

# Echographie : futur outil du médecin généraliste ?

## *Sonography : a future imaging modality for the general practitioner ?*

**D. Van Gansbeke**

Service de Radiologie, Hôpital Erasme, ULB

### RESUME

*Apparue à la fin des années '50, l'échographie s'est depuis lors largement développée et diffusée. Ne se limitant pas aux seules informations morphologiques, elle inclut de plus en plus d'éléments d'imagerie fonctionnelle. Les nouveaux développements technologiques et les principaux domaines d'application de l'échographie sont revus, de même que la gestion des incidentalomes échographiques. Le tryptique échographique correspondant à la relation entre le patient, l'échographe et l'échographiste est analysé en insistant sur les paramètres qui peuvent influencer le résultat final de l'examen. Sont également discutés les nouvelles approches de l'imagerie échographique comme le POCUS (Point of Care Ultrasound) ou le FAST (Focused assessment with sonography in trauma) ainsi que le rôle potentiel que pourrait jouer le médecin généraliste dans la réalisation d'un examen échographique.*

*Rev Med Brux 2018 : 39 : 205-13*

### ABSTRACT

*Introduced at the end of the '50s, ultrasound has widely developed and spread since then. Not limited to morphological information, sonography more and more includes elements of functional imaging. The new technological developments of ultrasound, and the main fields of application of sonography are reviewed, as well as the management of the so-called ultrasound incidentaloma. The triangular relationship between the patient, the ultrasound machine, and the operator are reviewed, with a special attention to those parameters affecting the final results of an ultrasound examination. The new applications of ultrasound imaging such as the POCUS (Point of Care Ultrasound) or the FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) are also discussed, as well as the potential role of the general practitioner in performing ultrasound examinations personally.*

*Rev Med Brux 2018 : 39 : 205-13*

*Key word : sonography*

### INTRODUCTION

Apparue à la fin des années '50, l'échographie est la plus ancienne des trois techniques d'imagerie en coupe actuellement disponibles. Depuis son introduction, cette technique d'imagerie non irradiante s'est largement développée et diffusée. Elle trouve des applications dans tous les domaines de la médecine moderne. Elle ne se limite pas à des informations purement morphologiques, mais inclut de plus en plus d'éléments d'imagerie fonctionnelle.

Le développement continu de la technologie et de la compréhension de la sémiologie échographique permet à cette modalité d'imagerie de rivaliser avec le

CT-scanner ou l'IRM dans beaucoup de domaines. Il serait donc abusif de réduire l'apport de l'échographie au " débrouillage " d'un problème clinique avant le recours à des techniques d'imagerie plus lourdes, plus onéreuses, et/ou d'accès plus limité.

Se pose également la question de l'opérateur de l'examen échographique, de son expertise et de sa formation. Historiquement introduite par des gynécologues<sup>1</sup>, l'échographie s'est largement diffusée dans le monde radiologique, mais également auprès de cliniciens dont c'est le seul acte de radiologie autorisé et pratiqué. Dans ce contexte, le titre choisi de cet article est volontairement équivoque : le rôle du médecin généraliste est-t-il limité à la prescription d'un

examen échographique ou le médecin généraliste peut-il aussi devenir l'opérateur de l'examen échographique ?

## **L'ECHOGRAPHIE : UNE TECHNIQUE EN CONSTANTE EVOLUTION**

Depuis son introduction à la fin des années '50, l'échographie a bénéficié de manière continue des progrès de la technologie et en particulier de l'augmentation en puissance des circuits intégrés et des microprocesseurs. Les années '70 ont connu le balayage dit manuel et l'introduction du concept de l'échelle de gris permettant l'image morphologique en mode B (mode brillance). Le début des années '80 connaît la révolution des machines " en temps réel " permettant un balayage en temps réel des structures anatomiques, facilitant l'obtention du plan de coupe le plus informatif. Le doppler en codage couleur apparaît dès 1985 et l'imagerie harmonique en 1990.

La loi de Moore<sup>2</sup> nous apprend que le nombre de transistors par circuit de même taille double à prix constants tous les deux ans. Par extension, on considère que la capacité d'un système informatique double également tous les deux ans. Sur cette base, l'informatique embarquée d'un échographe conçu en 2017 est 65.000 fois plus puissante et performante que celle installée sur un échographe de 1985. Cette évolution fulgurante de l'informatique a permis les nombreux développements récents de l'échographie. Ceux-ci sont trop nombreux pour être tous présentés dans cet article et seuls deux parmi les plus représentatifs sont décrits ci-dessous : l'échographie avec administration de contraste<sup>3,4</sup> et l'élastographie associée à l'imagerie<sup>5,6</sup>.

## **LES NOUVEAUX DEVELOPPEMENTS TECHNOLOGIQUES DE L'ECHOGRAPHIE**

### **L'exemple de l'échographie avec administration de contraste (CEUS)**

L'échographie avec administration de contraste est un développement de l'imagerie harmonique. Le principe de base est le renforcement du signal produit par un agent de contraste injecté dans la circulation sanguine associé à l'extinction des échos stationnaires générés par les tissus. L'agent de contraste est constitué de microbulles de gaz entourées d'une membrane de phospholipides. Le calibre des microbulles est inférieur à celui des capillaires et est proche de celui des globules rouges. Le diamètre des microbulles varie sous l'impulsion des ondes ultrasonores, et cette résonance renforce le signal de l'agent de contraste. L'agent de contraste pour échographie est exclusivement intravasculaire, ce qui le différencie des autres produits de contraste utilisés en imagerie radiologique. Cette particularité unique en fait un traceur idéal de la vascularisation tissulaire, en particulier de la vascularisation tumorale. En outre, le produit de contraste n'est pas néphrotoxique et son association à une imagerie non irradiante permet la

répétition des injections si nécessaire.

