

# Echographie musculo-squelettique et pulmonaire : applications possibles pour le kinésithérapeute

## Musculoskeletal and lung ultrasound : possible applications for the physiotherapist

JOHAN WORMSER (PT)<sup>1</sup>, MARION LEMARINEL (PT, MSc)<sup>2</sup>, ANTHONY DEMONT (PT, MSc)<sup>2</sup>, AYMERIC LE NEINDRE (PT, MSc, PhD)<sup>3-4</sup>

1 Service médecine intensive et réanimation, Groupe Hospitalier Paris Saint-Joseph, Paris, France

2 Cabinet Kinésithérapie Physio Impact, Paris, France

3 Service de kinésithérapie, Hôpital Forcilles, Férolles-Attilly, France

4 Université de Bourgogne, UMR1231, Dijon, France

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt pour cet article

### Keywords

Musculoskeletal ultrasound, lung ultrasound, decision-making process, physiotherapy, standards, recommendations.

### Abstract

**Introduction :** historically, the first uses of ultrasonic diagnosis in physiotherapy allowed the muscle function assessment with more accuracy than usual measurement tools. Now, diagnostic ultrasound is widely used in musculoskeletal physiotherapy and more recently in respiratory physiotherapy.

**Developpement :** it is a precise, reproducible, non-invasive and radiation-free tool. Ultrasonic diagnosis may improve the physiotherapist's decision-making process, optimizing the choice of physiotherapy treatment and patient's response monitoring. This is an complementary tool for physiotherapists, improving the diagnostic accuracy of clinical examination.

**Discussion :** Improving the accuracy of the clinical examination by ultrasound could avoid excessive and unnecessary treatments. However, any systematic use of ultrasound by the

### Mots clés

Echographie musculo-squelettique, échographie pulmonaire, processus décisionnel, kinésithérapie, standards, recommandations

### Résumé

**Introduction :** historiquement, les premières utilisations de l'échographie en physiothérapie ont permis d'évaluer la fonction musculaire avec plus de précision que les outils de mesure habituels. Son utilisation s'est ensuite développée dans le domaine musculo-squelettique et plus récemment en physiothérapie respiratoire.

**Développement :** c'est un outil précis, reproductible, non invasif et non irradiant permettant d'améliorer le processus décisionnel du kinésithérapeute afin d'orienter le traitement et suivre l'évolution du patient. Il s'agit d'un outil complémentaire dans la réalisation du bilan diagnostique kinésithérapique.

**Discussion :** l'amélioration de la précision de l'examen clinique grâce à l'échographie pourrait éviter des traitements excessifs et inutiles. Cependant, toute utilisation systématique

physiotherapist is to be proscribed. The clinical examination must be given the priority. By monitoring the treatment with ultrasound images, the physiotherapist will be able to reorient the patient in the event of non-evolution of the pathology, thus optimizing the care of the patient.

Nevertheless, it is necessary to pay attention, as current studies does not seem to show correlations between ultrasound observations and the different stages of tendinopathy, especially in the Achilles tendon and rotator cuff tendons. Other studies on different tendons would thus be interesting.

**Conclusion:** However, ultrasound remains an operator dependant tool and its clinical application requires a supervised, advanced training as well as a strong background in anatomy and physiology of analyzed structures.

de l'échographie par le kinésithérapeute est à proscrire, c'est l'examen clinique qui doit primer.

En suivant son traitement à l'aide d'images échographiques, le kinésithérapeute pourra réorienter le patient en cas de non évolution de la pathologie, optimisant ainsi la prise en charge du patient.

Il faut néanmoins rester vigilant car certaines études actuelles ne semblent pas montrer de corrélation entre les observations échographiques et les différents stades de tendinopathie, notamment au niveau du tendon d'Achille et des tendons de la coiffe des rotateurs. D'autres études sur différents tendons seraient donc intéressantes.

**Conclusion:** l'échographie reste cependant un outil opérateur dépendant et son application clinique nécessite une formation encadrée et évaluée, ainsi que des bases solides en anatomie et physiologie de la structure analysée.



## Introduction

L'échographie s'est imposée, pour les physiothérapeutes, comme un moyen d'imagerie des tissus mous et des structures péri-articulaires durant ces vingt dernières années. Déjà utilisée depuis plusieurs années par les physiothérapeutes dans les pays anglo-américains comme le Canada, les Etats-Unis, le Royaume-Uni ou l'Australie, la pratique de l'échographie par des physiothérapeutes est beaucoup moins répandue dans la majorité des pays d'Europe. La France en est un bon exemple, puisqu'en 2015, le Conseil National de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes a rendu un avis positif concernant l'habilitation du kinésithérapeute à la pratiquer dans le cadre de l'élaboration de son bilan diagnostique et de la mise en œuvre de ses traitements après avoir suivi une formation<sup>(1)</sup>.

Pourtant l'échographie musculo-squelettique permet au clinicien, en tant qu'outil de bilan précis et facilement accessible, de compléter son évaluation et d'améliorer l'élaboration de son plan de traitement<sup>(2)</sup>.

En pneumologie, son utilisation a été longtemps retardée par le fait que l'air empêche le passage des ultrasons, rendant a priori l'examen échographique du poumon non réalisable. Même si le scanner thoracique reste le gold-standard de l'analyse du parenchyme pulmonaire, l'échographie a démontré son excellente précision dans l'évaluation du statut respiratoire du patient en médecine intensive et d'urgence. Plus récemment, l'échographie a été proposée comme complément dans l'examen respiratoire du physiothérapeute<sup>(3)</sup>. Elle permet au clinicien de mieux définir l'indication du traitement respiratoire et de l'ajuster en temps réel si besoin<sup>(3)</sup>.

