paroi thoracique comme, par exemple, en cas de pneumothorax ou de pleurésie - de disparition de la ventilation dans la partie du poumon concernée comme, par exemple, en cas de condensation pulmonaire, surtout si elle est rétractée sous forme d'atélectasie - après pneumonectomie, du côté opéré.
Sifflements et sibilants	D'origine bronchique, variables en intensité, les sifflements sont perçus à l'oreille à distance du patient. On distingue les sifflements inspiratoires ou entendus aux 2 temps de la respiration des sifflements expiratoires ou sibilants.	En cas de sifflement localisé, il s'agit d'un sifflement inspiratoire ou aux 2 temps, de même tonalité, causé par une obstruction partielle de la trachée ou d'une grosse bronche, suite à la présence d'une tumeur ou d'un corps étranger. Ce sifflement localisé est appelé « <i>wheezing</i> » en littérature anglo-saxonne. En cas de sifflements diffus, il s'agit le plus souvent de sifflements bilatéraux, de tonalités diverses, entendus surtout en fin d'expiration et rencontrés dans le cadre de l'asthme bronchique. En cas de bronchite (broncho-pneumopathie) chronique obstructive, on rencontre également des sifflements diffus et expiratoires, dus aux vibrations des parois des grosses bronches qui ont tendance à se coller à l'expiration.
Ronflements ou ronchi	D'origine bronchique à l'instar des sifflements, de tonalité grave, tant inspiratoire qu'expiratoires, les ronflements sont modifiés par la toux.	Ils se rencontrent en cas de bronchite aiguë ou chronique accompagnée d'hypersécrétion bronchique. Classiquement mobilisables par la toux, on distingue les ronchi dits fixes qui ne disparaissent pas après un effort de toux et qui sont en rapport en général avec une obstruction bronchique en aval.
Gros crépitants ou râles sous crépitants	Aussi appelés râles muqueux, râles gras, les râles bulleux sont des bruits discontinus et de faible durée. Il s'agit de bruits irréguliers, inégaux, intenses, perçus aux 2 temps de la respiration et modifiés par la toux.	Ils réalisent un bruit de gargouillement dans les grosses bronches à mettre en rapport avec l'encombrement des bronches suite à une hypersécrétion de mucus. On les observe avant tout en cas de bronchite.
Râles crépitants	Aussi appelés râles crépitants fins ou crépitations, les crépitants sont des bruits discontinus, fins, secs, égaux entre eux, de tonalité élevée, survenant en bouffée durant l'inspiration.	Ils deviennent plus nets après la toux et pointent vers un processus pathologique alvéolaire. Dus à des décollements entre les parois alvéolaires et leurs contenus pathologiques, ils s'observent avant tout en cas de pneumonie, d'œdème pulmonaire interstitiel ou alvéolaire suite à une défaillance cardiaque, mais aussi dans le cadre des fibroses pulmonaires ainsi que dans certaines pneumopathies interstitielles.
Souffle tubaire	Il s'agit d'un bruit intense, rude et de tonalité élevée, perçu aux 2 temps de la respiration, mais à prédominance inspiratoire.	Il s'entend en regard (au centre) d'une condensation pulmonaire de type pneumonie et il est classiquement entouré d'une couronne de crépitants.
Souffle pleurétique	Il s'agit d'un bruit doux, lointain, voilé et expiratoire.	Il est perçu à la limite supérieure d'un épanchement pleural d'abondance moyenne. À l'instar du souffle tubaire, il est déterminé par la condensation du poumon refoulé par la pleurésie. Étant atténué par la pleurésie, il présente néanmoins des caractères différents du souffle tubaire.
Souffle amphorique	Il s'agit d'un souffle de timbre métallique, de tonalité élevée, expiratoire,	Il est provoqué par la résonance des bruits respiratoires normaux dans une poche de gaz comme par exemple en cas de pneumothorax (avec persistance d'une brèche pleurale).
Frottements pleuraux	Il s'agit de bruits secs, rugueux, superficiels, non modifiés par la toux. Leur intensité peut être discrète, de type « froissement de papier de soie », ou intense, de type « bruit râpeux de cuir neuf ».	Ils sont dus au frottement l'un contre l'autre des 2 feuillets pleuraux enflammés. Ils s'observent au début d'une pleurésie, à sa limite supérieure ou après son évacuation. Le diagnostic différentiel avec les râles crépitants s'avère parfois difficile, mais contrairement à ces derniers, les frottements pleuraux commencent dès le début de l'inspiration.