### **L'exemple de l'élastographie du parenchyme hépatique**

L'examen histologique d'un échantillon de parenchyme hépatique prélevé par ponction biopsie du lobe droit (PBH) est toujours considéré à ce jour comme le gold standard de la quantification de la fibrose hépatique. La PBH est cependant invasive et à risque de complications. Des techniques non invasives de quantification du degré de fibrose par élastographie (« *acoustic biopsy* ») ont été développées, et parmi celles-ci, l'élastométrie (FibroScan®) est la technique actuellement la plus répandue. Cette technique n'est cependant pas associée à de l'imagerie et ne permet pas de visualiser le foie et le réseau veineux portal.

Des échographes haut de gamme sont récemment apparus qui permettent d'associer en un seul examen l'imagerie anatomique du foie en mode B, une exploration de la vascularisation hépatique en mode Doppler et une quantification du degré de fibrose hépatique par élastographie par onde de cisaillement (*shear-wave elastography*).

## **CONSEQUENCES DE L'EVOLUTION TECHNOLOGIQUE SUR LA PRATIQUE CLINIQUE DE L'ECHOGRAPHIE**

Les conséquences du développement de la technologie échographique sont multiples.

D'abord, une machine échographique se décline rapidement et est généralement considérée comme dépassée au-delà de 7 ans. Ensuite, l'apparition régulière de nouveaux développements de l'imagerie, en particulier l'imagerie fonctionnelle, oblige les utilisateurs à se soumettre à des recyclages réguliers. Découlant de la précédente, la difficulté de rester un échographe général et performant, alors que se développent des sous-spécialités d'organes et de systèmes au sein même de l'imagerie échographique. Enfin, l'augmentation du temps d'examen en raison de l'addition de nouveaux modules d'investigation : à titre d'exemple, une échographie qui inclut un examen doppler de la vascularisation du foie et une quantification de la rigidité hépatique pour le bilan d'une hépatopathie prend forcément plus de temps qu'une échographie purement anatomique.

### **L'échographie : un examen dynamique et clinique**

L'échographie a la particularité d'être une technique d'imagerie dans laquelle l'opérateur peut orienter son examen en fonction des plaintes du patient, mais aussi de son examen clinique.

En particulier la recherche d'une douleur évoquée joue un rôle important dans la réalisation d'un examen échographique, en particulier dans le contexte de l'urgence. L'échographie permet de visualiser la profondeur de la zone douloureuse et par ce fait

d'identifier l'organe responsable. Cette technique est utilisée pour le diagnostic de la cholécystite (signe de Murphy échographique), de l'appendicite (compression graduelle de Puylaert<sup>7</sup>) ou de la sigmoïdite.

La recherche d'une hernie pariétale ou inguinale, de même que les examens du scrotum à la recherche d'une varicocèle s'aident de manœuvre de Valsalva. L'exploration de l'arbre biliaire se réalise en multipliant les positions du patient, y compris la position debout. Enfin, l'exploration échographique musculo-squelettique utilise les tests classiques de l'examen clinique des articulations.

Toutes ces astuces augmentent la pertinence d'un examen échographique et font dire à certains que l'échographie est le prolongement naturel de l'examen clinique. Certains y trouvent la justification de la réalisation d'un examen échographique par un clinicien.

### **L'échographie : un outil de contrôle de l'irradiation du patient**

Les deux dernières décennies ont vu exploser les prescriptions de CT-scanner pour des indications qui relevaient précédemment de l'échographie<sup>8</sup>. Cette tendance a des origines multiples : le caractère opérateur-dépendant de l'échographie, le sentiment du prescripteur que le CT-scanner est devenu la technique la plus performante, le développement de la téléradiologie (qui permet l'interprétation à distance d'un CT-scanner réalisé en urgence) ou la densité élevée de CT-scanner en Belgique.

L'augmentation de l'irradiation de la population générale est la conséquence de cette sur-prescription du CT-scanner (qui est aggravée par la multiplication des séquences d'acquisition et par l'élargissement des zones anatomiques investiguées)<sup>9</sup>.

Les dernières années ont cependant vu une inversion de tendance et un retour vers l'échographie en accord avec le principe de " *No dose is better than low dose* " pour la prise en charge du patient présentant une colique néphrétique<sup>10-12</sup> ou une appendicite aiguë<sup>13-14</sup>.

Dans le domaine de la pathologie biliaire également, l'échographie reste l'examen le plus performant, tant pour la détection du calcul vésiculaire que pour le diagnostic de la cholécystite aiguë<sup>15-17</sup>. Environ 25 % des calculs vésiculaires ne sont pas détectés par le CT-scanner en raison de leur contenu cholestérolique. Même en cas d'examen échographique initial douteux ou non conclusif, la reconduction d'un examen échographique à 24 h est plus indiquée que la prescription d'une IRM ou d'un CT-scanner.

### **L'échographie : un outil de suivi des pathologies chroniques**

L'échographie est un excellent outil de surveillance des maladies chroniques pour lesquelles

la répétition d'examens irradiants est préjudiciable au patient. L'exemple du suivi des hépatopathies chroniques est choisi ci-dessous pour l'illustrer.

