

## Choisir un échographe thoracique : le pneumologue doit d'abord déterminer ses besoins

L'échographie thoracique est un outil devenu indispensable au pneumologue. Sur quels critères en faire l'acquisition ? Et à quel prix ?

**GILLES MANGIAPAN<sup>1</sup>**  
**MANUELA VASILE<sup>2</sup>**

1. Service de pneumologie  
2. service de radiologie  
CHI de Créteil, Créteil  
@ : Gilles.Mangiapan@chicreteil.fr

Longtemps considéré comme inutile dans l'exploration du thorax du fait de la barrière que représentent les côtes et l'air pulmonaire, l'échographie est devenue l'examen de référence pour l'exploration des épanchements pleuraux, la détection du pneumothorax et prend une importance grandissante dans les pathologies pulmonaires et diaphragmatiques. Les barrières persistantes à son utilisation systématique sont, d'une part, une formation encore insuffisante que le G-ECHO, groupe de travail de la SPLF, s'efforce de combler par l'ouverture de nouveaux centres de formation et l'intégration de la formation au DES de pneumologie et, d'autre part, une offre d'appareils hétérogènes parfois complexes et chers parmi lesquels il est difficile de faire le choix.

### Bases techniques à connaître

L'échographie repose sur la transmission d'ultrasons de fréquence variant de 2 à 20 MHz au travers des tissus.

**La fréquence utilisée a des conséquences directes sur les propriétés des ultrasons** — Plus la fréquence est élevée, plus la précision des images rendues est élevée, mais plus l'atténuation, c'est-à-dire la perte d'énergie, est importante lors de la traversée des tissus. De ce fait, une sonde de haute fréquence donne des images précises mais superficielles alors qu'une sonde de basse fréquence permettra une exploration profonde mais avec une précision plus faible. Par exemple une sonde de 3,5 MHz permet une exploration en profondeur jusqu'à 15 à 20 cm, mais visualise mal un vaisseau superficiel. À l'opposé, une sonde de 7,5 MHz permet de

reconnaître les différentes couches de la paroi thoracique, est précise sur l'interface pulmonaire, les vaisseaux superficiels (repérage facile de l'artère radiale, des vaisseaux du cou...) mais ne permet pas une exploration au-delà de 4 à 5 cm de profondeur.

**Les sondes** — On distingue les sondes convexes et les sondes linéaires. Les sondes convexes, qui émettent un faisceau d'ultrasons divergents comme un éventail, augmentent la surface explorée en profondeur. Ces sondes sont associées à des basses fréquences et sont idéales pour les explorations profondes : ce sont les sondes abdominales explorant les reins, le foie, et, en pathologie thoracique, les épanchements pleuraux et la cinétique diaphragmatique.

Les sondes linéaires produisent un faisceau d'ultrasons parallèles, n'explorant qu'une zone de la taille de la sonde. Elles sont couplées à des hautes fréquences et permettent d'explorer une petite zone superficielle. Elles sont idéales pour l'exploration d'anomalies pariétales, de vaisseaux superficiels et sont plus précises sur l'interface pulmonaire.

L'exploration de base en pathologie thoracique repose sur une sonde convexe de basse fréquence. C'est la sonde la plus polyvalente, permettant l'exploration des pleurésies. En réduisant la profondeur de champ, une telle sonde permet également d'explorer les zones plus superficielles, et même si l'image est de moins bonne qualité, elle est souvent suffisante pour faire un diagnostic de pneumothorax ou de pathologie pulmonaire (syndrome alvéolaire ou interstitiel).

Une sonde linéaire de haute fréquence est un complément indispensable dès lors que l'on s'intéresse à l'interface pulmonaire, par exemple lors de techniques interventionnelles telles que biopsies de nodules pariétaux ou pulmonaires périphériques. Elle est également indispensable pour le repérage vasculaire (pose de cathéter veineux central, repérage de l'artère radiale, repérage des vaisseaux intercostaux ou mammaires internes lors de biopsies thoraciques). De même lors



Échographe conventionnel — © Gilles Mangiapan

de la recherche d'un pneumothorax, si une sonde de basse fréquence laisse planer un doute, une sonde de haute fréquence redresse le plus souvent le diagnostic.

