Zeitschrift: Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 21 (1985)

Heft: 12

Artikel: Modèle théorique de genèse des craquements pulmonaires

Autor: Chapelle, P. / Lens, E. / Postiaux, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-930121

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Modèle théorique de genèse des craquements pulmonaires

pour une kinésithérapie respiratoire spécifique de l'encombrement bronchique distal

Professeur P. Chapelle – E. Lens – G. Postiaux

Résumé

Sur le base d'analyses acoustiques spécialisées et de paramètres cliniques précis, les auteurs proposent un modèle théorique de la genèse des craquements pulmonaires utile au diagnostic et à la kinésithérapie respiratoire spécifique.
En outre ces méthodes de quantification des bruits réspiratoires ayant fait leurs preuves sont d'ores et déjà utilisées par leur groupe comme moyen didactique efficace pour la formation à l'auscultation pulmonaire des médecins et des kinésithérapeutes.

Riassunto

Basata su analisi acustici specializzati e su parametri clinici, gli autori propongono un modello teoretico della genesi dei crepiti polmonati, utili alla diagnostica e alla fisioterapie respiratoria specifica.
Inoltre, questi metodi di quantificazione dei rumori respiratori che hanno già dato le loro prove, vengono utilizzati dai loro gruppi come mezzi didattici efficaci per la formazione all'auscultazione polmonare, da parte dei medici e dei fisioterapisti.

Zusammenfassung

Aufgrund spezieller akustischer Analysen und präziser klinischer Parameter stellen die Autoren ein theoretisches Modell zur Herkunft von Lungengeräuschen vor, das für Diagnostik und spezifische Atemtherapie von Nutzen ist.
Darüber hinaus bewährten sich diese Methoden der Quantifikation von Lungengeräuschen in dieser Gruppe als didaktisches Mittel bei der Ausbildung von Ärzten und Physiotherapeuten in Lungenauskultation.

1. Introduction

Parmi les bruits adventices, les craquements intéressent au premier chef le kinésithérapeute; en effet, mis à part les craquements pleuraux, ils peuvent correspondre à une situation d'encombrement bronchique, quelle que soit l'étiologie de celui-ci.
Encore faut-il pouvoir les distinguer les uns des autres pour faire la part de ce qui est réellement de l'encombrement bronchique, de ce qui relève plutôt d'une atteinte interstitielle par exemple. Des paramètres stéthacoustiques précis et l'analyse acoustique aideront le kinésithérapeute.

2. Les craquements

D'après la terminologie recommandée par l'American Thoracic Society, les bruits respiratoires adventices comprennent les sibilances et les craquements.
Ces derniers (râles muqueux et humides de l'ancienne nomenclature) sont définis comme des bruits brefs, explosifs et discontinus. Il en sera donc question dans cet exposé.

3. Paramètres stéthacoustiques

L'auscultation médiate est livrée à la subjectivité de l'observateur. A des fins diagnostiques, dans le but de supprimer les différences perceptives entre observateurs et de créer des repères pour un même observateur, Lens (1) a proposé quatre paramètres stéthacoustiques précis:
- la fréquence hertzienne (Hz)
- la situation dans la phase inspiratoire
- la position-dépendance
- la kinésie-dépendance.

En kinésithérapie respiratoire, ces paramètres ont acquis une toute première importance, car ils permettent de repérer les bruits adventices témoins d'une affection intéressant le kinésithérapeute, de leur appliquer des manœuvres analytiques précises, et d'en contrôler les effets. Des études cliniques sur des grands nombres ont été effectuées précédemment pour affiner les techniques de soins (3, 4).
Précisons ces différents paramètres:

La fréquence hertzienne
des craquements.: nous corrélons notre méthodologie stéthacoustique avec la phonopneumographie. Celle-ci nous a permis de grouper les craquements en catégories suivant leur contenu énérgétique. Trois groupes sont ainsi retenus: 200, 400 et 800 Hz.

Le deuxième paramètre est
la situation des c craquements
dans la phase inspiratoire. A la suite de Nath (5) et Forgacs (6), il convient de corréler à la nosologie leur situation dans la phase inspiratoire. Mais plus précisément, Lens propose de diviser l'inspiration en 3 tiers, le premier étant la protophase, le second la mésophase, le troisième la téléphase. Les craquements occupant toute la durée de l'inspiration sont appelés holophasiques.

La position-dépendance
est l'apparition en infralatéral (en decubitus latéral: poumon côté plan d'appui) d'accidents acoustiques peu ou pas perçus en position assise, ou leur nette atténuation voire leur disparition en supralatéral. L'exploitation de l'infralatéral (qui remplace en fait la manœuvre penché en avant de Forgacs [6]) permet une détection précoce des craquements téléphasiques inspiratoires de haute fréquence (800 Hz). L'infralatéral assure en effet la meilleure déflation possible du poumon dépendant pour un même volume respiratoire *(fig. 1)* grâce à la gravitation qui s'exerce sur le tissu pulmonaire et à la poussée viscérale sur l'hémidiaphragme infralatéral qui occupe ainsi une position plus

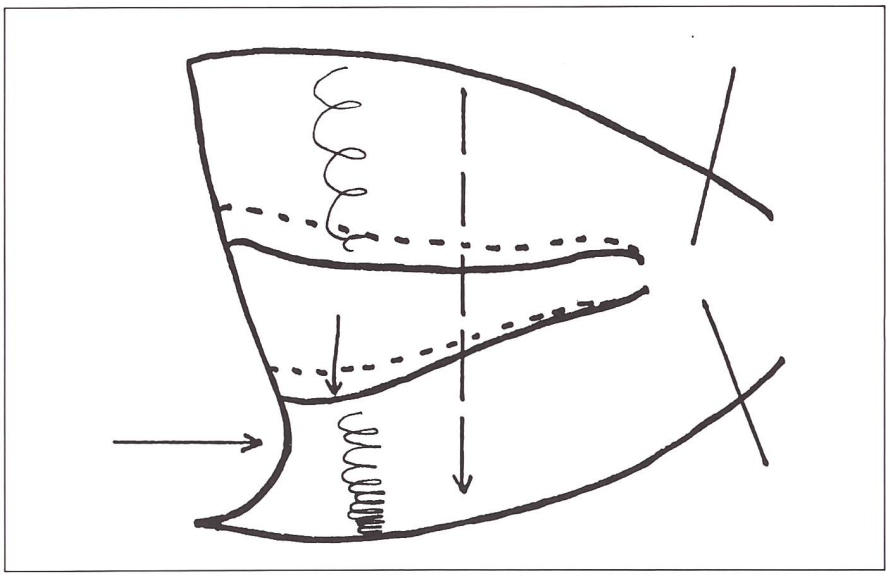


Fig. 1
Phonopneumogramme d'un malade présentant des craquements inspiratoires et expiratoires de basse fréquence présents aux 6 filtres.
Encombrement des gros troncs.