**Tableau 1** : Données de sémiologie concernant les sons pulmonaires normaux et pathologiques

Les données concernant les sons ou bruits cardiaques sont mieux documentées et donc d'une certaine façon plus « robustes ». En effet, des données plus précises existent, reposant avant tout sur des arguments, il est vrai anciens, issues notamment de la phonocardiographie [5]. La génération des bruits cardiaques est essentiellement en rapport avec la contraction cardiaque, le fonctionnement de l'appareil valvulaire et les turbulences générées par l'écoulement sanguin.

Sur le plan physique, le spectre des sons cardiaques est compris entre 20 et 100 Hz pour les signaux de base, et des fréquences plus élevées pour les souffles : 500 Hz et au-delà [5]. L'auscultation cardiaque met en évidence les bruits du cœur : B1 correspondant à fermeture des valves mitrales et tricuspides et B2 relevant de l'ouverture des sigmoïdes aortiques et pulmonaires [5].

B1 est composite, complexe intégrant des fréquences de l'ordre de 10 à 100 Hz. B2 est de plus haute fréquence en général bien représenté dans la gamme de fréquence entre 150 et 200 Hz.

Pendant la phase diastolique, on peut avoir des bruits cardiaques supplémentaires : B3 ou galop de sommation proto méso-diastolique signant une grande détérioration

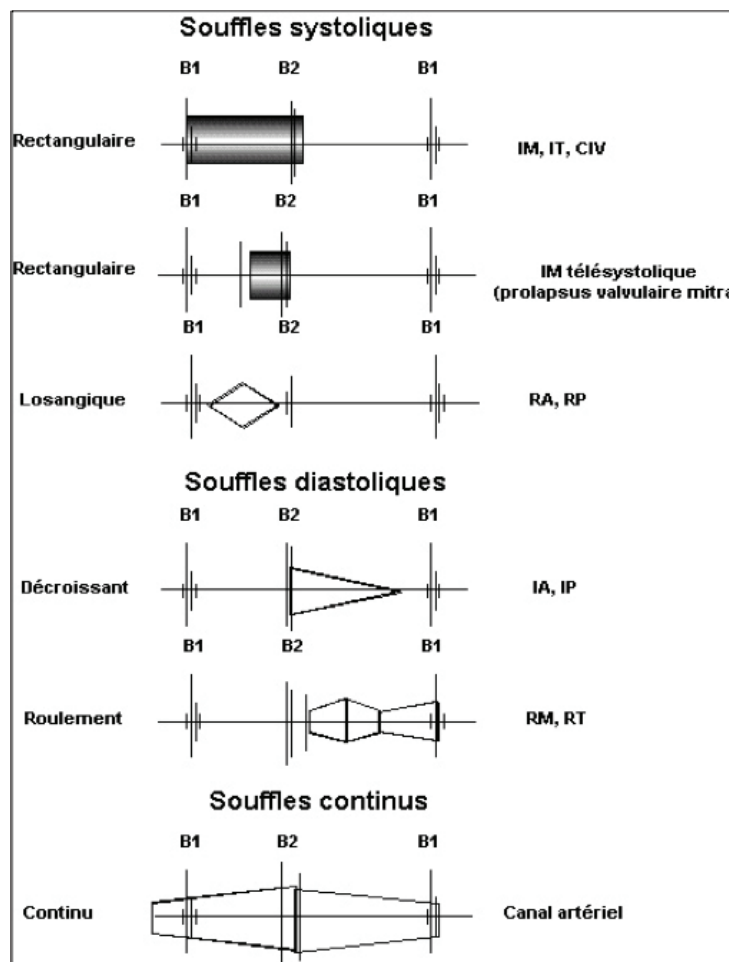
du myocarde et B4 ou galop pré-systolique correspondant au bruit généré par le ventricule du fait de la contraction de l'oreillette et qui marque également une détérioration des qualités du myocarde (ce bruit étant entendu chez les jeunes enfants, voire adolescents, même en l'absence de pathologie du fait de la bonne compliance du système ventriculaire).