#### *Le suivi des hépatopathies chroniques*

Le but de la surveillance d'une hépatopathie chronique est de détecter la transformation cirrhotique du foie, chercher des signes d'hypertension portale et déceler l'éventuelle émergence d'un nodule d'hépatocarcinome. L'échographie doit être privilégiée dans cette indication car elle offre le meilleur rapport entre coût, qualité, risque lié à l'irradiation (par rapport au CT scan) ou les limites d'accès (par rapport à l'IRM). Le rythme d'un examen tous les 6 mois est recommandé<sup>18</sup>. La prescription d'examens plus lourds (CT-scanner ou IRM avec administration de contraste) n'est pas recommandée sauf si l'examen échographique ne permet pas de visualiser l'intégralité du foie ou s'il existe une discordance entre un examen échographique négatif et une élévation de l' $\alpha$  foetoprotéine. Le rôle attribué à l'échographie dans ce contexte exige que l'examen soit réalisé sur une machine performante par un opérateur expérimenté.

### **L'imagerie échographique des vaisseaux superficiels et profonds**

Dès 1985, l'ajout du mode Doppler à l'imagerie anatomique en mode B a permis d'optimiser l'étude des vaisseaux superficiels et profonds.

Trois modes Doppler sont disponibles : le Doppler en mode puissance, le Doppler en codage couleur et le Doppler pulsé<sup>19,20</sup>.

Le mode Doppler puissance (également appelé mode Doppler énergie) permet de détecter la présence d'un flux, indépendamment de son sens. Dans ce mode, le codage du signal se fait sur l'amplitude du signal et non sa fréquence. Ce mode est quasi indépendant de l'angle d'illumination du vaisseau. L'intensité du signal est plus élevée qu'en Doppler fréquentiel, mais toute l'information hémodynamique est perdue.

Le mode Doppler en codage couleur permet de déterminer le sens du flux : les flux se rapprochant de la sonde sont encodés en rouge et les flux s'écartant de la sonde sont encodés en bleu. La dispersion spectrale dans la zone d'échantillonnage est également encodée en couleur, le plus souvent en vert ou jaune. Le mode Doppler en codage couleur est dépendant de l'angle d'illumination du vaisseau et ne peut objectiver un flux si le faisceau ultrasonore est orthogonal au vaisseau.

Le mode Doppler pulsé permet de réaliser une analyse spectrale des vitesses au sein de la zone d'échantillonnage et ainsi mesurer la vitesse maximale, en particulier dans un segment sténosé. Elle permet également la mise en évidence d'un " *tardus-parvus* " témoignant d'une sténose d'amont. La mesure de l'indice de Pourcelot (indice de résistance vasculaire

périphérique) apprécie le flux diastolique dans les artères destinées aux organes " nobles ", telles que l'artère hépatique, l'artère rénale ou la carotide interne.

L'éventail des informations apportées par les différents modes de Doppler est large, et il est réducteur de limiter l'apport de cette technique à la seule recherche de la perméabilité ou de l'occlusion d'un vaisseau.

Accessoirement, le mode Doppler peut avoir des applications extravasculaires : la détection de calculs rénaux ou la caractérisation d'une adénomyose vésiculaire grâce à l'artéfact de scintillement<sup>21</sup> et la démonstration de la perméabilité de la jonction urétéro-vésicale par la démonstration du jet urétéral.

Plus récemment, d'autres modes d'imagerie destinés à démontrer la vascularisation des tissus ont été développés par les constructeurs (*B flow imaging* - GE Healthcare® ; SMI - Canon/Toshiba® ; MFI - Philips®). Ces modes d'imagerie vasculaire sont basés sur l'extraction du signal vasculaire au sein du bruit de fond ou sur des techniques de renforcement digital du signal des globules du sang. Ils mettent en évidence la micro circulation tissulaire sans administration de contraste, en particulier au sein de lésions focales ou d'adénopathies.

### **L'échographie des tissus superficiels**

La résolution spatiale axiale d'un système échographique est fonction de la longueur d'onde de la sonde utilisée. Au plus la fréquence d'une sonde est élevée, meilleure est la résolution spatiale. Par contre, l'augmentation de la fréquence réduit la pénétration des ultrasons en profondeurs. C'est la raison pour laquelle les sondes de haute fréquence sont réservées à l'exploration des tissus superficiels.

Le gold standard des sondes superficielles s'est progressivement élevé au cours des dernières décennies, passant de 7,5 MHz sur les machines anciennes à 15 MHz sur les machines actuelles, et même 24 MHz sur certains appareils de haute gamme récemment disponibles. Le développement de ces sondes a largement contribué à l'essor de l'échographie des tissus superficiels dont deux exemples sont illustrés ci-dessous.

#### *L'échographie musculo-squelettique*

L'échographie musculo-squelettique s'est considérablement développée au cours des 15 dernières années et cette sous-spécialité de l'échographie représente actuellement un volume important de l'activité échographique<sup>22</sup>. Elle apparaît comme le complément indispensable des clichés radiographiques standard et le couple " Rx-Echo musculo-squelettique " devrait constituer le premier échelon de quasiment toutes les analyses musculo-squelettiques, afin de résoudre de manière rapide et économique la majorité des interrogations cliniques, et d'éviter un recours inutile à l'IRM.

Le domaine d'application de l'échographie musculo-squelettique est très vaste et va de l'exploration des grosses articulations (comme la recherche d'une rupture de la coiffe des rotateurs au niveau de l'articulation scapulo-humérale) jusqu'à la mise en évidence d'anomalies au niveau des petites structures ligamentaires des articulations de la main, du poignet ou du pied. L'échographie permet également l'exploration des nerfs et la mise en évidence de conflits entre ceux-ci et les structures ostéo-ligamentaires (comme par exemple le canal carpien).