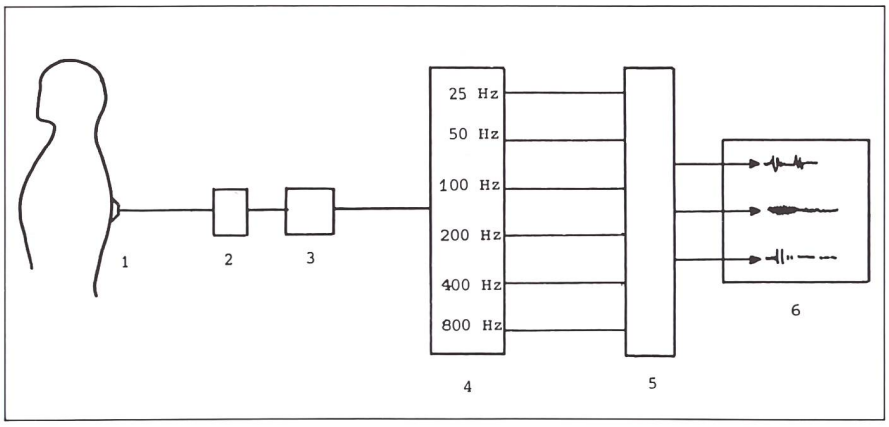


Fig. 2
Schéma du phonopneumographe:

1. *capteur de vibration thoracique*
2. *pré-amplificateur*
3. *amplificateur des signaux*
4. *banc de filtres (25, 50, 100, 200, 400, 800 Hz)*
5. *sélecteur de canal*
6. *inscripteur graphique*

craniale dans le thorax, ajouté à la chute relative du médiastin vers le plan d'appui.

La kinésie-dépendance:

en position infralatérale, nous suivons l'évolution des signaux sonores pulmonaires en inspiration et expiration profondes, et lors de la toux à différents volumes pulmonaires.

4. Méthodologie de l'analyse acoustique

La phonopneumopgraphie que nous pratiquons depuis plusieurs années et l'analyse spectrale mise au point dans notre équipe par le laboratoire d'acoustique de la Faculté polytechnique de Mons (11, 12) ont été menées parallèlement aux premiers pas accomplis dans ces domaines par quelques chercheurs anglo-saxons et japonais (7, 8, 9, 10).

Grâce à cette nouvelle manière de quantifier l'auscultation, l'appréciation des techniques kinésithérapiques sur le poumon distal et régional fut rendue possible (3, 4, 13, 14, 16).

Phonopneumographie (fig. 2)

Les signaux pulmonaires sont captés à la paroi thoracique au moyen d'un capteur de vibrations (Siemens Elema EMT 25C) et dirigés vers un banc de filtres différenciant en 6 bandes de fréquence bruits respiratoires normaux et adventices: 5 filtres passe-bandes à 25, 50, 100, 200, 400 Hz, et un filtre passe-haut à partir de 750 Hz (que nous appelons canal à 800 Hz). L'inscription graphique des signaux filtrés *(fig. 3)* est faite au moyen d'un inscripteur graphique à projection d'encre dont les injecteurs sont rapprochés du papier afin d'éviter les déflections inertielles (Siemens Mingograph 81). Les mesures sont effectuées à volume courant contrôlé si nécessaire par pneumotachygraphie.

Analyse spectrale (fig. 4)

Les signaux sont captés à la paroi thoracique au moyen d'un capteur microphonique spécial fabriqué au laboratoire d'acoustique à partir d'un microphone à condensateur Brüel et Kjaër. Il satisfait à un certain nombre de propriétés (courbe de réponse, absence de bruit de surface...) (11, 12). Les signaux sont enregistrés sur bande de magnétique (enregistreur Nagra) et stockés.

L'unité de traitement différé des signaux se compose d'un analyseur de Fourier (ONO-SOKKI CF 300) qui échantillonne et calcule directement la transformée de Fourier par échantillonnage temporel puis fréquentiel et d'un support informatique qui systématise les opérations d'analyse. L'ordinateur (Apple II e) gère une imprimante graphique, une unité de disque et l'analyseur.