Il est à noter que l'on peut encore observer des bruits diastoliques supplémentaires d'origine valvulaires : claquement d'ouverture mitrale, roulements de débit ou bruits d'origine péricardiques...

Enfin, on décrit également les souffles dits organiques qui sont liés à des altérations des valves auriculo-ventriculaires mitrales ou tricuspides (valves d'admission) ou des valves ventriculo-aortiques ou pulmonaires (valves d'éjection). Ces souffles peuvent survenir dans les 2 temps

de la contraction cardiaque. Ceux issus du cœur gauche sont, en général, les plus facilement audibles.

La figure 2 permet de bien le comprendre, les caractéristiques chronologiques et morphologiques des souffles cardiaques, et la façon dont finalement le Praticien prend en compte ces éléments pour analyser le signal auscultatoire perçu et affiner son diagnostic.



RA : rétrécissement aortique ; IA : insuffisance aortique ; RP : rétrécissement pulmonaire ; IP : insuffisance pulmonaire ; RM : rétrécissement mitral ; IM : insuffisance mitrale ; IT : insuffisance tricuspide ; CIV : communication inter ventriculaire

**Figure 2 :** Caractérisation schématique des souffles pendant la révolution cardiaque

## STÉTHOSCOPIES ELECTRONIQUES ACTUELS

Ces dernières années, des progrès spectaculaires ont été réalisés dans le domaine des stéthoscopes électroniques, avec la mise sur le marché et à la disposition des Praticiens de stéthoscopes électroniques communicant et « intelligents » [5]. Ces derniers sont en effet susceptibles de communiquer et d'interagir avec leur environnement électronique : ordinateurs, Smartphone..., via la technologie Bluetooth voire Wifi [6].

Pour les plus avancés, ils bénéficient de systèmes informatiques et mathématiques d'analyse et de description des sons auscultatoires, permettant la visualisation de ces derniers, et une aide au diagnostic. Parmi ces derniers, nous souhaiterions

mettre en exergue 2 stéthoscopes : le 3M Littmann 3200 et le prototype d'Alcatel-Lucent qui répondent parfaitement aux caractéristiques décrites ci-dessus.

### 3M LITTMANN 3200

Le 3M Littmann 3200 reprend la technologie brevetée 3M de suppression de bruit, qui permet une amplification 24x de signaux débarrassés des bruits parasites [5,7]. Il est équipé d'une batterie qui permet un fonctionnement continu de 60 heures. Il propose 3 modes de fonctionnement : Bell (20 - 200 Hz), Diaphragm (100 - 500 Hz) et Extended (20 - 1000 Hz) (figure 3).



Figure 3 : Stéthoscope électronique 3M Littmann 3200.

Le Littmann 3200 possède toutes les fonctionnalités du Littmann 3100, mais il a toutefois une fonctionnalité supplémentaire qui est sa capacité à enregistrer des sons, les partager et les analyser [7]. L'auscultation peut simplement être enregistrée pour être réécoutée plus tard en toute tranquillité. A l'aide de la connexion Bluetooth, ces sons enregistrés peuvent être envoyés vers un PC.

Zargis Medical fournit un logiciel qui permet une 1ère analyse rapide [7]. Ensuite, il est possible de partager les bruits avec des Collègues et des Experts qui peuvent procéder à une analyse plus poussée et donner leur avis et diagnostic. Le logiciel se compose de 2 parties. La 1ère partie permet de visualiser le signal audio et peut être très pratique pour un réglage fin. La 2ème partie aide le Praticien à identifier des souffles soupçonnés et à les classer.