**Le rendu des images, mode B et TM** — Le mode B ou mode brillance donne une image en deux dimensions et correspond à l'image anatomique dont nous avons l'habitude. Le mode TM ou temps mouvement (mode M pour motion mode dans la littérature anglophone) est une ligne fixe d'ultrasons analysant les mouvements des structures traversées par les ultrasons au cours du temps. C'est un mode qui permet de visualiser un mouvement sur une image fixe et d'en mesurer l'amplitude (par exemple, mesure de la course diaphragmatique). Il augmente la sensibilité de détection des petits mouvements. Par exemple, le mode TM permet de mieux différencier le poumon normal (signe du rivage) du pneumothorax (signe du code-barres ou de la stratosphère). De même, la différence entre une pachypleurite et un épanchement libre de petite taille est mieux visualisée en mode TM.



Échographe portable sur portique dédié — © Gilles Mangiapan

**Les réglages** — Les deux réglages importants sont la profondeur et le gain. Le réglage de la profondeur de champ permet de centrer la zone d'intérêt. Comme on l'a vu, la principale contrainte est la capacité des ultrasons à pénétrer les tissus. Si, pour une sonde de basse fréquence, on peut régler la profondeur comme on veut, pour une sonde de haute fréquence, l'exploration au-delà de 6 ou 7 cm ne sera pas possible. Dans les deux cas on commence l'exploration par une grande profondeur (grand champ d'exploration), puis on la réduit sur la zone d'intérêt. Le gain est la compensation de la perte d'énergie des ultrasons lors de leur traversée des tissus. Plus la distance traversée est grande plus la perte sera importante. On distingue la compensation gain-temps (augmentation du gain avec la profondeur d'exploration) et le gain global (augmentation globale de la puissance des ultrasons).

Ces deux réglages peuvent être prédéfinis par le constructeur, mais aussi par l'utilisateur qui peut créer des préréglages personnalisés en fonction de ses besoins. On peut par exemple pour une sonde de basse fréquence définir un préréglage « pleurésie » avec une profondeur d'exploration initiale de 15 cm et un gain plus important en profondeur, et un préréglage « pneumothorax » avec une profondeur d'exploration de 6 cm et un gain plus faible.

**Le doppler** — l'effet doppler repose sur la modification de fréquence des ultrasons lorsqu'ils sont réfléchis sur une structure mobile. Le doppler pulsé analyse la vitesse de la cible dans une fenêtre prédéfinie. De cette vitesse on déduit la surface du conduit traversé. C'est le mode utilisé pour calculer un rétrécissement valvulaire cardiaque ou une sténose artérielle. Le mode doppler couleur permet de visualiser les structures mobiles, distinguant par exemple un kyste d'une structure vasculaire ou une vascularisation au sein d'un organe. La couleur donne le sens du déplacement : par convention, une image rouge est un flux se dirigeant vers la sonde, une image bleue, un flux s'éloignant de la sonde. Enfin, le doppler énergie donne, comme le doppler couleur, l'information sur l'existence de structures mobiles, mais est plus sensible que le doppler couleur, en particulier pour de faibles vitesses. En revanche, il ne donne pas le sens du flux. Ce mode est utile en pathologie thoracique pour repérer une structure vascularisée avant biopsie, des vaisseaux adjacents ou encore faire la différence entre une pachypleurite et un petit épanchement pleural (la pachypleurite est immobile, sans image doppler, la pleurésie est mobile, s'allumant au doppler énergie).