D'emblée, nous tenons ici à rassurer le lecteur éventuellement découragé

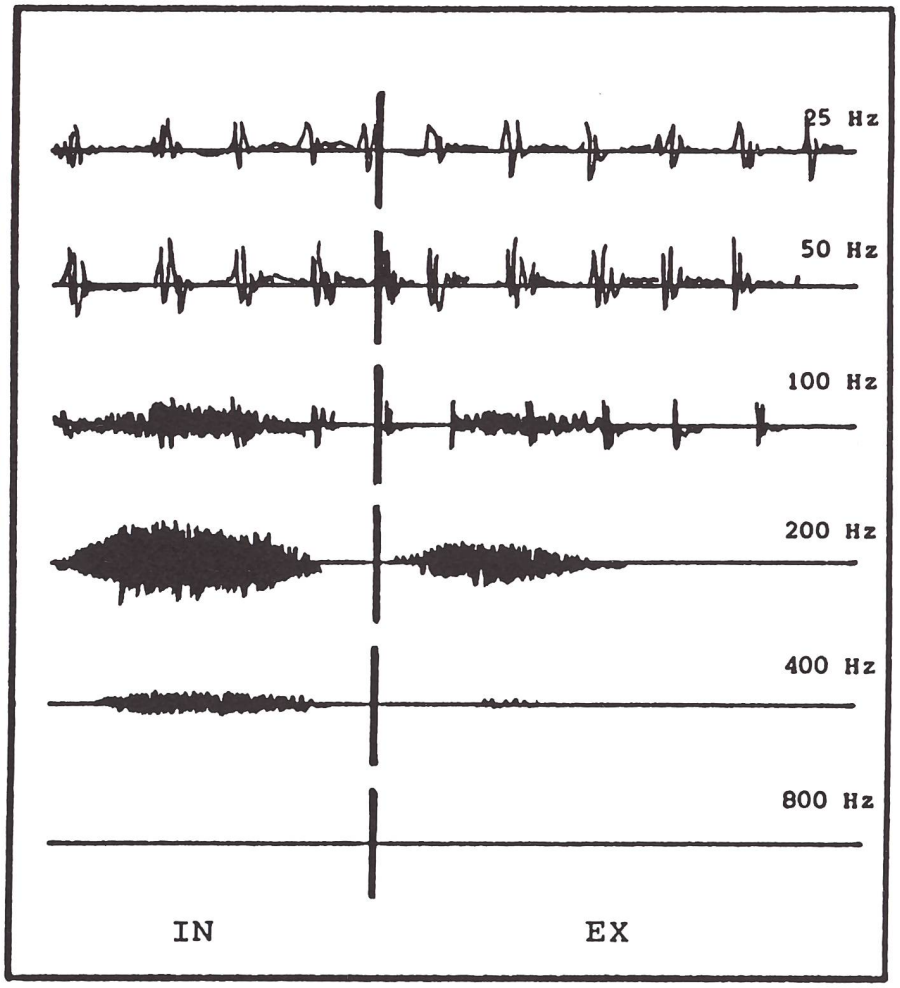


Fig. 3
Phonopneumogramme d'un sujet normal. Enregistrement des bruits respiratoires normaux. La charge énergétique des bruits respiratoires normaux est importante au canal 200 Hz, fréquence thoracique naturelle du thorax. Par débordement d'intensité, présence d'une charge moindre au canaux 100 et 400 Hz.
Les filtres 25 et 50 montrent les bruits du cœur, de basse fréquence. Absence de signal au canal 800 Hz.

par l'impossibilité de se procurer et d'utiliser un tel matériel. Cette crainte pourrait davantage se faire jour chez le practicien indépendant qui ne dispose pas des moyens ni de l'infrastructure d'un milieu hospitalier. En réalité cet équipement spécialisé sert à analyser et confirmer les signaux perçus au simple stéthoscope ainsi qu'à objectiver nos techniques et nos méthodes de soins afin de leur donner le caractère scientifique indispensable. Mais sur le terrain, et à la suite d'une formation en auscultation, le stéthoscope peut fort bien convenir comme seul outil nécessaire et suffisant.

5. Notion de tube axial

Dans cet exposé, nous ne considérerons pas l'arbre respiratoire dans sa totalité. En effet, le niveau de l'encombrement bronchique conditionne la spécificité des manœuvres de kinésithérapie et par conséquent nous nous référons à la notion anatomo-fonctionnelle de tube respiratoire axial dans son unicité segmentaire.

Au départ de la trachée, (première colonne du tableau 1 de synthèse) le tube axial se compose de la bronche souche extrapulmonaire, puis des éléments intrapulmonaires: bronche lobaire, la bronche segmentaire qui lui fait suite, bronche sous-segmentaire, une succession de bronches plus petites pour aboutir à la bronchiole terminale, la bronchiole respiratoire, le canal et le sac alvéolaire et l'alvéole. Par opposition à l'ensemble de l'arbre aérien que l'on peut représenter sous la forme d'un entonnioir *(fig. 5)* (par la somme aux différents étages des surfaces de section, de la trachée jusqu'à la périphérie) le tube axial est ici considéré comme une «tuyauterie» unique qui va en se rétrécissant de son embouchure vers sa terminaison.

Le tube axial n'est pas qu'une structure anatomique passive subissant seulement les variations d'activité du système nerveux autonome. Il peut aussi répondre à certaines sollicitations extérieures qui intéressent au premier plan le kinésithérapeute:
- *la position du corps*
- *le volume pulmonaire.*

Notre méthode, guidée par l'auscultation pulmonaire telle qu'elle est enseignée par Lens, repose en partie sur l'exploitation de cette notion.

Le tube axial possède en effet une dynamique propre que nous rappelons ici brièvement *(fig. 6)*.

Lors de l'expiration forcée (toux et hemmage par exemple), les voies aériennes sont soumises à la pression transpulmonaire qui s'applique sur la paroi bronchique et divise ainsi le tube axial en deux segments: un secteur d'aval où la pression endobronchique est inférieure à la pression pleurale et où on assiste à une compression des voies aériennes avec limitation du débit expiratoire et augmentation de vitesse du courant gazeux, et un secteur d'amont, où la

Neu

®Voltaren ®Emulgel

das aus der Tube kommt.

Das bewährte Voltaren in neuartiger topischer Form: Emulgel.
Geschmeidig wie eine Crème, kühlend wie ein Gel.
Hochwirksam und sehr gut verträglich.

Neu: als Liste C-Präparat

Zusammensetzung: 100 g VOLTAREN EMULGEL enthalten 1,16 g Diclofenac Diäthylammonium. Indikationen: Zur lokalen Behandlung von traumatisch bedingten Entzündungen der Sehnen, Bänder, Muskeln und Gelenke, wie z.B. Verstauchungen, Prellungen, Zerrungen; lokalisierte Formen des Weichteilrheumatismus, wie z.B. Tendovaginitis, Schulter-Hand-Syndrom, Bursitis; lokalisierte rheumatische Erkrankungen, wie z.B. Arthrosen peripherer Gelenke und der Wirbelsäule, Periarthropatien. Dosierung und Anwendung: 2–4 g Emulgel 3–4x tgl. auftragen und leicht einreiben. VOLTAREN EMULGEL kann zusammen mit anderen Formen von VOLTAREN angewandt werden. Kontraindikationen: Überempfindlichkeit gegenüber Diclofenac, Acetylsalicylsäure und anderen nichtsteroidalen Antiphlogistika sowie gegenüber Isopropanol und Propylenglykol. Vorsichtsmassnahmen: Nur auf intakte Hautflächen, nicht auf Hautwunden bzw. offene Verletzungen, auftragen. Augen und Schleimhäute sollen nicht mit dem Präparat in Berührung kommen. Unerwünschte Wirkungen: VOLTAREN EMULGEL wird gewöhnlich gut vertragen; Juckreiz, Rötungen, Hautausschlag oder Brennen der Haut können vorkommen. Ausführliche Informationen, insbesondere Anwendungseinschränkungen, siehe Standardprospekt.

