

RÉALISATION DE L'ÉLASTOGRAPHIE ULTRASONORE EN PRATIQUE CLINIQUE

AVIS DES EXPERTS
DE L'AFEF ET DE LA SIAD

OCTOBRE 2024



Groupe de rédaction

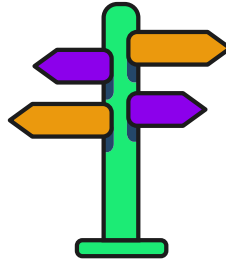
Lucia Parlati 1,2 | **Christophe Aubé** 3,4 | **Maité Lewin** 5,6 | **Jérôme Boursier** 3,7
Maxime Ronot 8,9 | **Anita Paisant** 3,4

- (1) Université Paris Cité, Institut Cochin, CNRS, INSERM, Paris, France
- (2) AP-HP. Centre, Groupe Hospitalier Cochin Port Royal, DMU Cancérologie et Spécialités Médico-Chirurgicales, Service d'Hépatologie, F-75014 Paris, France.
- (3) Laboratoire HIFIH, SFR ICAT 4208, Université d'Angers, Angers, France
- (4) Département de Radiologie, CHU Angers, Angers, France
- (5) Service de Radiologie, AP-HP-Université Paris Saclay Hôpital Paul Brousse, Villejuif, France
- (6) Faculté de Médecine, Université Paris Saclay, Le Kremlin-Bicêtre, France
- (7) Service d'Hépatogastroentérologie et Oncologie Digestive, CHU Angers, Angers, France
- (8) Service de Radiologie, Hôpital Beaujon, APHP Nord, Clichy
- (9) Université Paris-Cité, UMR 1149, CRI, Paris



Groupe de relecture

Edouard Bardou-Jacquet (Université de Rennes & CHU de Rennes, France)
Charlotte Costentin (Université de Grenoble Alpes & et CHU de Grenoble, France)
Jacques Liautard (Clinique Beau Soleil, Montpellier, France)
Olivier Lucidarme (Sorbonne Université & Hôpital La Pitié Salpêtrière, Paris, France)
Isabelle Rosa (Centre Hospitalier Intercommunal, Créteil, France)
Valérie Vilgrain (Université Paris-Cité & Hôpital Beaujon, Paris, France)



SOMMAIRE

1. Introduction	4
2. Principe de l'imagerie de la force de rayonnement acoustique	4
3. Elastographie par onde de cisaillement - Shear wave elastography	5
3.1. Mesure ponctuelle : point Shearwave Elastography (pSWE)	5
3.2. Multidimensional Shearwave Elastography (2D-SWE)	5
4. Comment réaliser les mesures (conditions de réalisation de l'examen) ?	6
5. Quels facteurs influencent la reproductibilité des mesures ?	7
6. Quels facteurs influencent la performance diagnostique ?	8
7. Comment évaluer la fiabilité des mesures ?	9
7.1. Critères de fiabilité avec le point shear wave elastography (pSWE)	9
7.2. Critères de fiabilité avec la two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE) ..	9
8. Que doit contenir le compte rendu d'une mesure d'élastographie ultrasonore ?	10

1. Introduction

On désigne par « élastographie » des techniques de mesure et de visualisation des propriétés visco-élastiques des tissus sous l'influence de contraintes mécaniques. Ce texte traitera des méthodes échographiques. On sépare classiquement les méthodes statiques ou quasi-statiques, basées sur la visualisation qualitative de la déformation tissulaire (strain imaging) et les méthodes dynamiques qui permettent une quantification des paramètres biomécaniques. Parmi les différentes approches quantitatives, c'est l'imagerie de la force de rayonnement acoustique qui nous intéressera.

2. Principe de l'imagerie de la force de rayonnement acoustique

Le principe consiste à focaliser un faisceau ultrasonore pendant quelques centaines de microsecondes à une profondeur donnée puis d'analyser la réponse mécanique du tissu à la suite de cette sollicitation. Du fait de la brièveté des vibrations mécaniques, l'excitation est polychromatique et engendre aussi bien des ondes de compression que des ondes de cisaillement qui se propagent dans le milieu. Cette technique ne permet pas d'étudier la propagation des ondes de compression. Ce sont les propriétés des ondes de cisaillement qui sont étudiées et qui renseignent sur les caractéristiques viscoélastiques des tissus en temps réel ⁽¹⁾.

La vitesse de propagation de l'onde de cisaillement est corrélée à l'élasticité des tissus. La capture et l'enregistrement des déplacements de cette onde nécessitent des cadences d'acquisition de plusieurs milliers d'images par seconde. L'analyse de la vitesse de propagation de la déformation dans le foie permet d'obtenir une valeur du module de Young E (exprimé en kiloPascal, kPa). Ce module représente la rigidité du foie et est relié à la densité du foie et à la vitesse de propagation de l'onde par la formule $E = 3\mu = 3\rho V_{sw}^2$, où μ est le module de cisaillement du foie, ρ la densité du foie (1,063 kg/dm³), et V_{sw} la vitesse de propagation de l'onde de cisaillement (en mètres/seconde, m/s) ⁽¹⁾. Ainsi, plus le milieu traversé est rigide, plus cette onde se propage rapidement, et inversement.

3. Elastographie par onde de cisaillement Shear wave elastography

On distingue les mesures ponctuelles et les approches multi-dimensionnelles.