L'apport de l'échographie musculo-squelettique exige une connaissance approfondie de la technique échographique associée à une excellente connaissance tridimensionnelle de l'anatomie topographique des muscles et des articulations<sup>22</sup>. Elle nécessite une formation continue et une pratique régulière.

#### *L'échographie dermatologique*

L'exploration du derme et de l'hypoderme, c'est-à-dire des deux premiers centimètres de la pénétration des ultrasons, permet la mise en évidence et la caractérisation des nodules sous cutanés et le développement de l'échographie dermatologique<sup>23,24</sup>. Le standard actuel de qualité de cette forme d'échographie exige l'usage de sondes de 15 MHz ou davantage.

### **La gestion des incidentalomes générés par l'échographie**

L'usage intensif de l'échographie est la source de découverte de lésions fortuites également appelées " incidentalomes ". Dans la très grande majorité des cas, ces incidentalomes n'ont pas de signification péjorative et ne justifient pas de traitement. Par contre, la méconnaissance de leur présentation échographique peut être la source d'une multiplication d'examen inutiles et onéreux. Pire, l'incidentalome peut être la cause d'un traitement inutile, traitement qui est parfois attaché de morbidité et même de mortalité. Il est donc indispensable de connaître les caractéristiques échographiques d'une lésion incidentale afin de limiter la prescription d'examen complémentaires aux seuls cas qui l'imposent.

Quelques incidentalomes échographiques parmi les plus fréquents sont traités ci-dessous : l'angiome hépatique, la pseudotumeur du foie stéatosique, le kyste rénal et le nodule thyroïdien.

#### *L'hémangiome hépatique*

La découverte fortuite d'un hémangiome hépatique est fréquente et survient dans environ 7 % des examens échographiques du foie, indistinctement de l'indication. La découverte d'un hémangiome de petite taille, centimétrique, peut même être considérée comme un signe de qualité du couple échographiste-échographe.

L'hémangiome hépatique a un aspect

échographique caractéristique : il s'agit majoritairement d'une lésion focale hyperéchogène bien délimitée, de petite taille (< 2,5 cm), entraînant parfois un discret renforcement postérieur, sans signal interne au doppler en codage couleur. Les caractéristiques échographiques sont suffisantes pour poser le diagnostic lorsque tous ces signes sont rencontrés et que le patient est asymptomatique, qu'il n'a pas d'antécédents oncologiques et qu'il n'a pas de sérologie d'hépatite positive. Ces circonstances de découverte sont très majoritaires et aucun examen complémentaire ni suivi n'est nécessaire<sup>25-27</sup>.

#### *La pseudotumeur du foie stéatosique*

La stéatose hépatique correspond à une accumulation pathologique de graisse au sein du foie. Cette accumulation est responsable d'une augmentation de l'échogénicité hépatique par rapport au référentiel rénal droit et d'une réduction de la pénétration des échos en profondeur.

Si la caractérisation de la stéatose diffuse et homogène est aisée par échographie, il n'en va pas de même pour les infiltrations stéatosiques incomplètes et pour la stéatose focale qui peuvent être la source d'une confusion avec une tumeur hépatique<sup>28</sup>. La stéatose peut entreprendre une partie de foie, un lobe ou plusieurs segments alors que le reste du foie est normal. Une stéatose globale peut préserver des zones de parenchyme hépatique sain (zones d'épargne stéatosique) qui peuvent mimer une lésion focale. Ces zones d'épargne présentent généralement une forme triangulaire et une distribution particulière qu'il faut reconnaître, en particulier autour du lit vésiculaire. La maîtrise de cette sémiologie permettra d'éviter la prescription d'un CT-scan ou d'une IRM inutile.

#### *Le kyste rénal et la classification de Bosniak*

Les kystes du rein sont une anomalie fréquente, en particulier chez le patient âgé. Près de 50 % des adultes de plus de 50 ans ont au moins un kyste du rein. La majorité de ces kystes se présente sous forme d'une lésion transonore avec renforcement postérieur, sans paroi visible et sans cloisons<sup>29</sup>. Ces kystes ne justifient ni exploration complémentaire ni suivi et représentent la vaste majorité des lésions kystiques rénales démontrées par échographie.

Plus rarement, les kystes présentent un aspect atypique par la présence de calcifications pariétales, de cloisons, d'un contenu hétérogène ou de nodules charnus. La classification de Bosniak, introduite initialement pour l'interprétation des kystes complexes au CT-scanner, est depuis lors universellement admise pour classer les kystes rénaux complexes en fonction de leur aspect radiologique et du risque de malignité<sup>30</sup>. Elle s'applique également à l'échographie. Les kystes sont classés depuis le grade I (kyste simple) jusqu'au grade IV (tumeur maligne à composante kystique). Les kystes classés grade III et IV présentent un risque de cancer élevé et doivent être réséqués chirurgicalement.

L'échographie avec administration de contraste se révèle une excellente technique pour distinguer les grades III et IV des autres formes kystiques<sup>31</sup>.

#### *Le nodule thyroïdien et la classification TI-RADS*

La fréquence de nodules thyroïdiens augmente avec l'âge et environ 50 % de la population générale âgée de plus de 60 ans présente un nodule thyroïdien<sup>32</sup>. La découverte d'un nodule thyroïdien lors d'un examen cervical est donc devenue une situation fréquente et la question se pose de la gestion de ce nodule et du risque sous-jacent de cancer<sup>33</sup>.