CIBA–GEIGY

VOE 5/85 CHd

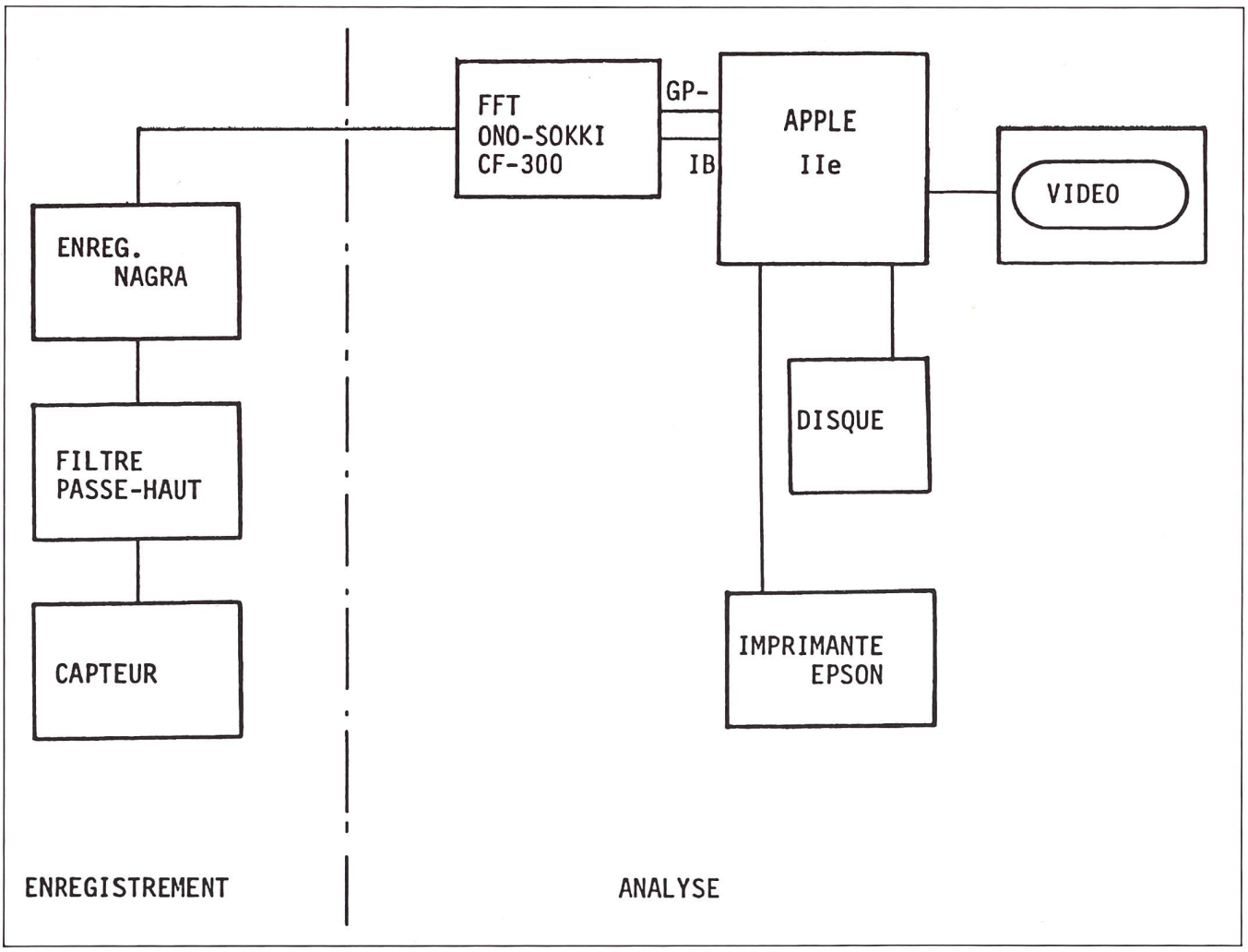


Fig. 4

pression endobronchique est supérieure à la pression pleurale et où les voies aériennes restent ouvertes. Dans ce secteur, la seule force motrice du débit est la pression engendrée par le recul élastique du parenchyme pulmonaire. L'état de tension de celui-ci peut donc être exploité passivement par la déflation.
La limite entre les deux secteurs est appelée point d'égale pression (PEP). La situation de ce point d'égale pression n'est pas constante; afin d'obtenir une compression bronchique distale et des forces de cisaillement les plus périphériques, nous obtenons le déplacement du PEP de deux manières:

- par le choix du décubitus latéral, le «ramasse» pulmonaire du poumon infralatéral diminue la pression due au recul élastique et recule le PEP vers l'amont.
- par les manœuvres d'expiration forcée (toux, hemmage, FET) à bas volume pulmonaire, le même effet est accentué.

6. Synthèse-commentaires

L'analyse et les commentaires qui suivent, étayés par des arguments cliniques et paracliniques, tentent d'établir des relations entre les paramètres proposés, le niveau de l'atteinte bronchique, la genèse des craquements pulmonaires et le traitement kinésithérapique spécifique à des situations nosologiques précises.
Nous connaissons le risque de la schématisation mais il s'agit d'un passage que nécessite une modélisation didactique simple.
Cette analyse conclut, au départ de la fréquence hertzienne, paramètre essentiel, à trois catégories de craquements:

Les craquements de basse fréquence relative (200 Hz)

Ils n'occupent aucune situation systématique dans la phase respiratoire. Ils apparaissent d'une manière alé-

atoire aussi bien en inspiration qu'en expiration.
Ils envahissent les 6 filtres du phonopneumogramme *(fig. 7a)*, témoignage de leur important contenu énergétique. Ce sont les craquements des encombrements bronchiques que l'on perçoit lors de l'application de la main sur la paroi thoracique et que l'on situe à tort dans telle ou telle région pulmonaire. Cette manœuvre reste peu précise, étant donné la grande diffusion vibratoire de ces sons de la même fréquence hertzienne que la résonance intrinsèque du thorax et notamment chez le jeune enfant au thorax de dimension réduite. Leur spectre est caractérisé par une bande passante étroite *(fig. 7b)*.
Ces craquements sont générés dans les voies aériennes proximales, car on note leur disparition immédiate après toux à haut volume pulmonaire suivie d'expectoration ou encore après aspiration endo-bronchique.
Audibles à la bouche, ils correspondent bien au bruit du bullage de l'air au travers des sécrétions.
Le traitement kinésithérapique de ce type d'encombrement reste celui qui est classiquement appliqué: toux, aspiration. Nous ne préconisons pas le drainage postural pour des raisons d'inefficacité décrites par ailleurs (13). Il existe à l'égard de ces craquements de basse fréquence un danger de confusion avec d'autres craquements de basse fréquence qui sont non audibles à la bouche, de caractère protophasique permanent, durablement récurrents et localisés préférentiellement aux régions pulmonaires postéro-basales dépendantes. Nous avons établi (14) que ces craquements ne correspondent pas à des sécrétions mais à des altérations structuro-fonctionnelles du poumon dépendant chez les obstructifs chroniques. Leur différenciation stéthacoustique ne peut se faire qu'après écolage stéthacoustique sur le terrain.