Il convient de distinguer l'échoscopie (prolongement de l'examen clinique dans le but de compléter un diagnostic clinique et d'en améliorer la stratégie thérapeutique) d'un véritable examen échographique nécessitant une durée minimale d'examen, la remise d'un compte-rendu, etc. Cette distinction est

uniquement retrouvée dans la littérature francophone alors que les termes fréquemment utilisés dans les articles internationaux sont: Ultrasonography, Sonography, Rehabilitative Ultrasound Imaging (RUSI) ou encore Diagnostic Ultrasound.

L'utilisation de l'échographie par le kinésithérapeute se fera alors en respectant la frontière avec le diagnostic médical. L'objectif du kinésithérapeute n'est pas d'identifier et de nommer une pathologie mais bien d'évaluer les déficiences de fonctions (musculaire, tendineuse, pulmonaire etc.) et d'en suivre l'évolution.

L'objectif de cet article est d'abord de faire un bref rappel du fonctionnement de l'échographie puis de comprendre ses intérêts et limites en rééducation et dans le cadre de la formulation de l'hypothèse clinique pour l'élaboration du plan de traitement. Il traitera ensuite des applications cliniques de l'échographie musculo-squelettique et thoraco-pulmonaire.

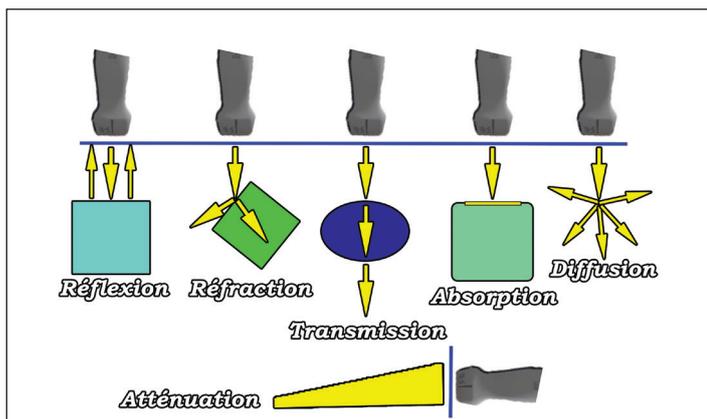
## 1) Les bases de l'échographie

### Construction de l'image échographique<sup>(4)</sup>

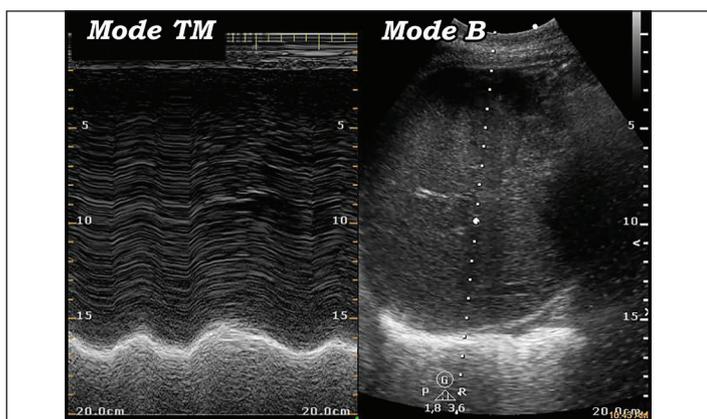
L'échographe est constitué d'un moniteur, d'une unité centrale et d'une sonde. La sonde est un émetteur-récepteur: les ultrasons sont émis à une fréquence supérieure à 20 000 Hz. Une fois émis, l'ultrason pénètre dans les tissus et se propage de proche en proche jusqu'à ce qu'il rencontre une structure. Chaque tissu possède sa propre résistance aux ultrasons (impédance acoustique) et va être le siège de différents phénomènes (Figure 1). La sonde va ensuite réceptionner une partie des rayons réfléchis, c'est ainsi que naît l'image échographique.

### Visualisation de l'image échographique

Pour décrire une image, la terminologie utilisée est simple<sup>(5)</sup>. Une structure hyperéchogène apparaît blanche: par exemple, la corticale osseuse réfléchit fortement les ultrasons ce qui ex-



› Figure 1 : phénomènes échographiques



› Figure 2 : les deux mondes échographiques les plus utilisés. A gauche de l'image, le mode TM pour temps/mouvement. A droite de l'image, le B ou «brightness» (brillance/luminosité).

plique que l'on observe une hyperéchogénéicité. Une structure anéchogène apparaît noire : aucune ultrason n'est réfléchi vers la sonde, la totalité des ultrasons sont transmis par le milieu (ex. épanchement pleural).

L'artefact d'anisotropie, qui survient lorsque le faisceau ultrasonore n'est pas perpendiculaire à l'axe d'une structure anatomique (ex. un tendon dans le plan axial ou parallèle à lui dans le plan longitudinal) est une source potentielle d'erreur d'interprétation en donnant de fausses images hypoéchogènes<sup>(6)</sup>.

Trois modes échographiques sont utilisés. Le mode B permet de visualiser en deux dimensions la structure observée. Le mode M ou temps/mouvements va permettre de visualiser les déplacements des structures dans le temps sous la sonde (Figure 2). Le mode doppler permet de visualiser les flux sanguins.

### Choix de la sonde

Le choix de la sonde se fera en fonction de la profondeur de la zone à inspecter. Ainsi, pour des tissus superficiels, il faudra utiliser une sonde linéaire. C'est une sonde à haute fréquence qui a une meilleure résolution en superficie mais qui devient inadéquate pour les explorations profondes compte tenu d'une grande atténuation. Cette sonde pourra par exemple être utilisée pour l'exploration des tendons de l'épaule.

Pour des tissus plus profonds, il faudra utiliser une sonde convexe à basse fréquence avec une faible atténuation en pro-



› Figure 3 : le matériel échographique

La sonde linéaire, haute fréquence pour l'étude des tissus superficiels, La sonde convexe, basse fréquence pour l'étude des tissus profonds.

fondeur : mais sa précision sera plus faible. Cette sonde pourra être utilisée pour l'exploration pulmonaire.