Avec le logiciel développé par Zargis Cardioscan, qui est fourni gratuitement avec le stéthoscope, le 3M Littmann 3200 offre donc divers fonctionnalités remarquables, à savoir :

- Connexion Bluetooth ;
- Visualisation des représentations temporelles (phonogramme) et spectrales (spectrogramme) du signal ;
- Possibilité d'enregistrer un signal ;
- Affichage du rythme cardiaque ;
- Enregistrement de paramètres supplémentaires relatifs au patient et à l'auscultation, permettant de classer les signaux ;
- Playback et le playback ralenti dans les 3 modes [5,7].

Le stéthoscope Littmann offre en plus d' Ambient Noise Reduction (ANR), également Frictional Noise Reduction (FNR), le tout faisant appel à un traitement du signal à l'aide de méthodes d'ondelettes sophistiquées [7]. L'ANR amélioré diminue les bruits ambiants dans un contexte bruyant, une ambulance ou une salle d'opération. Le FNR fait en sorte d'atténuer les bruits qui résultent de l'utilisation du stéthoscope (à la suite de frictions).

Par ailleurs, le logiciel développé par Zargis Cardioscan permet de mettre en évidence certaines pathologies cardiaques. Il fournit un nouveau système de détection de souffle cardiaque et des marqueurs B3/B4 d'intensité, de fréquence et de temps, développé des scientifiques Biosignetics.

Le Littmann 3200 est associé à un outil éducatif, combinant la perception audio et l'affichage et met à disposition une base de données de sons cardiaques normaux et pathologiques.

La représentation graphique peut être imprimée et mémorisée automatiquement au format MS Excel

[7]. Le rapport automatique des caractéristiques de travail avec MS Word améliore l'utilisation du stéthoscope électronique.

Ce stéthoscope est disponible au prix de 379 à 500 \$.

#### LES PROTOTYPES ALCATEL-LUCENT

Au cours du salon Medetel 2007 [8], nous avons présenté un prototype Alcatel-Lucent de stéthoscope électronique communicant et « intelligent ». Une partie de ces prototype a été développée dans le cadre de projets de recherche collaboratifs entre Alcatel-Lucent et diverses institutions à travers les projets que nous avons menés dans cette thématique (STETAU – DGE 2004 ; ASAP – ANR Technologie 2006 ; ICARE – Europe 2002 ; PRI – CHRU 2009 ; MARS 500 – CNES 2010), autour d'Alcatel-Lucent, le CHRU, la Faculté de Médecine et l'Université de Strasbourg [8-10].

Les 1ers prototypes qui ont été développés (figure 4) s'appuyaient sur les combinés Bluetooth développés par la société Alcatel-Lucent.



Figure 4 : Prototypes de stéthoscopes électroniques développés par la Société Alcatel-Lucent (données de Mr R. Gass) [5].

Les divers prototypes développés par Alcatel-Lucent offre des possibilités relativement comparables à celles du Littmann vu précédemment :

-Utilisation de la technologie Bluetooth pour la transmission en temps réel des signaux auscultatoires

;  
- Visualisation pendant l'auscultation du cardio- ou pneumophonogramme et du spectrogramme du signal auscultatoire ;  
- Possibilité de documenter l'enregistrement, avec des informations relatives au patient,

au Praticien, à l'endroit où le son a été prélevé ;  
-Compatibilité des signaux avec les réseaux téléphoniques [8-10].

L'électronique des combinés Bluetooth a été modifiée de façon à permettre une meilleure prise en compte

des signaux basse fréquence, ainsi qu'on peut le voir sur la partie gauche de la courbe de réponse issue de la nouvelle baie de télé phonométrie d'Alcatel-Lucent à Illkirch (figure 5) [5,8].