Les craquements de moyenne fréquence relative (400 Hz)

Ils sont présents au filtre 400 Hz et

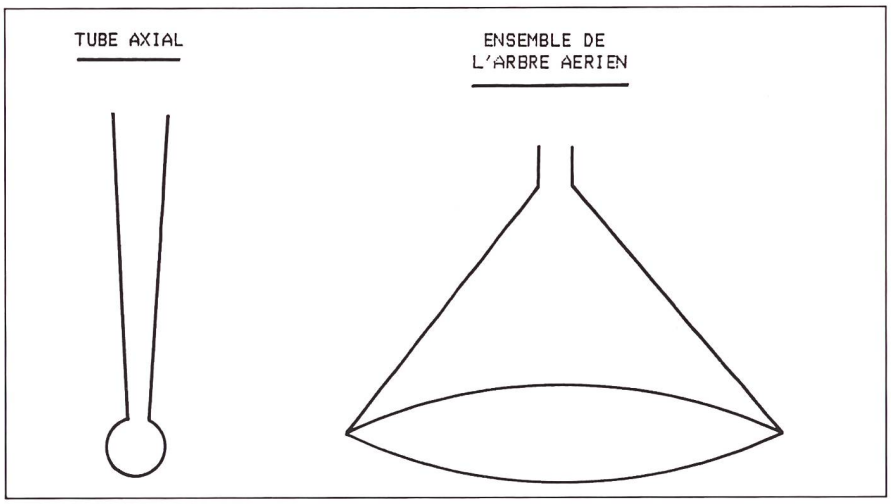


Fig. 5
Configuration de l'unité de traitement pour échantillonnage et calcul de la Transformée de Fourier (d'après Bosser [1] et Chapelle [2]).

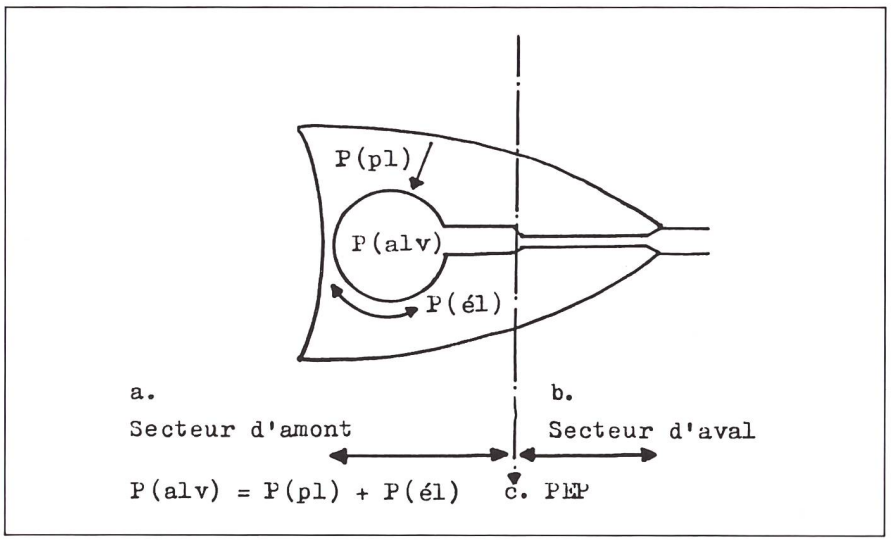


Fig. 6
a Au stade de début, inflammatoire, ou stade d'engouement, apparition de quelques craquements téléphasiques inspiratoires de haute fréquence sur bruits respiratoire normaux.
b Au stade de matité, condensation ou hépatisation rouge: bruits respiratoires bronchiques; la charge énergétique des bruits respiratoires bronchiques se situe surtoux aux filtres 800 Hz et 400 Hz.
c Au stade de défervescence, ou hépatisation grise: apparition de craquements de moyenne fréquence au filtre 400 Hz et de hautes fréquences à 800 Hz. Disparition progressive des bruits respiratoires bronchiques.
d En fin de résolution, craquements de basse fréquence envahissant tous les filtres.

b' Après exercices d'inspirations profondes à la capacité pulmonaire totale et en supralatéral, apparition de craquements téléphasiques inspiratoires de haute fréquence sur les bruits respiratoires bronchiques.
c' Après FET ou toux à bas volume pulmonaire en infralatéral, disparition des craquements de moyenne fréquence.
d' Aprés toux classique en assis, disparition des craquements de basse fréquence.

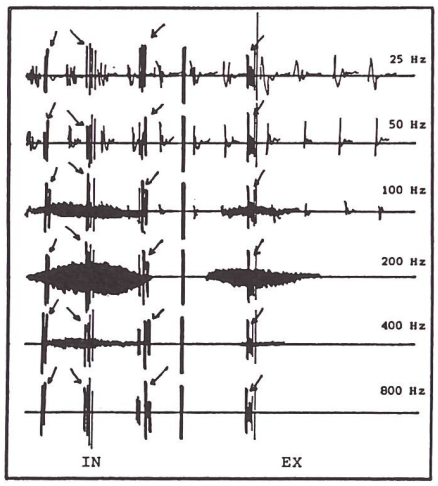


Fig. 7a
Craquements protophasiques inspiratoires de basse fréquence, indiqués par les flèches aux filtres 50, 100 et 200 Hz.