Enfin, chaque sonde possède une surface de contact différente permettant d'explorer des zones larges ou plus étroites : une sonde linéaire à surface plane paraît idéale pour explorer un tendon d'Achille, une sonde convexe pourra être trop large pour se positionner dans un espace intercostal sans être gêné par les côtes (Figure 3).

## 2) Intérêt pour le physiothérapeute

L'échographie présente plusieurs avantages pour le physiothérapeute : elle permet de compléter le bilan kinésithérapique et de suivre l'évolution de la pathologie au cours du traitement. Elle peut également être utilisée en tant qu'outil de biofeedback pour le patient, facilitant par exemple la visualisation d'une contraction musculaire<sup>(7)</sup>. De plus, c'est une technique non invasive et non irradiante pour le patient.

Cependant, la principale difficulté de son utilisation repose sur la relation étroite entre la qualité du résultat obtenu à l'échographie et la pratique de l'opérateur (niveau de formation, respect des standards de pratique et des conventions,...)<sup>(8)</sup>. La qualité de l'image et son interprétation dépendent donc de la compétence de l'évaluateur mais aussi du choix de la sonde et du matériel échographique qui doit être adapté aux structures analysées.

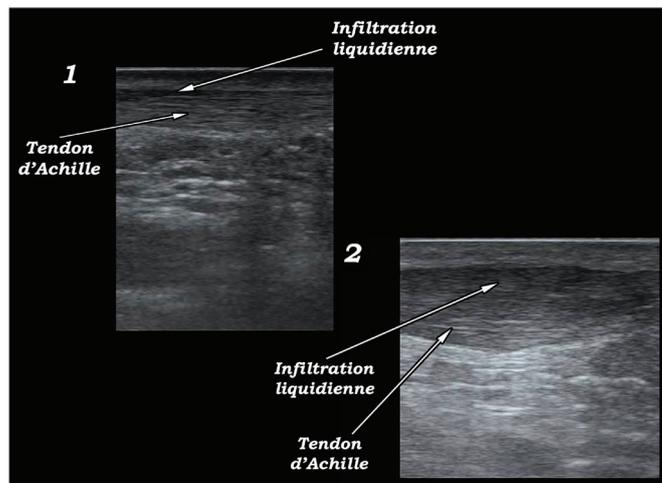
### L'échographie, un outil d'évaluation ?

Avant de débuter tout traitement, le kinésithérapeute a besoin d'évaluer et d'analyser les déficiences présentes chez le patient qui vont être responsables de la symptomatologie.

Mais avant tout, il est important de commencer par clarifier le lien entre le kinésithérapeute et l'échographie à visée de diagnostic. Dans les pays où le kinésithérapeute est assujéti à une prescription médicale (France, Belgique etc...), ce dernier n'est pas habilité à poser un diagnostic suite à son examen échographique, il sera réalisé par le médecin. Malgré tout, le kinésithérapeute intègre parfaitement l'échographie aux outils d'évaluation qu'il possède déjà dans le but de compléter et d'améliorer son bilan kinésithérapique.

En effet, la capacité de l'échographie à évaluer de manière dynamique les différentes structures anatomiques (articulaires et musculaires et principalement) permet d'objectiver certains tests du bilan kinésithérapique, mais aussi d'évaluer le stade et la chronicité de certaines pathologies. Dans le champ musculo-squelettique, elle permet par exemple d'identifier les différents stades d'une tendinopathie (Tableau 1)<sup>(9)</sup> et d'en surveiller son évolution (Figure 4)<sup>(9)</sup>.

En kinésithérapie respiratoire, la construction de l'arbre décisionnel se fait par l'observation du patient, l'utilisation d'outils tels que l'auscultation et l'interprétation de l'imagerie (radio et scanner) ainsi que d'autres examens paracliniques (gaz du sang, EFR...). De ces outils, les plus utilisés en pratique courante par les kinésithérapeutes sont l'auscultation et la radiographie. Pourtant, ces deux examens ont une précision diagnostic faible<sup>(10)</sup>. En effet, dans le cadre d'un épanchement pleural, la sensibilité de l'auscultation est seulement de 42 % contre 92 % pour l'échographie<sup>(10)</sup>. En présence d'une consolidation, la sensibilité de l'auscultation et de la radiographie sont de 8 % et 68 % respectivement, contre 93 % pour l'échographie<sup>(10)</sup>. L'échographie semble donc être un outil tout à fait adapté au processus décisionnel : c'est un outil précis, reproductible et facilement utilisable au cours de l'examen clinique du patient. Lors du bilan initial, elle va permettre au thérapeute de confirmer ou d'infirmer une ou plusieurs hypothèses cliniques.



› Figure 4 : échographie du tendon d'Achille

- 1. Image de tendinopathie réactive du tendon d'Achille
- 2. Image de tendinopathie dégénérative du tendon d'Achille

### L'échographie, un outil de suivi de traitement ?

Il est nécessaire pour le kinésithérapeute de s'assurer que le traitement proposé est le plus efficace possible tout au long de la rééducation. Pour cela, il doit pouvoir réévaluer facilement et de manière optimale le patient à plusieurs stades de la rééducation. Le kinésithérapeute pourra s'appuyer sur l'échographie afin de réévaluer régulièrement son patient, en comparant ses résultats avec son bilan initial. Il pourra alors réorienter le patient, si besoin, vers un médecin ou améliorer sa prise en charge pour rester toujours le plus adapté possible au stade de la pathologie. De même, le kinésithérapeute pourra lors du bilan final objectiver les effets de sa rééducation.