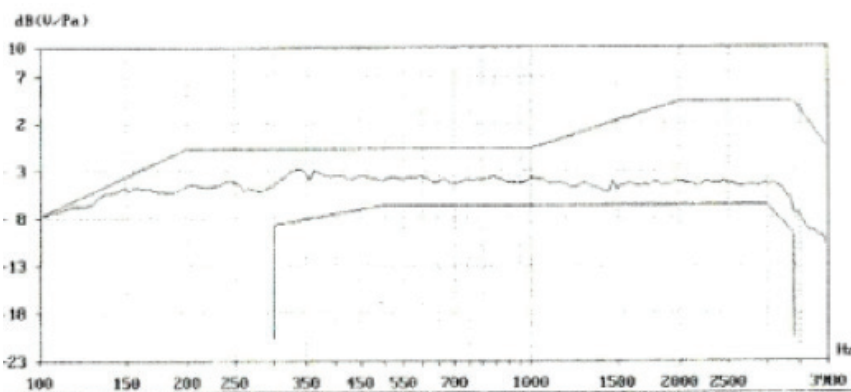


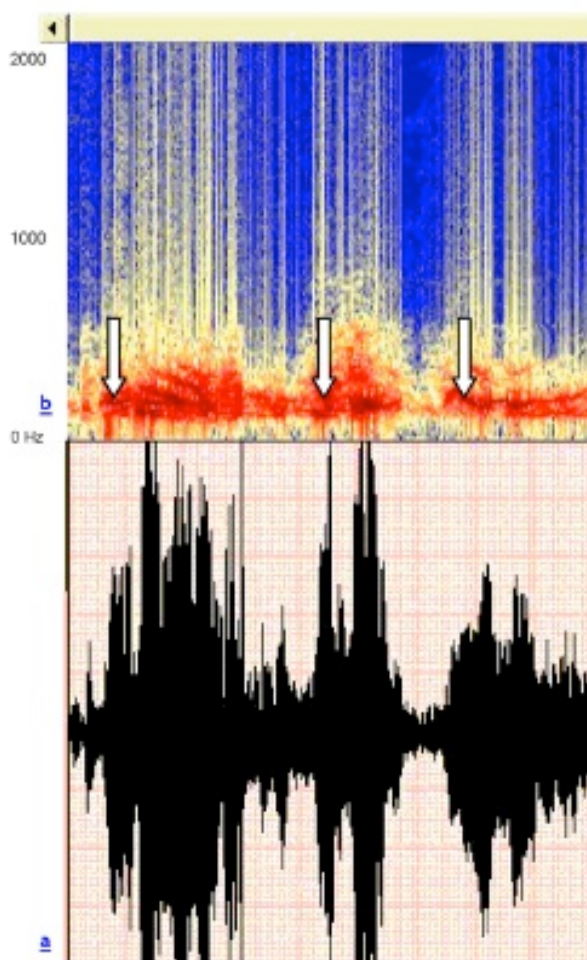
Figure 5 : Courbe de réponse des prototypes de stéthoscope électronique développés par Alcatel-Lucent (données de Mr R. Gass issues de la nouvelle baie de télé phonométrie d'Alcatel-Lucent à Illkirch, France).

Les stéthoscopes électroniques ont une courbe de réponse quasiment plate de quelques dizaines d'Hz à 4000 Hz. Ils transmettent en temps réel les signaux en Bluetooth vers un équipement de traitement de type PC, tablette, PDA, Smartphone, téléphone sur IP.

Pour mémoire, les sons ou bruits respiratoires sont caractérisés par un large spectre sonore, avec une fréquence moyenne dépendant du point d'auscultation [5,7]. Il est généralement admis que la fréquence des sons pulmonaires se

situe dans la plage entre 50 et 2500 Hz, celle des sons trachéaux pouvant aller jusqu'à 4000 Hz.

La figure 6 illustre l'apport des outils de visualisation du signal sur un cycle respiratoire. Comme nous l'avons vu précédemment, le spectre des sons cardiaques est compris entre 20 et 100 Hz pour les signaux de base, et des fréquences plus élevées pour les souffles : 500 Hz et au-delà [8-10].