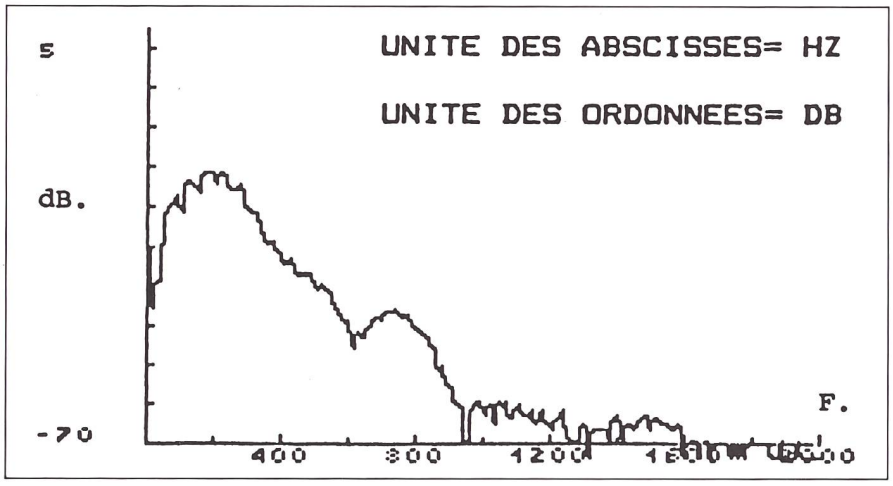


Fig. 7b
Analyse spectrale d'un craquement protophasique inspiratoire de la figure 7a.
En abscisse: les fréquences.
En ordonnée: l'amplitude.

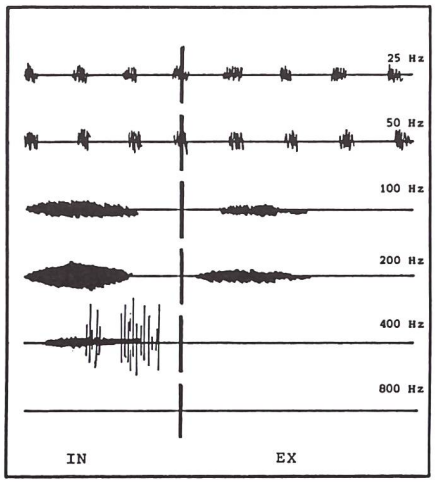


Fig. 8a
Craquements méso- et téléphasiques inspiratoires de moyenne fréquence, indiqués par la flèche au filtre 400 Hz.

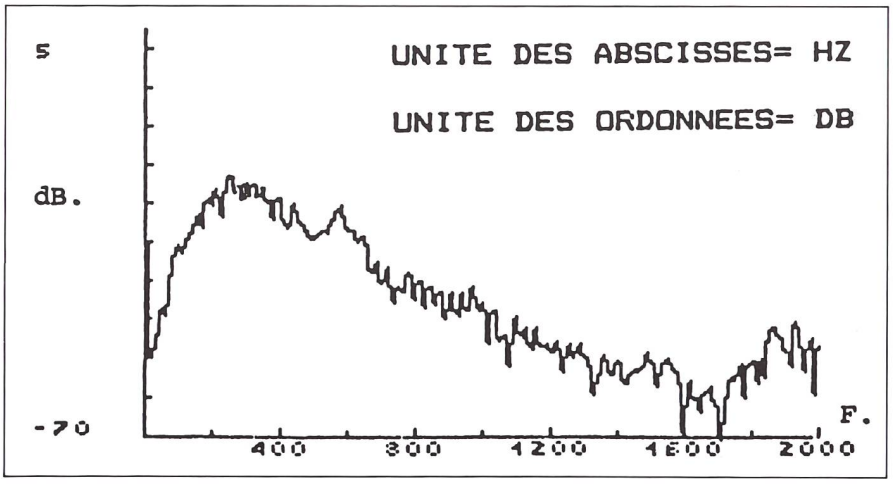


Fig. 8b
Analyse spectrale d'un craquement mésophasique de la figure 8a.
En abscisse: les fréquences.
En ordonnée: l'amplitude.

débordent parfois quelque peu dans le filtre phonopneumographique 800 Hz par leur contenu énergétique *(fig. 8a)*. Au stade aigu de l'affection, ils sont holophasiques inspiratoires, ce qui correspond à un important degré d'encombrement des petites voies aériennes. Leur évolution sous traitement kinésithérapique se fait de la manière suivante: ils deviennent méso et téléphasiques ensuite uniquement téléphasiques avant de disparaître.

Leur analyse acoustique révèle un spectre à bande passante large *(fig. 8b)*, plus riche dans les hautes fréquences que les précédents ce qui rend compte de leur timbre.

Le traitement kinésithérapique, basé sur les propriétés dynamiques bronchiques décrites plus haut est analytique et spécifique aux craquements de moyenne fréquence. Il consiste à positionner la région malade (souvent réduite à une ou deux surfaces de stéthoscopes comme observé à la suite de pneumonies par exemple) en

fritac

NEUHEITEN

Wir stellen das neue Free Line Gerätekonzept von Nemectron vor:

NEMECTRODYN®2 / ENDOVAC®2
mit Ultraschallgerät IMPULSAPHON M 100
auf Free Line Gerätewagen

NEMECTRODYN®2 / ENDOVAC®2

Das Nemectrodyn®2 bietet die in der Elektrotherapie unentbehrlichen Behandlungsarten:

- ***reine Mittelfrequenz*** *zur Erzeugung mittelfrequenter Wirkungen*
- ***zweipolige Interferenz*** *zur Erzeugung niederfrequenter Wirkungen in der Oberfläche*
- ***vierpolige Interferenz*** *zur Erzeugung nieder- und mittelfrequenter Wirkungen in der Oberfläche oder in der Tiefe des Gewebes*

mit Sondereinrichtungen:

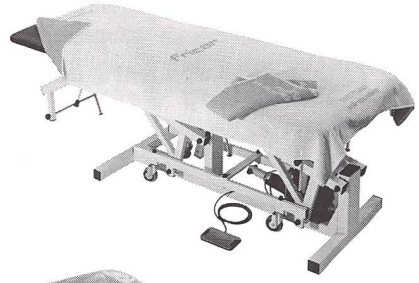
- *ENDODYN® sichert und verbessert die Effektivität im gesamten Behandlungsgebiet.*
- *ENDOSAN® verstärkt die mittelfrequenten Wirkungen* ***NEU***
- *ENDOVAC® erlaubt es, den Einfluss der Pulsation auf die Stromstärke ein- oder auszuschalten.*

kombinierbar mit Ihrem Ultraschall-Therapiegerät oder einem der Geräte von Dr. Born:

IMPULSAPHON Mod. M 90, M 99, M 100, M 110

Ultraschall und Reizstrom kombiniert bringt rascheren Erfolg!