#### Conventionnel ? Transportable ?

#### Choisir parmi une gamme d'appareils de plus en plus étoffée

Nous connaissons tous les appareils dits conventionnels : appareils de radiologie, de cardiologie ou d'obstétrique avec des performances techniques élevées, une très bonne qualité d'image, de nombreuses possibilités de réglages et des programmes de plus en plus complexes allant jusqu'à l'échographie fœtale en quatre dimensions. Ces appareils ne sont pas prévus pour être souvent déplacés et ont souvent un temps d'allumage long.

Puis sont apparus des appareils transportables : machines plus petites, moins encombrantes, souvent posées sur des chariots ou des portiques dédiés (dont il faut prévoir le coût lors du calcul du budget !). Ils sont utilisables au lit du patient, pour une échographie complète. La qualité d'image est moindre, mais reste tout à fait correcte. Ils disposent de plusieurs sondes et permettent tous les réglages.

Enfin, la dernière génération d'échographes est celle des ultraportables. De petite

taille (de la taille d'un gros téléphone), ils tiennent dans une sacoche ou dans une poche. Initialement conçus avec une seule sonde de basse fréquence, l'évolution des techniques permet d'avoir accès, dès à présent pour certains et à court terme pour d'autres, à plusieurs sondes (basse et haute fréquence). Les images sont par contre de qualité moindre et bien sûr l'écran est plus petit.

Peu de littérature existe sur la comparaison de ces appareils. Une étude comparant un échographe ultraportable et un échographe conventionnel en pathologie cardiaque retrouve une corrélation entre ces deux techniques de plus de 90 % pour l'évaluation fonction ventriculaire gauche, la recherche de péricardite, le diagnostic d'insuffisance aortique. La corrélation était de 85 à 89 % pour le diagnostic de pleurésie, l'insuffisance mitrale ou tricuspide, et l'évaluation de la fonction ventriculaire droite. Elle était inférieure à 70 % pour la taille de l'oreillette gauche et la taille de la veine cave inférieure.<sup>1</sup>

#### Définir le type d'échographie que l'on veut réaliser

Les critères à prendre en compte pour choisir un échographe sont multiples. Avant toute chose, il faut clairement définir ses besoins :

—> **l'échographie de sécurité** : repérage des épanchements pleuraux pour guider les gestes pleuraux. Tous les appareils assurent ces échographies. Cependant, dès que le repérage devient complexe sur une pleurésie multilocisonnée et hétérogène, la qualité de l'image devient importante et un ultraportable peut parfois être insuffisant ;

—> **l'échographie clinique** : continuité de l'examen clinique dans le diagnostic des pleurésies associées aux pneumonies, des pneumonies elles-mêmes, le diagnostic, ou l'élimination d'un pneumothorax, l'exploration de la cinétique diaphragmatique. C'est l'échographie « point of care » de la littérature anglophone. Il faut avant tout un appareil rapidement disponible et facile à déplacer. Les ultraportables et les transportables répondent à ce besoin ;

—> **l'échographie « complète »** ou d'expert permettant la totalité des explorations et le guidage de toutes les procédures interventionnelles, le repérage des vaisseaux et de la vascularisation par doppler. Un ultraportable peut être insuffisant dans ce contexte.

### Tenir compte du lieu d'utilisation et des services à rendre

Un besoin au lit du patient, de manière quotidienne nécessite un appareil facile à transporter et surtout rapidement utilisable (allumage rapide). En revanche, une utilisation dans une salle dédiée (unité d'endoscopie ou de pneumologie interventionnelle), permet d'avoir un appareil plus performant sans être limité par les contraintes de poids ou de vitesse de mise en route.

Il faut déterminer si l'appareil aura une utilisation uniquement pneumologique ou bien sera aussi utilisé pour des besoins cardiologiques ou vasculaires. En effet, on peut choisir de mutualiser un appareil avec un service de soins intensifs, et ses besoins spécifiques doivent être pris en compte. Cependant, même en cas de proximité géographique, la mutualisation est souvent difficilement compatible avec une utilisation pluriquotidienne.

**Rapidité d'accès et mobilité:** comme on l'a vu, un échographe utilisé au lit du patient doit être facilement accessible, très mobile et avoir un temps de mise en service très court.