Moins de 5 % des nodules thyroïdiens sont à risque de cancer. Les signes échographiques d'appel de la malignité d'un nodule thyroïdien ont été définis par Kim<sup>34</sup> : un contour flou et irrégulier, une hypo-échogénicité marquée, une épaisseur plus importante que la largeur et la présence de microcalcifications. Sur base de ces signes, une classification du risque de malignité a été établie : la classification TIRADS. Seuls les nodules classés TIRADS 4 et 5 sont à risque de malignité<sup>35</sup>.

#### **Le POCUS (*Point of Care Ultrasound*)**

Tout amateur de séries télévisées nord-américaines comme " *Urgences* " ou " *Grey's Anatomy* " a pu observer des médecins urgentistes utiliser l'échographie, parfois dans des circonstances précaires. Ces séquences illustrent une nouvelle application clinique de l'échographie appelée le " *Point of Care Ultrasound* " <sup>36</sup>. Ce vocable réfère à la pratique de l'échographie par des professionnels de la santé pour résoudre des problèmes cliniques ée ce peu importe où le patient est traité : sur le site même d'une catastrophe, en arrière du champ de bataille, dans l'ambulance de réanimation, dans un hélicoptère, en salle de réanimation ou en salle d'opération. Par extension, ce vocable s'étend aussi aux appareillages dédiés à la réalisation de ces examens échographiques dans les conditions particulières qui leur sont imposées.

Le POCUS présente des caractéristiques qui le distinguent des autres usages de l'échographie :

- il s'agit essentiellement d'examens réalisés dans le cadre de l'urgence<sup>37,38</sup> ;
- il est réalisé par un opérateur non-radiologue entraîné à l'échographie ;
- il est réalisé par un opérateur qui est aussi celui qui doit traiter le patient dans l'urgence ;
- il est réalisé à distance d'une salle de radiologie (et/ou dans l'indisponibilité d'un radiologue) ;
- il est réalisé à l'aide d'un appareillage miniaturisé destiné spécialement à cet usage.

De nombreuses applications du POCUS sont rapportées dans la littérature : le diagnostic d'un épanchement pleural, d'une consolidation pulmonaire ou d'un pneumothorax<sup>39</sup>, l'aide au placement de voies d'entrées vasculaires, la recherche d'un hémopéritoine (FAST)<sup>40</sup>.

Le FAST (acronyme pour " *Focused Assessment with Sonography in Trauma* ") a été développé dès les années '90 pour remplacer la ponction-lavage péritonéale dans la recherche d'un hémopéritoine chez le patient polytraumatisé. Le FAST s'adresse au patient instable sur le plan hémodynamique, patient pour lequel une laparotomie en urgence peut s'indiquer et un passage en salle de CT-scanner peut être une perte de temps. Le FAST ne remplace pas le CT-scanner pour le patient stabilisé, et n'est pas aussi performant que le CT-scan pour la recherche de lésions traumatiques des parenchymes ou du tube digestif <sup>41</sup>.

Le FAST repose sur la recherche d'un épanchement péritonéal hémattique dans 4 régions abdominales (quadrant supérieur droit, quadrant supérieur gauche, région sous-xiphœidienne, espace sus-pubien). Une version étendue du FAST (eFAST) explore les bases thoraciques droite et gauche et ainsi que l'espace péricardique.

L'émergence du POCUS pose un certain nombre de questions qui sont débattues dans la littérature médicale internationale. La plupart de ces questions tournent autour de la formation et de la compétence en échographie des opérateurs du POCUS et du besoin d'inscrire une formation en échographie dans le cursus d'enseignement des médecins susceptibles de réaliser un POCUS dans leur pratique quotidienne (urgentistes, réanimateurs ou autres)<sup>42</sup>.

Il est par ailleurs intéressant de constater que la plupart des auteurs ne considèrent pas le POCUS comme un concurrent de l'échographie classique réalisée en salle de radiologie. Le POCUS se justifie par les circonstances particulières dans lesquelles il est réalisé et ses motivations sont essentiellement pragmatiques, basées sur un gain de temps dans le contexte de l'urgence. La plupart des auteurs proposent que les examens POCUS non conclusifs soient relus ou repris par un échographiste plus expérimenté, en règle générale par un radiologue, lorsque c'est nécessaire et possible.

Le POCUS est actuellement encore peu développé en Belgique en raison d'un manque d'appareillage dédié, d'un manque de cliniciens formés en échographie et d'un manque d'une tarification adéquate.

## **APPRENTISSAGE ET FORMATION CONTINUE EN ECHOGRAPHIE**

Le mode opératoire de l'échographie diffère entre l'Europe continentale et le monde anglo-saxon. Aux Etats-Unis, la majorité des examens sont réalisés par un technologue spécialisé en échographie (le " *sonographer* ") qui est chargé de réaliser un nombre important de coupes dans des plans prédéfinis. Ces coupes sont interprétées dans un deuxième temps par un médecin spécialisé en échographie en dehors de la présence du patient. Le développement du POCUS et plus largement du concept de l'échographie au lit du

malade (" *bedside sonography* ") tend cependant à modifier cette approche.

En Europe continentale, la création de l'image échographique et son interprétation sont réalisées dans le même temps et par le même opérateur en présence du malade. Ce dernier devient en quelque sorte le témoin du savoir-faire de l'examineur et il peut lire sur le visage de l'opérateur les doutes et incertitudes générés par la réalisation de l'examen.

L'échographie est donc l'un des derniers actes radiologiques où le médecin crée et interprète l'image en un seul temps. Cet exercice nécessite tout à la fois une compétence technique pour le réglage d'un appareil et la reconnaissance des artéfacts, une solide connaissance de l'anatomie topographique du patient et une reconnaissance en temps réel des signes échographiques. En effet, les images créées ne montrent que ce que l'opérateur a pu identifier pendant son examen.