Verlangen Sie unser günstiges Eintauschangebot



Verbrauchsmaterial

- *Verwenden Sie die neuen hygienischen Frottée-Tücher* ***Frottesana*** *in Ihrer Praxis.* ***Frottesana****-Tücher sind nach dem Sanitized-Verfahren antimikrobiell behandelt: Das einzige Frottée-Tuch, das Sie vor Hautpilzen und geruchsbildenden Bakterien sicher sein lässt.*
- ***FROTTESANA*** *Handtuch* *50 × 70 cm*
- ***FROTTESANA*** *Liegen-, Sauna- u. Badetuch* *100 × 200 cm*
- ***KENKOH-Noppensandalen***
- ***FRIGEL Ultraschall-Kontaktgel***
  Schweizerfabrikat – hautfreundlich – Ph-Wert dem Säuremantel der Haut angepasst – fettet nicht – Lieferbar in 0,5-Liter-Fläschchen und in 5-Liter-Grosspackungen.

Wir senden Ihnen gerne ein Muster

fritac

FRITAC
MEDIZINTECHNIK AG
8031 ZÜRICH
Hardtrumstr. 76
Telefon 01/42 86 12

BON

Bitte ausschneiden und einsenden an:

FRITAC AG
Postfach
8031 Zürich

Ich interessiere mich für: *(Gewünschtes bitte ankreuzen)*

☐ *Offerte für* _____

☐ *FRIGEL-Muster*

☐ _____

Name _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

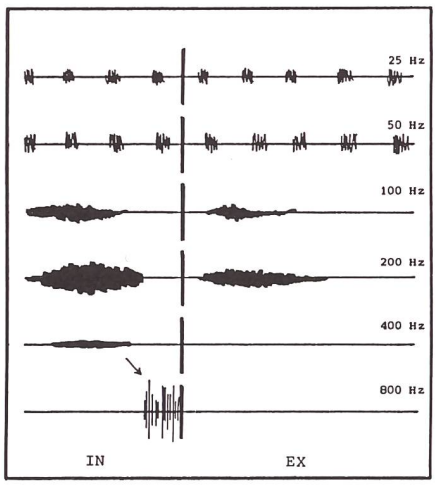


Fig. 9a
Craquements téléphasiques inspiratoires de haute fréquence d'un patient souffrant d'hypoalbuminémie, indiqués par la flèche au filtre 800 Hz.

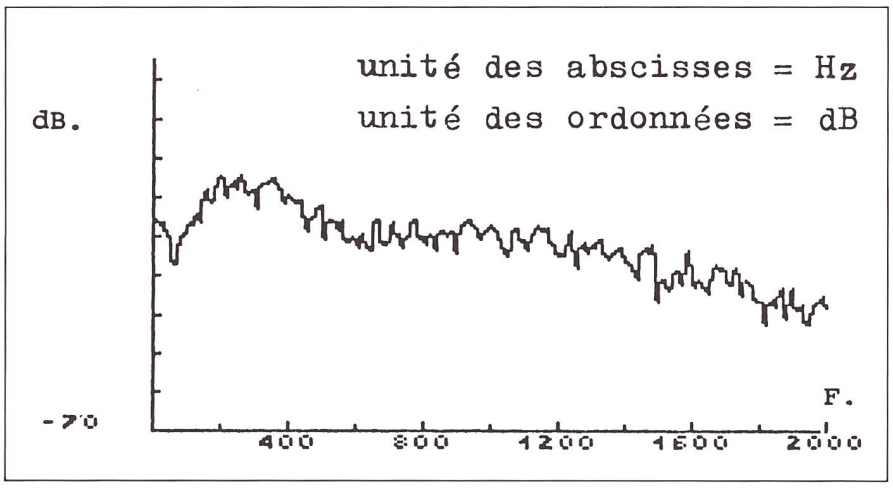


Fig. 9 b
Analyse spectrale d'un craquement téléphasique de la figure 9a.
En abscisse: les fréquences.
En ordonnée: l'amplitude.

infralatéral, soit près du plan d'appui. Il faut de plus demander au malade des efforts de toux à bas volume pulmonaire (si le patient n'est pas trop âgé, auquel cas les fréquentes dyskinésies bronchiques rendent la toux inefficace), du hemmage ou des manœuvres d'expiration forcée (FET des anglais = forced expiratory technique). En supralatéral, le vibromassage appuyé donne quelques résultats, inconstants toutefois. Le genèse de ces craquements est à rapprocher du bullage, mais aussi à des ouvertures brusques de bronches aux parois accolées, dont le décollement pourrait constituer la source intrinsèque du bruit perçu, ou encore à des égalisations rapides de pression d'un territoire à l'autre après ouverture soudaine de la bronche comme le proposait Forgacs (6).

Les craquements de haute fréquence relative (800 Hz)

Ils sont quasi toujours téléphasiques et non influencés par la kinésithérapie, ce qui nécessite à l'évidence que l'on soit capable de les reconnaître. On les trouve dans la fibrose pulmonaire, dans l'oedème interstitiel...

Le phonopneumogramme les individualise au filtre 800 Hz *(fig. 9a)* et leur spectre présente une bande passante très large, presque horizontale aux hautes fréquences. La genèse de ces craquements proposée par Forgacs correspond à des égalisations soudaines de pression après ouverture soudaine d'une voie aérienne préalablement fermée. Fredberg (cité par Dalmasso, 7) postule que le craquement est du à l'évènement dynamique d'ouverture consécutif à un changement brutal de tension élastique.

Bien que ces craquements ne soient habituellement pas influencés par la kinésithérapie, la pneumonie doit retenir notre attention car au cours de son évolution, nous avons montré (17) qu'au stade des bruits respiratoires bronchiques (ancien souffle trachéo-bronchique ou souffle tubaire), qui correspond à l'état d'hépatisation rouge de Laënnec (1), nous avons pu faire apparaître des craquements téléphasiques inspiratoires de haute fréquence au moyen d'inspirations répétées à la capacité pulmonaire totale en supralatéral.

7. Discussion des paramètres

La fréquence

Quoique que très schématique, une relation fréquence Hz-dimension du conduit n'est pas à exclure et Lens la propose comme première approche simplifiée à titre de modélisation «stratégique» utile au disgnostic et à la kinésithérapie.
On peut en effet constater que la fréquence Hz des craquements s'élève au fur et à mesure que la pathologie concerne des étages pulmonaires de plus en plus distaux.
L'encombrement des gros troncs après anesthésie ou lors d'une bronchite simple par exemple, s'accompagne de craquements de basse fréquence. Au décours de la pneumonie, au stade de défervescence où les petites voies aériennes commencent à être envahies par des sécrétions, les craquements de moyenne fréquence prédominent.
Enfin les craquements de haute fréquence sont rencontrés dans les at-

teintes interstitielles, affections distales du parenchyme.