Par exemple, face à une atélectasie, comment être certain que le traitement est efficace ? L'échographie va pouvoir répondre à cette question et les images visualisées vont permettre d'évaluer la ré-aération du poumon et d'adapter le traitement si besoin<sup>(3)</sup>.

L'échographie va donc permettre d'objectiver l'effet d'un traitement, de l'adapter si besoin, voire de l'interrompre s'il est inutile.

### L'échographie, un outil à visé de biofeedback ?

Dans le champ musculo-squelettique, l'échographie en temps réel permet de donner un retour visuel de l'activité musculaire. Actuellement, elle est principalement utilisée dans la rééducation des muscles multifides, du muscle transverse de l'abdomen ou des muscles du plancher pelvien<sup>(4)</sup>.

Le biofeedback permet au patient de voir sur l'écran le changement de forme et d'épaisseur du muscle lorsque celui-ci est contracté. Il va pouvoir visualiser si sa contraction musculaire déclenche ou non une réponse adaptée, facilitant ainsi la compréhension et la reproductibilité du mouvement par le patient<sup>(7)</sup>.

Prenons l'exemple du muscle transverse de l'abdomen, actuellement de nombreuses études ont mis en évidence le lien étroit entre la présence d'une lombalgie chronique et le retard d'activation de ce muscle chez des sujets pathologiques comparativement aux sujets sains<sup>(11)</sup>. Il est donc important pour le kinésithérapeute d'avoir à sa disposition des outils fiables et

|                            | Tendinopathie réactive  | Tendon remanié   | Tendinopathie dégénérative   |
|----------------------------|---|--|--|
| Mécanisme d'apparition     | Réponse du tendon suite à une rapide augmentation de la charge ou à un traumatisme direct sur le tendon.                      | Si le tendon continue de subir un excès de charge, le tendon réactionnel commencera à dégénérer.                           | Réponse du tendon à une surcharge chronique  |
| Conséquence pour le tendon | Structure du tendon intact avec des changements infimes au niveau de l'intégrité du collagène. C'est un processus réversible. | Atteinte similaire au stade précédent mais la structure commence à changer avec une plus grande dégradation de la matrice. | Multiples changements structuraux qui diminuent la résistance du tendon à la charge. Celui-ci peut apparaître épais, noduleux et présente des risques de rupture lors de dégénérescences avancées. |

› Tableau 1 : stades d'atteinte du tendon

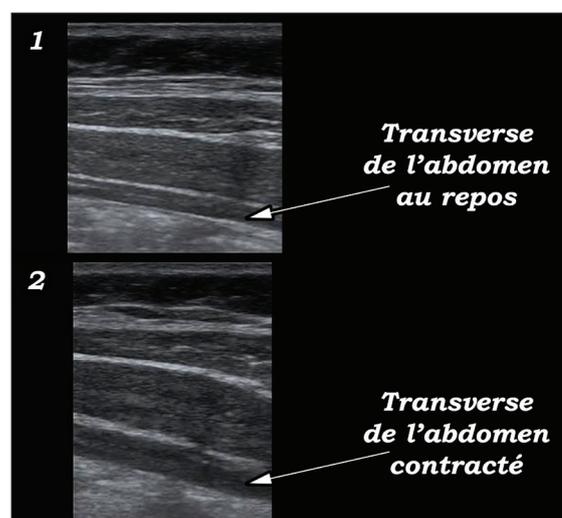
reproductibles afin d'évaluer l'activation et la section d'épaississement du transverse de l'abdomen. Habituellement, c'est la manœuvre de creusement abdominal (« abdominal drawing-in maneuver » ou ADIM) qui est la plus utilisée pour évaluer cliniquement la capacité d'activation et l'épaississement du muscle transverse<sup>(12)</sup>. Cette manœuvre associée à l'échographie permet de mesurer parfaitement l'épaississement du muscle, objectiver son retard ou non d'activation et observer les compensations musculaires éventuelles (Figure 5).

Il n'existe à ce jour pas de littérature sur la pratique de l'échographie à visée biofeedback dans le domaine respiratoire. Cependant, son utilisation pourrait être envisagée pour visualiser l'activité du diaphragme et faciliter ainsi la respiration abdomino-diaphragmatique.

### 3) Application et spécificité de l'échographie musculo-squelettique

La mise en application de l'échographie dans le domaine musculo-squelettique se fait principalement lors de l'évaluation initiale. L'exemple de l'épaule semble intéressant car il s'agit d'un complexe souvent difficile à évaluer de par son anatomie et sa biomécanique, et très fréquemment sujet aux douleurs. Environ 70 % des douleurs d'épaule sont liées à une atteinte de la coiffe des rotateurs<sup>(13)</sup>.

L'ensemble des tests standardisés des tendons de la coiffe des rotateurs semblent pouvoir être réalisés sous échographie afin de visualiser en temps réel l'harmonie du glissement des tendons et l'existence d'un éventuel conflit et ainsi corroborer les résultats obtenus lors de l'évaluation initiale<sup>(14)</sup>. Toutefois, l'utilisation de l'échographie dans le cadre des troubles de l'épaule est de plus en plus corrélée aux erreurs d'interprétation en présence de patients asymptomatiques<sup>(15)</sup>. Les résultats échographiques doivent donc être étudiés systématiquement en rapport avec l'hypothèse clinique formulée à la suite de l'examen clinique et celle-ci ramenée dans le contexte clinique du patient pour que ces résultats puissent avoir de la valeur. Il est impératif aussi de comparer les images obtenues avec le côté considéré comme sain.



▷ Figure 5 : image du transverse de l'abdomen

1. Image du muscle transverse de l'abdomen au repos
2. Image du muscle transverse de l'abdomen lors d'une contraction volontaire

Ces observations échographiques pourront servir tout au long de la prise en charge kinésithérapique comme base de comparaison afin de pouvoir déterminer avec précision si le plan de traitement mis en place est adapté ou non.