**Figure 6 :** Représentation d'un cycle respiratoire chez un sujet ayant une bronchopneumopathie chronique obstructive avec des phases d'inspiration, d'expiration et de repos sous forme d'un pneumo-phonogramme (2a) et d'un spectrogramme (2b). Présence de nombreux gros crépitations surtout visible sur le spectrogramme (2b) (indiqués par les flèches blanches) (figure issue du projet de recherche ASAP [équipes du Professeur E. Andrès pour le CHRU de Strasbourg et de R. Gass pour Alcatel-Lucent], convention ANR n° 2006 TLOG 21 04).

L'ensemble de ces données montrent l'importance du choix du capteur (microphone) et de sa courbe de réponse qui doit être « plate » entre 10 et 4000 Hz pour capter l'ensemble du spectre des bruits cardiaques et pulmonaires humaines, ce que montre la figure 5.

L'outil informatique permettant de visualiser en temps réel la représentation temporelle et la représentation spectrale du signal a fait preuve de son intérêt dans une démarche pédagogique [11,12].

Ce produit couvert par de nombreux brevets

a été démontré dans de nombreux salons en Europe, au Canada, en Australie. Il a fait l'objet d'un projet de collaboration avec l'Université de Pittsburg aux USA (UPMC, University of Pittsburgh Medical Center). La Société US Battelle également membre de ce projet collaboratif a développé la maquette représentée sur la figure 7 [5].



**Figure 7 :** Prototypes de stéthoscope électronique développés dans le cadre de projets collaboratifs incluant Alcatel-Lucent par la Société US Battelle.

Par la suite, divers travaux académiques ont été menés pour permettre une analyse automatisée des sons respiratoires et cardiaques, permettant par là-même, une reconnaissance des bruits normaux (bruits du cœur B1, B2...) et de certains sons pathologiques (crépitants, sibilants...) et de rendre le stéthoscope relativement « intelligent » [5,14-16].

### APPORT AU DIAGNOSTIC ET A LA PEDAGOGIE DE CES INNOVATIONS

Nous avons documenté l'apport au diagnostic et sur la Pédagogie de ce stéthoscope auprès d'Etudiants en Médecine [13].

Trente étudiants inscrits en 2ème cycle des études de médecine, à la Faculté de Médecine de Strasbourg (Université de Strasbourg, Strasbourg, France), ont été soumis à 10 sons

pathologiques respiratoires et cardiaques (issus du projet ASAP [ANR Technologie 2006]), sans et avec l'apport des phono- et spectrogramme (cf. la figure 6).

Les étudiants sont évalués pour les bons diagnostics par questionnaire à J0 (uniquement sur les données acoustiques) et J28 (à l'aide des données acoustiques et visuelles).

A J0, on observe 45% de bons diagnostics pour la totalité des étudiants. Pour les sons respiratoires et cardiaques, on observe respectivement 51% et 40% de diagnostics exactes (tableau 2).

A J28, 80% de bons diagnostics sont rapportés pour la totalité des étudiants ( $p < 0,01$  par rapport à J0), avec 70% de diagnostics exactes pour les sons respiratoires ( $p = 0,058$ ) et 89% pour les sons cardiaques ( $p < 0,009$ ) [13].

	J0	J28 Sans les outils de visualisation	J28 Avec les outils de visualisation	Comparaison des résultats entre J0 et J28 avec les outils
% de « bon » diagnostic pour la totalité des sons	45% (136)	64% (191)	80% (239)	$p < 0,01$
% de « bon » diagnostic pour les sons ou bruits respiratoires	51% (76)	61% (92)	70% (105)	$p = 0,058$
% de « bon » diagnostic pour les sons ou bruits cardiaques	40% (60)	66% (99)	89% (134)	$p < 0,009$

**Tableau 2 :** Comparaison des % de « bon » diagnostic avant toute procédure pédagogique et sans outil de visualisation des signaux auscultatoires (J0) et après cette procédure, en présence des outils de visualisation de type phono- et spectrogramme (J28)

## CONCLUSIONS

Comme nous venons de le voir à travers cette revue de la littérature, des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années tant dans le perfectionnement des outils d'écoute, avec la mise à disposition de stéthoscopes électroniques, que dans l'analyse et la description des signaux auscultatoires.