La formation est donc le point-clé de la qualité d'un examen échographique. Cette formation, qui devrait être idéalement diplômante, doit donc comprendre une partie théorique mais aussi une partie pratique.

La partie théorique repose sur trois volets : (1) un volet technique, reprenant la connaissance de la physique des ultrasons, la reconnaissance et la gestion des artéfacts, l'optimisation du réglage des machines et le choix judicieux des sondes, (2) un volet anatomique reposant sur la traduction échographique de l'anatomie topographique et (3) un volet sémiologique basé sur l'apprentissage des signes échographiques des pathologies de l'organe investigué.

Mais la formation doit surtout reposer sur un volet pratique, par la réalisation d'un minimum d'examen sous le contrôle d'un expert reconnu dans un environnement clinique approprié (*learning curve*). A titre d'exemple, les opérateurs impliqués dans le FAST aux Etats-Unis doivent justifier la réalisation de 50 examens dans le contexte de l'urgence traumatique avant d'être agréés pour réaliser personnellement une échographie dans le contexte du FAST. Enfin, la compétence en échographie implique une pratique régulière de l'échographie. Cette pratique doit représenter un pourcentage significatif de l'activité de tout opérateur, qu'il soit radiologue ou clinicien.

## **L'OBSOLESCENCE DE LA CODIFICATION DE L'ECHOGRAPHIE EN BELGIQUE**

Deux articles de la nomenclature belge définissent les actes échographiques, par qui ils peuvent être réalisés et quels sont les montants de leur remboursement. L'article 17*bis* décrits les actes réalisés par un radiologue, et l'article 17*quater* ceux réalisés par un médecin spécialiste non radiologue. La définition des actes est identique dans les deux articles, de même que le niveau de remboursement. Un médecin

spécialiste n'est cependant autorisé à réaliser que les examens échographiques qui relèvent de son domaine de spécialité.

En pratique, la nomenclature belge est restée inchangée depuis plus de 20 ans et elle souffre de plusieurs défauts majeurs. Elle ne prend pas en considération les nouveaux développements technologiques de l'échographie comme l'échographie avec contraste ou l'élastographie. Il n'y a pas de codification spécifique pour les pratiques nouvelles que sont le POCUS ou le FAST (ces examens ne sont en théorie pas tarifiables s'ils ne sont pas documentés par une série de clichés). Elle n'a aucune exigence de formation, de formation continue ou de seuil d'activité annuelle. Et enfin, elle n'interdit pas la réalisation d'examens sur des équipements manifestement déclassés.

La nomenclature belge n'est donc plus du tout adaptée à l'exercice moderne de l'échographie et elle est devenue un frein au renouvellement du parc des échographes et à l'introduction des nouveaux développements technologiques ou organisationnels de l'échographie.

### **LE TRIPTYQUE DE L'ECHOGRAPHIE : LE PATIENT, L'ECHOGRAPHE ET L'ECHOGRAPHISTE**

La contribution d'un examen échographique est la résultante d'une relation triangulaire entre trois composantes : le patient, l'échographe et l'échographiste.

*Le triptyque de l'échographie : le patient reste-il un facteur limitant ?*

L'échographie a longtemps été présentée comme une technique " patient-dépendante " peu indiquée chez le patient obèse. Les nouveaux développements technologiques apportés par les constructeurs permettent de réduire ou même d'annihiler ce handicap. Il en résulte une nette réduction des explorations incomplètes de l'abdomen, à l'exception de la région pancréatique qui reste d'exploration plus difficile en raison des interpositions digestives. En parallèle, l'exploration des tissus dits superficiels s'est largement développée et représente une part importante des examens échographiques réalisés. Le patient est donc devenu de moins en moins un obstacle à la réalisation d'une échographie.

*Le triptyque de l'échographie : l'appareillage joue-t-il un rôle déterminant ?*

La loi de Moore nous rappelle que la capacité informatique embarquée dans un échographe double tous les 2 ans. Un échographe portable récent est plus performant qu'une machine haut de gamme produite il y a dix ans et il offre une qualité d'image supérieure. Reste que les plateformes de haut de gamme munies d'un large éventail de sondes sont les seules à présenter tous les développements techniques en

termes de qualité d'image ou d'imagerie fonctionnelle. Ces machines sont forcément les plus chères du marché et leur amortissement est fonction du volume d'examens annuels. Si l'amortissement annuel d'un échographe de haut niveau représente moins de 10 % de la production annuelle des honoraires d'une machine utilisée à plein temps (25 examens par jour en moyenne), cet amortissement monte à 50 % des honoraires produits si cette même machine ne réalise que 5 examens par jour.

*Le triptyque de l'échographie : quel échographiste ?*

Les paragraphes précédents insistent sur l'importance de la formation de l'opérateur échographique. Si chaque médecin spécialiste en Belgique (radiologue comme non radiologue) est autorisé à pratiquer l'échographie en Belgique, les paramètres de leur formation en échographie sont inégaux. Les radiologues reçoivent une formation de base théorique et pratique durant leur cursus de spécialisation. En outre, durant l'exercice de leur profession, l'intégration de l'échographie aux autres techniques de d'imagerie en coupe (CT-scanner et IRM) optimise leur compétence en échographie. La majorité des spécialistes non radiologues ne reçoivent pas cette formation initiale. Certes un enseignement théorique de l'échographie est de plus en plus prodigué, mais manque souvent la formation pratique dans un milieu adapté.