### Autres critères techniques

**Choix des sondes** — Dans un premier temps, ou pour une utilisation de sécurité, une seule sonde convexe de basse fréquence suffit. Dès que les performances de l'opérateur augmentent et dans un centre expert, l'accès à plusieurs sondes est indispensable.

**Accès aux réglages** — Les pré-réglages des constructeurs, bien que rarement dédiés aux pathologies thoraciques, suffisaient le plus souvent pour l'exploration des pleurésies. Les deux réglages indispensables sont le gain global et la profondeur de champ. Cependant, avec l'expérience, pouvoir accéder à des réglages personnalisés en fonction de son activité devient utile.

**Stockage et édition d'images** — Les images doivent être intégrées à un compte rendu et éventuellement au dossier du patient. Leur facilité d'utilisation et d'archivage compte beaucoup dans le choix. Certains appareils ont une interface facile d'accès (sur clé USB), d'autres proposent un accès via un logiciel spécifique nécessitant son installation sur plusieurs postes lorsque l'appareil est utilisé par plusieurs opérateurs. Les appareils conventionnels et certains portables ont une imprimante connectée. Dans ce cas, il faut vérifier la disponibilité et le prix des consommables.



Échographes ultraportables — © Gilles Mangiapan

**Évolutivité** — La technologie évolue rapidement et certains produits révolutionnaires deviennent caducs en quelques années. Il faut donc vérifier l'évolutivité prévue du matériel, la disponibilité des mises à jour (et leur prix!) et bien sûr la réactivité des services techniques et commerciaux qui l'accompagnent.

### Service après-vente et prix : des critères déterminants

Même si les appareils d'échographies sont robustes, leur fragilité est inversement proportionnelle à leur taille! Il faut vérifier avant l'achat les conditions de réparation et de remplacement du matériel et se renseigner auprès d'autres utilisateurs sur la rapidité et la qualité du service après-vente. En effet, l'échographe devient rapidement indispensable et l'immobilisation d'un appareil pour réparation devient alors inacceptable.

Le prix est finalement le plus souvent le facteur déterminant du choix. Les appareils ultraportables sont disponibles à un prix compris entre 6000 et 10000 euros. Le coût d'un transportable débute à 15000 euros et monte, en fonction des sondes et du matériel annexe choisi (sondes, chariot, imprimante), à plus de 20000 euros. Enfin, les appareils « conventionnels » coûtent le plus souvent plus de 40000 à 50000 euros et dépassent facilement les 100000 euros en fonction des programmes et des sondes proposés. Ces appareils sont rarement un premier choix pour les pneumologues,

mais peuvent éventuellement être une solution sur un achat commun. Des options d'achats de type location-vente existent pour ces appareils. De nombreux centres ont commencé une activité d'échographie en récupérant des appareils devenus obsolètes pour d'autres services (radiologie, cardiologie, urologie, gynécologie...). Bien qu'insuffisante pour ces spécialités, leur qualité reste tout à fait acceptable pour l'exploration pneumologique. De plus, ces appareils sont souvent robustes et nécessitent peu d'entretien.

### Derniers conseils avant de choisir

Le choix d'un appareil d'échographie reste toujours difficile entre les contraintes de budget et la gamme d'échographes disponibles. Le choix doit commencer par une définition précise des besoins du médecin ou du service, entre un appareillage simple et rapidement disponible pour augmenter la sécurité quotidienne et la qualité de prise en charge des pathologies courantes, et un appareillage plus performant d'un centre expert permettant la réalisation de toutes les échographies, même les plus complexes. En revanche, ces besoins évolueront avec la pratique. L'échographie thoracique, examen simple, donne rapidement de nouvelles possibilités d'exploration, et il serait alors dommage d'être limité par les performances techniques de l'appareil. ■

Andersen GN, Haugen BO, Graven T, *et al.* Feasibility and reliability of point-of-care pocket-sized echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2011 ; 12(9) : 665-70.