Ces progrès ont abouti à la mise à disposition des Praticiens de stéthoscopes communicants et intelligents, faisant entrer, la sémiologie auscultatoire et le stéthoscope dans le XXI<sup>ème</sup> siècle.

Liens d'intérêt : aucun.

## RÉFÉRENCES

1. Andrès E, Gass R, Brandt C, Reichert S, Collet C, Nguyen G, Baldassari C. De nouveaux outils au service de l'auscultation. IRBM 2008; 29: 337-9.
2. Laennec R. Traité de l'auscultation médiate. Paris 1819.
3. Berche P. Un siècle d'innovations en médecine « et les vingt prochaines années ». XII<sup>e</sup> Assises Hospitalo-Universitaires, Lyon 2-3 décembre 2010.
4. Reichert S, Gass R, Brandt C, Andrès E. L'auscultation pulmonaire à l'ère de la médecine factuelle. Rev Mal Respir 2008; 25: 674-82.
5. <http://www.telemedecine-alsace.fr/>, site consulté en mai 2015.
6. Andrès E, Gass R, Brandt C. Etat de l'art sur les stéthoscopes électroniques en 2015. Médecine Thérapeutique 2015; 21: 319-32.
7. <http://multimedia.3m.com/mws/media/594654O/zargis-cardioscan-user-manual.pdf>, site consulté en novembre 2015.
8. <http://www.medetel.eu>, site consulté en mai 2015.
9. Andrès E, Brandt C, Gass R, Reichert S. Nouveaux développements dans le domaine de l'auscultation. Rev Pneumol Clin 2010; 66: 209-13.
10. Andrès E, Gass R, Brandt C, Reichert S, Collet C, Nguyen G, Baldassari C. De nouveaux outils au service de l'auscultation. IRBM 2008; 29: 337-9.

C'est d'autant plus vrai qu'actuellement, ces outils sont couplés avec d'autres apportant des informations utiles au Praticien, à l'analyse des signaux auscultatoires et de la situation clinique comme l'ECG et l'échographie doppler.

A notre sentiment ces innovations remettent la Clinique au centre des préoccupations médicales et confortent plus que jamais les Internistes dans leur combat pour une Médecine Clinique, dont le diagnostic repose sur la sémiologie, le raisonnement et l'expérience, comme la pratiquait nos illustres et Grands Maîtres : Laennec, Osler, Trousseau... Siguier, Godeau !

11. Reichert S, Gass R, Brandt C, Andrès E. Analysis of respiratory sounds : state of the art. Clinical Medicine Circulatory Respiratory Pulmonary Medicine 2008; 2: 45-58.
12. Reichert S, Gass R, Hajjam A, Brandt C, Nguyen E, Baldassari K, Andrès E. The ASAP project: a first step to an auscultation's school creation. Respiratory Medicine CME 2009; 2: 7-14.
13. Andrès E, Brandt C, Mecili M, Meyer N. Intérêt d'une démarche pédagogique structurée associée à de nouveaux outils de visualisation des signaux auscultatoires dans le cadre de l'apprentissage de la sémiologie auscultatoire: étude prospective auprès de 30 étudiants du deuxième cycle des études médicales. Pédagogie Médicale 2012; 13: 39-50.
14. Reichert S, Gass R, Andrès E. Analyse des sons auscultatoires pulmonaires. ITBM-RBM 2007; 28: 169-80.
15. Moukadem A, Dieterlen A, Brandt C. Automatic Heart Sound Analysis Module Based on Stockwell Transform. Applied on Auto-Diagnosis and Telemedicine Applications. eTELEMED 2013, 24-29 February, Nice, France.
16. Moukadem A, Dieterlen A, Hueber N, Brandt C. A robust heart sounds segmentation module based on S-transform, Biomedical Signal Processing and Control (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2012.11.008>