Ceci est valable pour toutes les atteintes non tendineuses. En effet, les différents stades de tendinopathie ne semblent pas à l'heure actuelle systématiquement corrélable avec les observations échographiques<sup>(16)</sup>. Ceci a été particulièrement étudié pour le tendon d'Achille ainsi que les tendons de la coiffe des rotateurs. Les atteintes tendineuses des autres tendons et leur faible corrélation avec l'échographie ne semblent pas encore démontrées.

Lors du bilan intermédiaire, l'évaluation échographique permet d'objectiver l'évolution ou non de la pathologie du patient indirectement lié au traitement proposé et à l'évolution naturelle de la symptomatologie

L'échographie en temps réel est actuellement utilisée pour fournir un biofeedback de l'activation musculaire lors de la réalisation d'une tâche par le patient. L'utilisation de l'échographie biofeedback a permis de montrer une amélioration de l'apprentissage du patient quant à la réalisation d'une tâche fonctionnelle volontaire et automatique après répétition de plusieurs séances.

### 4) Application et spécificité de l'échographie respiratoire

Des recommandations de bonnes pratiques de l'échographie pulmonaire ont été récemment publiées et décrivent les standards d'examen d'analyse des signes<sup>(17)</sup>.

#### Comment procéder pour analyser le poumon

Pour examiner le poumon, il est recommandé de diviser chaque héli-thorax en 3 régions : antérieure, latérale et postérieure. Chaque zone étant elle-même subdivisée en 2 zones supérieure et inférieure. La sonde est alors posée perpendiculairement à la paroi thoracique dans un espace intercostal et de façon à examiner chacune des 12 zones<sup>(17,18)</sup>. L'exploration de base se fait avec la sonde orientée selon un axe cranio-caudal.

#### Les principales images à connaître

Les ultrasons ne sont pas transmis à travers le poumon normalement aéré (l'air empêche la propagation des ultrasons)<sup>(19)</sup>. Ainsi, l'échographie pulmonaire réside essentiellement dans l'analyse des artefacts produits depuis la ligne pleurale.

#### Analyse du poumon sain<sup>(20)</sup>

L'échographie du poumon normale laisse apparaître trois images : le signe de la chauve-souris, les lignes A et le glissement pleural.

En positionnant la sonde dans un espace intercostal, le 1<sup>er</sup> signe visible en mode B est celui de la « chauve-souris » : au centre, l'image hyperéchogène de la ligne pleurale. Elle est entourée par les côtes, leur bord supérieur apparaissant comme une

ligne hyperéchogène avec en regard une bande anéchogène : il faudra toujours rechercher cette image pour commencer l'examen car toutes les autres images en découlent.

En mode B, un poumon normalement aéré va associer (Figure 6):

- Les lignes A: elles sont un artefact hyperéchogène de répétition de la ligne pleurale, apparaissant en dessous de celle-ci. Il peut exister des différences entre les individus, en effet il est présent chez 96 % des moins de 55 ans et présent chez 6 % des plus de 65 ans<sup>(21)</sup>.
- Le glissement pleural : la ligne hyperéchogène de la plèvre apparaît mobile avec la respiration, régulière et scintillante dans l'espace intercostale. Cette image est effacée par le cône anéchogène généré par les côtes.

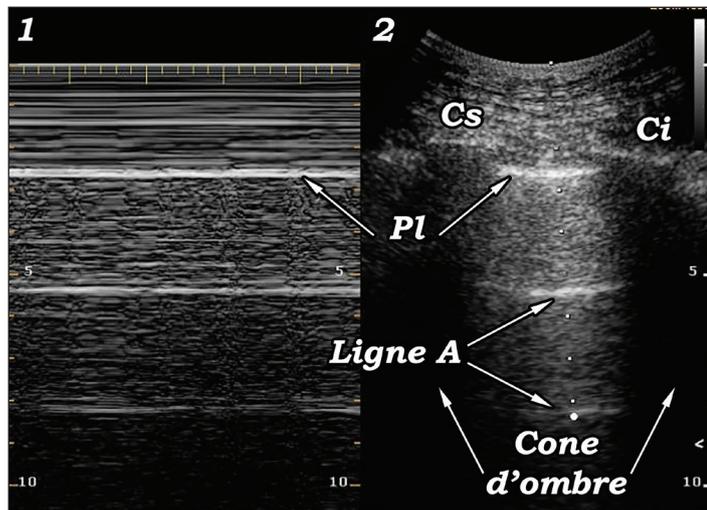
En mode TM, le glissement pleural est visualisé comme l'image du signe du bord de mer (Figure 6). En effet, les tissus cutanés immobiles lors de la respiration donnent cet aspect linéaire. Tandis qu'à partir de la ligne pleurale, la mobilité lors des mouvements respiratoires apparaît « sablé ». La présence de cette image permet d'éliminer un pneumothorax<sup>(17)</sup>.

**Les images pathologiques:**

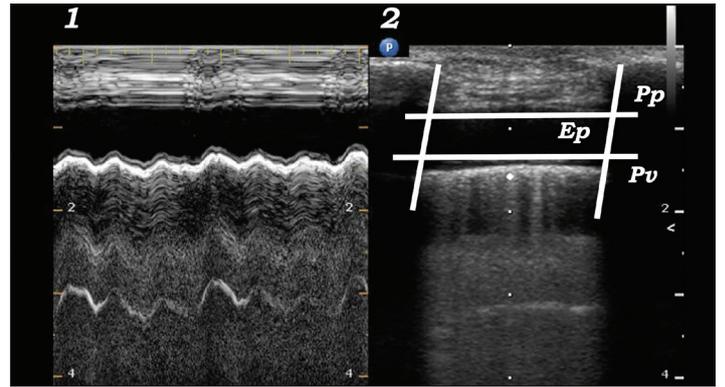
*L'épanchement pleural<sup>(20)</sup>:*

Les liquides produisent une image anéchogène à l'échographie. Ainsi, en présence d'un épanchement pleural, la plèvre viscérale et pariétale apparaissent distinctement et forment le signe du dièse: de haut en bas, sont retrouvés, l'image de la plèvre pariétale dans l'espace intercostal, l'aspect anéchogène du liquide, la plèvre viscérale au contact du parenchyme pulmonaire (Figure 7). Le tout étant bordé de chaque côté par les ombres anéchogènes générés par les côtes.