Le meilleur compromis entre compétence échographique et utilisation d'un matériel de haut de gamme est rencontré par la constitution d'une équipe d'échographistes (radiologues ou non radiologues) qui possèdent tous une solide connaissance de base de la technique et de l'échographie générale, mais qui de plus sont spécialisés dans un ou plusieurs sous-secteurs de l'imagerie échographique.

L'échographie réalisée par un clinicien en complément de sa pratique clinique sera toujours l'objet d'un compromis entre le niveau technologique de l'appareillage, le volume d'activité échographique indispensable au maintien de la qualité et la conservation d'une activité purement clinique du clinicien.

### **LE MEDECIN GENERALISTE : PRESCRIPTEUR OU OPERATEUR DE L'ECHOGRAPHIE ?**

La pratique de l'échographie par le médecin généraliste se développe dans certains pays européens dans le prolongement du POCUS<sup>43</sup>. Certains auteurs posent la question provocatrice du remplacement du stéthoscope par l'échographie<sup>44</sup>. La diffusion d'un moyen diagnostique aussi " opérateur-dépendant " pose en effet d'importantes questions en termes de subsidiarité entre les lignes de soins, de balisage des champs d'application pour garantir la sécurité des patients, de volume d'activité minimale, de niveau de responsabilité médico-légale ou de besoin de formation théorique et pratique<sup>45</sup>. Accessoirement, l'échographie

réalisée par un médecin généraliste pose aussi la question de la suite à donner aux examens non conclusifs. Faut-il les compléter par une échographie réalisée par un opérateur plus expérimenté ou mènent-ils à la prescription d'une imagerie plus lourde comme le CT-scanner ou l'IRM ? Toutes ces questions sont l'objet de débats et ne sont pas encore résolues à ce jour.

## CONCLUSION

L'imagerie échographique a connu un formidable développement au cours des dernières décennies. Ce développement se poursuit grâce à l'apparition de nouvelles formes d'imagerie, en particulier fonctionnelles. Les radiologues sont les principaux utilisateurs de l'échographie de par le monde, mais la technique est de plus en plus utilisée par les cliniciens, dans le contexte de l'urgence (*Point of Care Ultrasound*), mais également en médecine non aiguë.

Se pose donc la question de définir la compétence nécessaire en échographie ainsi que le besoin de déterminer le niveau de valorisation de l'acte échographique en fonction de sa complexité, du contexte dans lequel il est réalisé et de l'appareillage sur lequel il est réalisé.

La nomenclature belge des actes échographiques ne prend pas suffisamment en considération tous ces éléments. Sans modification de cette dernière, on peut craindre une explosion d'actes échographiques de niveau qualitatif très variable, avec comme conséquence ultime une réduction linéaire des remboursements, un frein à l'introduction des nouveaux développements et un recours abusif aux techniques d'imagerie plus lourdes, plus irradiantes et toujours plus onéreuses.

Conflits d'intérêt : néant.

## BIBLIOGRAPHIE

- Campbell S. A short history of sonography in obstetrics and gynaecology. *Facts Views Vis Obgyn*. 2013;5(3):213-29.
- Moore GE. Progress in digital integrated electronics. *International Electron Devices Meeting*. IEEE. 1975:11-3.
- Wilson SR, Burns PN. Microbubble-enhanced US in body imaging: what role? *Radiology*. 2010;257(1):24-39.
- Cantisani V, Wilson SR. CEUS: Where are we in 2015? *Eur J Radiol*. 2015;84(9):1621-2.
- Kennedy P, Wagner M, Castera L, Hong CW, Johnson CL, Sirlin CB, Taouli B. Quantitative elastography methods in liver disease: Current evidence and future directions. *Radiology*. 2018;286(3):738-63.
- Sigrist RMS, Liao J, El Kaffas A, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics*. 2017;7(5):1303-29.
- Puylaert JB. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology*. 1986;158(2):355-60.
- Mindelzun RE, Jeffrey RB Jr. Unenhanced helical CT for evaluating acute abdominal pain: a little more cost, a lot more information. *Radiology*. 1997;205(1):43-5.
- Brenner DJ, Hall EJ. Cancer risks from CT Scans. Now we have data, what next? *Radiology*. 2012;265(2):330-1.
- Moore CL, Scutt LS. Sonography first for acute flank pain? *J Ultrasound Med*. 2012;31(11):1703-11.
- Jha P, Bentley B, Behr S, Yee J, Zagoria R. Imaging of flank pain: readdressing state-of-the-art. *Emerg Radiol*. 2017;24(1):81-6.
- Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, Bengiamin RN, Camargo CA, Corbo J *et al*. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. *N Engl J Med*. 2014;371(12):1100-10.
- Parker L, Nazarian LN, Gingold EL, Palit CD, Hoey CL, Frangos AJ. Cost and radiation savings of partial substitution of ultrasound for CT in appendicitis: a national projection. *AJR*. 2014;202(1):124-35.
- Mostbeck G, Adam EJ, Bachmann Nielsen M, Claudon M, Clevert D, Nicolau C *et al*. How to diagnose acute appendicitis: ultrasound first. *Insights Imaging*. 2016;7(2):255-63.
- Hanbridge AE, Buckler PM, O'Malley ME, Wilson SR. Imaging evaluation for acute pain in the right upper quadrant. *Radiographics*. 2004;24(4):1117-35.
- Spence SC, Teichgraber D, Chandrasekhar C. Emergent right upper quadrant sonography. *J Ultrasound Med*. 2009;28(4):479-96.
- Benarroch-Gampel J, Boyd C, Sheffield KM, Townsend CM, Riall TS. Overuse of computed tomography in patients with complicated gallstone disease. *J Am Coll Surg*. 2011;213(4):524-30.
- Santi V, Trevisani F, Gramenzi A, Grignaschi A, Mirici-Cappa F, Del Poggio P *et al*. Semiannual surveillance is superior to annual surveillance for the detection of early hepatocellular carcinoma and patient survival. *J Hepatol*. 2010;53(2):291-7.
- Grataloup-Oriez C, Charpentier A. Principes et techniques de l'échographie-doppler. EMC. 35-003-C-10:1-10.
- Kremkau FW. Doppler principles in Sonography: Principles and instruments. 9<sup>th</sup> ed. Elsevier;2016:133-82.
- Kim HC, Yang DM, Jin W, Ryu JK, Shin HS. Color Doppler Twinkling Artifacts in Various Conditions During Abdominal and Pelvic Sonography. *J Ultrasound Med*. 2010;29(4):621-32.
- Martinoli C. Musculoskeletal ultrasound: technical guidelines. *Insights Imaging*. 2010;1(3):99-141.
- Wortsman X. Ultrasound in dermatology: why, how, and when? *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2013;34(3):177-95.
- Wortsman X, Alfageme F, Roustan G, Arias-Santiago S, Martorell A, Catalano O *et al*. Guidelines for performing dermatologic ultrasound examinations by the DERMUS Group. *J Ultrasound Med*. 2016;35(3):577-80.
- Aubé C, Vilgrain V, Luciani A. Comment je prends en charge une lésion bénigne du foie. *Journées Françaises de Radiologie- Paris 16-19 octobre 2015*.
- Baranès L, Luciani A. Imagerie des tumeurs bénignes du foie : actualisation 2014. *Association Française de Formation Médicale Continue en Hépatogastroentérologie*. Post'U Paris 2014.
- Soussan M, Aubé C, Bahrami S, Boursier J, Valla DC, Vilgrain V. Incidental focal solid liver lesions: diagnostic performance of contrast enhanced ultrasound and MR imaging. *Eur Radiol*. 2010;20(7):1715-25.