La position-dépendance

Les craquements de moyenne et haute fréquence semblent position-dépendants. La position-dépendance est en rapport avec l'importance de l'encombrement bronchique périphérique, d'où l'intérêt de ce paramètre dans l'évaluation du degré de l'atteinte. Par exemple, au stade aigu d'une infection bronchique distale, les craquements sont présents en infralatéral et en supralatéral, puis au fur et à mesure de l'amélioration, ils ne sont plus présents qu'en infralatéral avant de disparaître (17).

La situation dans la phase inspiratoire

La situation des craquements de moyenne fréquence dans la phase inspiratoire est également liée au degré de l'encombrement.
D'holophasiques, ils deviennent méso et téléphasiques puis seulement téléphasiques avant de disparaître. Ce mode de disparition dans la phase inspiratoire suit un schéma constant parallèle à la détersion pulmonaire. Il s'agit dès lors d'un bon repère pour le kinésithérapeute qui peut ainsi apprécier le stade de l'affection auquel le malade lui est adressé et adapter sa conduite thérapeutique en conséquence, soit au niveau de la fréquence des séances de soins, soit au niveau de leur durée.

La kinésie-dépendance:

est un indice utile par lequel le médecin tente d'évaluer l'indication d'un traitement de kinésithérapie.
Lorsqu'après une manœuvre de toux à bas volume ou des inspirations et expirations amples, il y a modification passagère de la situation des craquements dans la phase inspiratoire, un traitement de kinésithérapie peut habituellement être envisagé.

8. Conclusion

A la lumière des connaissances actuelles sur la dynamique bronchique d'une part, des travaux d'analyse des signaux sonores pulmonaires d'autre part, nous avons pu montrer qu'une kinésithérapie respiratoire différentielle, spécifique de l'encombrement bronchique à des étages différents pouvait être mise en œuvre; de plus, cette approche nouvelle de l'encombrement bronchique nous a imposé une remise en question fondamentale de certaines techniques de kinésithérapie respiratoire (13).
La connaissance de cette «nouvelle manière d'ausculter» nous est apparue un apport précieux à plusieurs égards:

1. une terminologie stéthacoustique précise permet au médecin et au kinésithérapeute de parler le même langage
2. les paramètres que nous avons commenté sont des repères indispensables au choix affiné des techniques kinésithérapiques que nous proposons et à leur contrôle
3. l'analyse acoustique conduit à une meilleure interprétation des bruits respiratoires normaux et adventices

Elle est de plus d'un intérêt didactique évident à la formation des étudiants médecins et kinésithérapeutes à l'auscultation pulmonaire.

Références

1. *Laënnec R.T.H.* De l'auscultation médiate ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur. Brosson et Chaudé. Rep. Culture et civilisation. Bruxelles, 1968; 927 p., 2 vol.
2. *Lens E., Postiaux G., Chapelle P.* L'auscultation en décubitus latéral des craquements inspiratoires téléphasiques. Louvain Med. 104: 85–94, 1985.
3. *Postiaux G.* La kinésithérapie respiratoire guidée par l'auscultation pulmonaire. Kinésithérapie-scientifique. No spécial 220, janvier 1984.
4. *Merz P.* Lungenauskultation in der Atemphysiotherapie. Rev. Soc. Suisse Phys. No 5: mai 1985; 2–25. «Physiothérapeute»
5. *Nath Ar., Capel L.H.* Inspiratory crackles and mechanical events of breathing. Thorax 1974; 29: 695–698.
6. *Forgacs P.* Crackles and wheezes. Lancet 1967; 2: 203–205.
7. *Dalmasso F., Guarene, Spagnolo R., Benedetto G., Righini G.* A computer system for timing and acoustical analysis of crackles: a study in cryptogenic fibrosing alveolitis. Bull. Eur. Physiopathol. Respir. 1984, 20, 139–144.
8. *Kudoh S., Ichikawa K., Kosaka K.* Analysis of the rales in patients with fibrosing alveolitis by a new phonopneumographic method using a soundspectrograph. Rion publ., Japan 1978.
9. *Mori M., Kinoshita K., Morinari H., Shiraishi T., Koike S., Murao S.* Waveform and spectral analysis of crackles. Thorax 1980; 35: 843–850.
10. *Kraman S.* Does the vesicular sound come only from the lung? Am. Rev. Respir. Dis. 1983; 128: 622–626.
11. *Bosser T., Chapelle P., Lens E., Postiaux G.* L'analyse acoustique des bruits respiratoires. Revue française d'acoustique. IN PRESS.
12. *Bosser T.* Analyse spectrale des sons pulmonaires à l'aide d'un analyseur de Fourier et d'un micro-ordinateur. Mémoire. Faculté polytechnique, Mons, Belgique.
13. *Postiaux G., Lahaye J.-M., Lens E., Chapelle P.* Le drainage postural en question. Kinésithérapie-scientifique. Sept. 1985.
14. *Postiaux G., Lens E., Chapelle P.* Conduite à tenir en kinésithérapie respiratoire face aux craquements protophasiques inspiratoires de basse fréquence. Acta 3èmes Journées européennes de kinésithérapie respiratoire et cardio-vasculaire. Paris, octobre 1984.
15. *Forgacs P.* The functional basis of pulmonary sounds. Chest 1978; 73: 399–405.
16. *Postiaux G., Lens E., Chapelle P., Bosser T.* Intérêt de la phonopneumographie et de l'analyse acoustique spécialisée en kinésithérapie respiratoire. IN PRESS. Annales de kinésithérapie.

Adresse des auteurs:

G. Postiaux, Kinésithérapeute, Service de médecine interne, Clinique Reine Fabiola, Montignies-sur-Sambre, Belgique.

E. Lens, Chef du Service de Médecine interne, Clinique Reine Fabiola.

P. Chapelle, Professeur d'acoustique, Faculté polytechnique, Mons, Belgique.

Travail réalisé dans le cadre du Groupe d'étude pluridisciplinaire stéthacoustique, ASBL, rue de Miaucourt, 43, (B) 6180 Courcelles.

Pour toute correspondance, adresse ci-dessus.