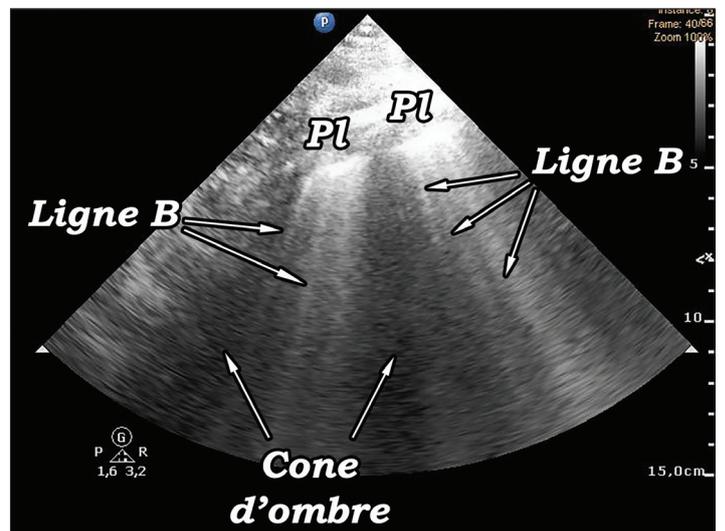
La plèvre viscérale en contact avec le poumon, va être mobilisée lors des mouvements respiratoires. Ce mouvement est responsable du signe de la sinusoïde, visible en mode TM.



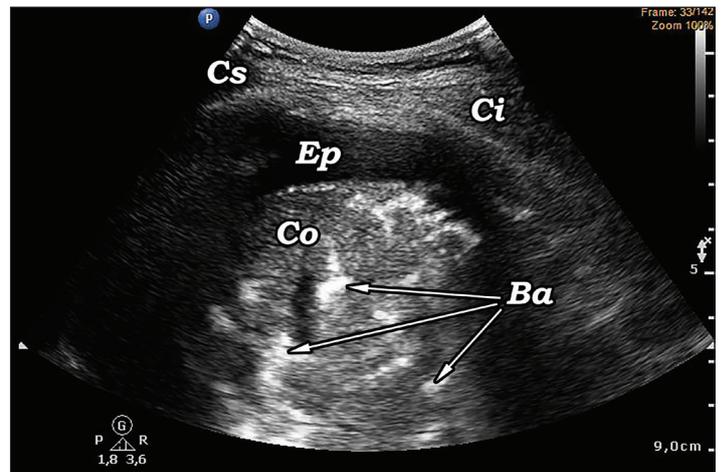
> Figure 6: image du poumon sain  
Légendes: Cs = côte supérieur, Ci = côte inférieure, Pl = plèvre  
1. Signe du bord de mer.  
2. Le signe de la chauve-souris.



> Figure 7 : image d'un épanchement pleural  
Légendes: Pp = plèvre pariétale, Pv = plèvre viscérale, Ep = épanchement  
1. Le signe de la sinusoïde: il est généré par les mouvements de la plèvre viscérale à la respiration  
2. Le signe du dièse. Délimité par les ombres costales et les plèvres.



> Figure 8 : lignes B / Légendes: Pl = plèvre1.  
Les lignes B, naissent de la ligne pleurale et continuent jusqu'en bas de l'écran, le tout en effaçant les lignes A.



> Figure 9: poumon consolidé  
Légendes: Cs = côte supérieure, Ci = côte inférieure, Co = consolidation, Ba = bronchogramme aérique, Ep = épanchement.  
La perte d'aération du poumon est visualisée et donne cet aspect tissulaire (proche de l'aspect du foie)

### L'aération pulmonaire et ligne B:

Les lignes B (Figure 8), sont des artéfacts verticaux générés depuis la ligne pleurale, effaçant les lignes A et continuant sans s'épuiser jusqu'au bas de l'image. Elles sont générées par l'interface air/eau dans le poumon et sont retrouvées dans le syndrome alvéolo-interstitiel : plus leur nombre est important plus l'atteinte est sévère<sup>(17,22)</sup>. Enfin, leur présence permet d'exclure le pneumothorax sur la région explorée<sup>(17)</sup>.

La perte totale d'aération du poumon est visualisée par l'apparition d'une image « hépatisée » du parenchyme pulmonaire. L'aspect tissulaire (Figure 9) observé est le reflet d'une consolidation pulmonaire qui peut avoir plusieurs causes (atélectasie, pneumopathie...). L'échographie va permettre de déterminer la cause de la consolidation<sup>(17)</sup>.

### Les applications en kinésithérapie respiratoire

L'objectif du kinésithérapeute:

- éliminer un pneumothorax,
- distinguer l'épanchement pleural de la consolidation pulmonaire,
- objectiver l'amélioration de l'aération pulmonaire.

En présence d'un patient hypoxémique, dont l'examen clinique retrouve en regard d'une base pulmonaire à la fois une diminution du murmure vésiculaire et une matité à la percussion, il existe plusieurs hypothèses cliniques : la présence d'une consolidation et/ou d'un épanchement pleural. Le kinésithérapeute pourra s'appuyer sur la radiographie qui peut révéler une opacité, mais le processus décisionnel débouche alors sur une impasse. L'échographie est toute indiquée dans cette situation et va pouvoir distinguer avec précision l'épanchement pleural de la consolidation pulmonaire<sup>(10)</sup>.