28. Décarie PO, Lepanto L, Billiard JS, Olivie D, Murphy-Lavallée J, Kauffmann C *et al.* Fatty liver and sparing : a pictorial review. *Insights Imaging.* 2011;2(5):533-8.
29. Weber TM. Sonography of benign renal cystic disease. *Radiol Clin North Am.* 2006;44(6):777-86.
30. Bosniak MA. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later. *Radiology.* 2012;262(3):781-5.
31. Chen Y, Wu N, Xue T, Hao Y, Dai J. Comparison of Contrast-Enhanced Sonography with MRI in the diagnosis of complex cystic renal masses. *J Clin Ultrasound.* 2015;43(4):203-9.
32. Mazzaferri EL. Management of a solitary thyroid nodule. *N Engl J Med.* 1993;328(8):553-9.
33. Hoang JK, Raduazo P, Yousem D, Eastwood JD. What to do with incidental nodules on imaging. An approach for the radiologist. *Semin Ultrasound CT MRI.* 2012;33(2):150-7.
34. Kim EK, Park CS, WY Chung, KK Oh, DI Kim, JT Lee, HS Yoo. New sonographic criteria for recommending fine-needle aspiration biopsy of nonpalpable solid nodules of the thyroid. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;178(3):687-91.
35. Russ G, Bonnema SJ, Erdogan MF, Durante C, Ngu R, Leenhardt L. European Thyroid Association guidelines for ultrasound malignancy risk stratification of thyroid nodules in adults: The EU-TIRADS. *Eur Thyroid J.* 2017;6(5):225-37.
36. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011; 364(8):749-57.
37. Whitson MR, Mayo PH. Ultrasonography in the emergency department. *Crit Care.* 2016;20(1):227.
38. Herbst MK, Camargo CA, Perez A, Moore CL. Use of Point-of-Care ultrasound in Connecticut Emergency Departments. *J Emerg Med.* 2015;48(2):191-196.e2.
39. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound.* 2014;12:25.
40. Tso P, Rodriguez A, Cooper C, Militello P, Mirvis S, Badellino MM *et al.* Sonography in blunt abdominal trauma: a preliminary progress report. *J Trauma* 1992;33(1):39-43
41. Richards JR, McGahan JP. Focussed Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: what radiologists can learn? *Radiology.* 2017;283(1):30-48.
42. Atkinson PA, Bowra J, Lambert M, Lamprecht H, Noble V, Jarman B. International Federation for Emergency Medicine Point of Care Ultrasound Curriculum. *CJEM* 2015;17(2):161-70.
43. Mengel-Jørgensen T, Jensen MB. Variation in the use of point-of-care ultrasound in general practice in various European countries. Results of a survey among experts. *Eur J Gen Pract.* 2016;22(4):274-7.
44. Wittenberg M. Will ultrasound scanners replace the stethoscope? *BMJ.* 2014;348:g3463.
45. Henrard G, Froidcoeur X, Schoffeniels C, Gensburger M, Joly L, Dumont V. L'échographie en situation de soin : stéthoscope du futur pour le médecin généraliste ? *Rev Med Liege.* 2017;72(4):181-6.

**Correspondance :**

D. VAN GANSBEKE  
 Hôpital Erasme  
 Service de Radiologie  
 Route de Lennik, 808  
 1070 Bruxelles  
 E-mail : Daniel.Van.Gansbeke@erasme.ulb.c.be

Travail reçu le 2 mai 2018 ; accepté dans sa version définitive le 13 juin 2018.