Dans le cas d'un épanchement pleural ou d'une atélectasie passive (mécanisme d'origine compressif via un épanchement pleural), le kinésithérapeute devra réorienter le patient vers un médecin afin qu'il puisse évaluer la nécessité ou non de mettre en place un traitement.

Dans le cas d'une consolidation, le kinésithérapeute devra dans un premier temps distinguer la nature de celle-ci : pneumopathie, atélectasie obstructive ou compressive (voir paragraphe précédent), etc...

La présence d'images hyperéchogènes punctiformes ou tubulaires au sein de la consolidation correspond au bronchogramme aérique : il caractérise des bronches remplies d'air. Ce bronchogramme peut être dynamique résultant du mouvement de l'air pendant la respiration comme pour une pneumopathie. Le bronchogramme aérique dynamique permet d'exclure l'atélectasie : il signifie l'absence de nature rétractile au sein consolidation et donc de l'obstruction des bronches<sup>(23)</sup>. Le bronchogramme peut être également statique lorsque l'air est piégé, c'est le cas dans les atélectasies. Enfin, la présence d'un bronchogramme liquidien au sein de la consolidation, reflète le comblement des bronches par du liquide ou des sécrétions<sup>(24)</sup>.

En fonction des images visualisées et de la clinique du patient, le kinésithérapeute proposera un traitement adapté à la situation. D'après les recommandations de l'ERS et l'ESICM, le kinésithérapeute pourra proposer<sup>(25)</sup>:

- Des manœuvres d'hyperinflation et de positionnement en présence d'une atélectasie obstructive,
- Une ventilation en pression positive en présence d'une pneumopathie,
- Des techniques d'aide à la toux en présence d'un bronchogramme liquidien et d'un déficit de la toux.

Pour finir, le suivi échographique de la consolidation va permettre de surveiller son évolution et donc d'évaluer l'efficacité du traitement proposé. La diminution de la taille de la consolidation, la diminution du bronchogramme aérique et l'apparition de lignes B sont des indicateurs de l'amélioration de l'aération pulmonaire<sup>(26)</sup>.

### Discussion

L'échographie permet de contribuer à l'amélioration du processus décisionnel du kinésithérapeute, de monitorer et d'ajuster la stratégie thérapeutique mise en place selon l'hypothèse clinique formulée à la suite de l'examen clinique. Elle paraît donc tout indiquée pour s'intégrer comme outil complémentaire à disposition du kinésithérapeute en médecine hospitalière comme en médecine de ville.

L'échographie ne présente pas de contre-indications particulières. Néanmoins, sa mise en pratique présente quelques limites qu'il ne faut pas oublier. Tout d'abord, elle nécessite un examinateur formé à son utilisation et dont les connaissances de la région et des variations anatomiques inter-individuelles à explorer sont solides. L'examineur devra alors respecter les standards et recommandations décrits dans la littérature. Dans le cas contraire, la précision, la reproductibilité et la qualité de l'examen pourront être affectées (mauvais choix de sonde, erreur de positionnement et d'interprétation des résultats obtenus, etc...). Dès lors que ces standards sont respectés, l'échographie présente peu de limites<sup>(4)</sup>. Néanmoins, certaines situations peuvent altérer la diffusion des ondes ultrasonores : la surcharge pondérale, l'œdème et les pansements sur la zone à explorer en sont quelques exemples.

L'échographie pulmonaire permet, en dehors des pathologies ne touchant pas la plèvre, de visualiser la plupart des déficiences affectant le parenchyme et les plèvres<sup>(18)</sup>. Elle permettra de répondre à des hypothèses cliniques formulées au cours du processus de décision clinique. Cependant, son utilisation systématique par le kinésithérapeute est à proscrire, notamment chez les patients hospitalisés en réanimation, car elle pourrait conduire à traiter des signes échographiques cliniquement non pertinents<sup>(27)</sup>.

Dans le domaine musculo-squelettique l'utilisation de l'échographie permet d'identifier des modifications anatomiques jugées comme pathologiques. Mais de nombreuses études montrent qu'il n'existe pas nécessairement de lien entre les signes échographiques anormaux et leurs rôles dans la reproduction des douleurs du patient. En effet, ces études mettent

en avant le nombre d'erreur d'interprétation en présence de sujets asymptomatiques et en particulier pour des dysfonctions de l'épaule <sup>(15)</sup>.

Il semble donc important de ne pas se baser uniquement sur les observations faites lors d'un examen d'imagerie, mais de mettre en corrélation les anomalies retrouvées à l'échographie avec les résultats obtenus grâce aux tests couramment utilisés en rééducation ainsi qu'à l'anamnèse réalisée au préalable. Pour l'épaule, il faut avant tout se baser sur la clinique et non sur l'imagerie pour élaborer un plan de traitement <sup>(28)</sup>.

Les applications qui sont décrites dans cet article ne sont en aucun cas exhaustives. Par exemple, l'évaluation des muscles du plancher pelvien par l'échographie a également été décrite dans la littérature <sup>(4)</sup>. L'utilisation de l'échographie musculo-squelettique en rééducation périnéale paraît donc tout à fait pertinent (évaluation et outil de biofeedback).

Enfin, l'utilisation de l'échographie peut également être envisagée comme outil d'exploration des muscles respiratoires et notamment du diaphragme <sup>(29,30)</sup>. D'autant plus que l'évaluation de ce dernier est souvent compliquée : outils de mesure invasifs, coûteux ou alors non électifs au diaphragme <sup>(31)</sup>. Elle peut alors être utilisée pour évaluer l'efficacité d'une rééducation à type de renforcement des muscles inspiratoires <sup>(3)</sup>.

## Conclusion

L'échographie possède toutes les caractéristiques pour devenir un outil complémentaire à l'évaluation et au traitement des kinésithérapeutes.

A ce jour, l'utilisation de l'échographie pulmonaire s'effectue principalement en médecine d'urgence et réanimation. Son application en pratique courante pourrait très bien s'étendre à l'ensemble des services hospitaliers nécessitant de la kinésithérapie respiratoire et également en kinésithérapie de ville où l'accès à l'imagerie est d'autant plus difficile. Pour le domaine musculo-squelettique son application en pratique courante se fait aussi bien en service hospitalier qu'en cabinet de ville. Cependant, encore peu de kinésithérapeutes sont équipés car l'achat d'un échographe reste onéreux.

Pour finir, la pratique de l'échographie nécessite des connaissances suffisantes et le respect des standards décrits dans la littérature. L'exemple des pays anglo-saxons et notamment de l'Australie montre que l'échographie est largement utilisée en pratique courante. Une enquête recense en effet plus de 60 % des physiothérapeutes comme ayant reçu une formation en échographie <sup>(32)</sup>.

## Implications pour la pratique

- L'échographie est utilisée afin d'affiner les hypothèses initiales dans le but d'établir un plan de traitement le plus adapté et précis possible
- Un monitoring en temps réel des dysfonctions va permettre au kinésithérapeute d'adapter son traitement voire de l'interrompre en fonction de l'évolution des images échographiques

## Contact

Aymeric Le Neindre  
Kinésithérapeute, doctorant  
Service de kinésithérapie  
Hôpital Forcilles  
Route de Servon  
77150 Férolles-Attilly, France

Université de Bourgogne,  
UMR1231  
21000 Dijon, France

Mail : [aymeric.leneindre@gmail.com](mailto:aymeric.leneindre@gmail.com)

## Références

1. Conseil national de l'Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. Avis du Conseil national de l'Ordre du 27 mars 2015 relatif à l'échographie. Sect Déontol 2015 Mars;27:1.
2. Marques A, Bruton A, Barney A. Clinically useful outcome measures for physiotherapy airway clearance techniques: a review. *Phys Ther Rev.* 2006;1;1(4):299-307.
3. Le Neindre A, Mongodi S, Philippart F, Bouhemad B. Thoracic ultrasound: Potential new tool for physiotherapists in respiratory management. A narrative review. *J Crit Care.* 2016;31(1):101-9.
4. Whittaker JL, Teyhen DS, Elliott JM, Cook K, Langevin HM, Dahl HH, et al. Rehabilitative ultrasound imaging: understanding the technology and its applications. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(8):434-49.
5. Le Neindre A, Lebre M, Wormser J. L'échographie pulmonaire : principes de base et perspectives d'utilisation en kinésithérapie respiratoire. *Kinésithér Scient* 2015;(571):41-7.
6. Taljanovic MS, Melville DM, Scalcione LR, Gimber LH, Lorenz EJ, Witte RS. Artifacts in musculoskeletal ultrasonography. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2014;18(1):3-11.
7. Van K, Hides JA, Richardson CA. The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):920-5.
8. American College of Radiology (ACR), Society for Pediatric Radiology (SPR), Society of Radiologists in Ultrasound (SRU). AIUM practice guideline for the performance of a musculoskeletal ultrasound examination. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* 2012;31(9):1473-88.
9. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009;43(6):409-16.
10. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby J-J. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004;100(1):9-15.
11. Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord.* 1998;11(1):46-56.
12. Richardson C. Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach. Churchill Livingstone; 1999. 191 p.
13. Dias D, Matos M, Daltro C, Guimarães A. Clinical and functional profile of patients with the Painful Shoulder Syndrome (PSS). *Ortop Traumatol Rehabil.* 2008;10(6):547-53.
14. Allen GM. Shoulder ultrasound imaging-integrating anatomy, biomechanics and disease processes. *Eur J Radiol.* 2008;68(1):137-46.
15. Girish G, Lobo LG, Jacobson JA, Morag Y, Miller B, Jamadar DA. Ultrasound of the shoulder: asymptomatic findings in men. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197(4):W713-9.
16. Khan K, Forster B, Robinson J, Cheong Y, Louis L, Maclean L, et al. Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br J Sports Med.* 2003;37(2):149-53.
17. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38(4):577-91.
18. Lichtenstein DA, Lascols N, Mezière G, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2004;30(2):276-81.
19. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby J-J. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care Lond Engl.* 2007;11(1):205.
20. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care.* 2014;9(4):1.

21. Chiesa AM, Ciccarese F, Gardelli G, Regina UM, Feletti F, Bacchi Reggiani ML, et al. Sonography of the normal lung: Comparison between young and elderly subjects. *J Clin Ultrasound JCU*. 2014 15;
22. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;156(5):1640–6.
23. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest*. 2009;135(6):1421–5.
24. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P, et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest*. 2012;142(4):965–72.
25. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med*. 2008;34(7):1188–99.
26. Elia F, Verhovez A, Molino P, Ferrari G, Aprà F. Lung ultrasound in the reexpansion of pulmonary atelectasis. *Intern Emerg Med*. 2011;6(5):461–3.
27. Xirouchaki N, Kondili E, Prinianakis G, Malliotakis P, Georgopoulos D. Impact of lung ultrasound on clinical decision making in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2014;40(1):57–65.
28. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(2):296–8.
29. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. *Chest*. 2009;135(2):391–400.
30. Lerolle N, Diehl J-L. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic function. *Crit Care Med*. 2011;39(12):2760–1.
31. Caruso P, de Albuquerque ALP, Santana PV, Cardenas LZ, Ferreira JG, Prina E, et al. Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *J Bras Pneumol*. 2015;41(2):110–23.
32. McKiernan S, Chiarelli P, Warren-Forward H. A survey of diagnostic ultrasound within the physiotherapy profession for the design of future training tools. *Radiography*. 2011 1;17(2):121–5.