3.1. Mesure ponctuelle : point Shearwave Elastography (pSWE)

La pSWE est une focalisation ultrasonore (ARFI : Acoustic Radiation Force Impulse) appliquée à une certaine profondeur dans les tissus qui crée une onde de cisaillement par force de rayonnement acoustique. La vitesse moyenne de propagation de cette onde est alors mesurée latéralement au sein d'une région d'intérêt. Cette zone de mesure est de petite taille (environ 1 x 0,5 cm). Sa taille ne peut pas être modifiée mais l'opérateur peut choisir sa localisation. En effet, la pSWE est, comme le Fibroscan®, une technique unidimensionnelle mais la zone de mesure peut être positionnée sur une image bidimensionnelle⁽²⁾. Les résultats sont exprimés en m/s ou plus fréquemment en kPa.

3.2. Multidimensional Shearwave Elastography (2D-SWE)

Cette méthode étend la mesure au sein d'une plus grande région en déplaçant très rapidement et de manière séquentielle le foyer ARFI (push) le long d'une ligne de focalisation. Le résultat est la construction d'un front d'onde de cisaillement qui se déplace latéralement au sein du tissu. Il s'agit alors de mesurer la vitesse de déplacement de ce front d'onde. Cela crée des plages de petites images SWS (Shear Wave Speed) qui peuvent être mosaïquées pour produire une plus grande image planaire (d'où le nom de 2D-SWE) appelée élastogramme. Celui-ci est affiché en couleur ou en niveaux de gris, et est superposé à l'image en mode B (avec une transparence réglable) ou bien séparément, souvent côte à côte⁽³⁾. L'élastogramme est donc une cartographie bidimensionnelle de la rigidité du milieu, et couvre une zone de l'ordre de 2 x 2 cm (*Figure 1*).

Au sein de l'élastogramme, des mesures quantitatives peuvent être réalisées en positionnant une ou plusieurs régions d'intérêt plus petites qui servent à échantillonner la carte. L'avantage de la technique 2D-SWE par rapport à la pSWE est que l'opérateur peut modifier la taille de ces régions d'intérêt, ainsi que celle de l'élastogramme. Un autre point important est la possibilité de réaliser des mesures rétrospectivement à partir d'images ou de cineloop sauvegardés. Le résultat est fourni en kPa. Pour chaque mesure de rigidité, les valeurs obtenues sont la moyenne, la médiane, l'écart type, les valeurs minimale et maximale.

4. Comment réaliser les mesures (conditions de réalisation de l'examen) ?

La préparation du patient, la technique d'imagerie et les recommandations de mesure pour la pSWE et la 2D-SWE sont les mêmes, et le protocole recommandé dans le consensus de la Société des radiologues en échographie (SRU) est similaire à celui de la Fédération européenne des sociétés d'échographie en médecine et biologie et aux directives de la Fédération mondiale pour les ultrasons en médecine et en biologie ^(4, 5).

Le protocole comprend :

- L'instruction au patient de jeûner pendant au moins 4 heures avant l'examen,
- La position du patient en décubitus dorsal ou en léger décubitus latéral gauche (pas plus de 30°), sa main droite placée au-dessus de sa tête,
- Des mesures réalisées entre les côtes et dans le foie droit,
- L'obtention des mesures en apnée neutre (ni inspiration, ni expiration profonde),
- L'axe du faisceau ultrasonore perpendiculaire à la capsule hépatique,
- L'obtention d'une image en mode B de bonne qualité, exempte d'artefacts ⁽⁶⁾.
- La bonne position de la zone de mesure :
 - Parallèle à la capsule hépatique,
 - La partie supérieure placée à 1,5 - 2 cm sous la capsule hépatique pour éviter les artefacts de réverbération,
 - Une profondeur maximale de la zone à 8 cm,
- Eviter de placer des gros vaisseaux ou des structures focales ou sein de la zone de mesure

Les conditions de réalisation de l'élastographie ultrasonore sont résumées dans le Texte court de synthèse.

5. Quels facteurs influencent la reproductibilité des mesures ?

Les différentes techniques d'élastographie par échographie ont une très bonne reproductibilité intra-observateur (coefficient de corrélation intra-classe ICC > 0,90) et inter-observateur (ICC > 0,80) quand on suit les recommandations d'usage ⁽¹⁾.

L'âge et le sexe du patient n'influencent pas les mesures. Les mesures réalisées en sous-xiphoïdien dans le lobe gauche surestiment les valeurs réelles (vraisemblablement par un effet plus compressif de la sonde et/ou par la transmission des battements cardiaques) et ne doivent pas être réalisées ⁽⁷⁾.

Les facteurs connus influençant la reproductibilité sont :

• Liés à l'opérateur :

- Pour la technique pSWE, l'expérience de l'opérateur ne semble pas influencer ses performances ⁽⁸⁾.
- Pour la technique 2D-SWE, il existe une courbe d'apprentissage avec une meilleure reproductibilité chez les experts, même si les résultats restent très bons chez les novices (ICC > 0,90) ⁽⁹⁾. Il a été rapporté que l'opérateur est au maximum de sa performance après un an de pratique régulière ou environ 100 examens ⁽¹⁰⁾.

• Liés au patient :

- La variabilité des mesures augmente chez les patients en surpoids/obèse ou avec un stade élevé de fibrose ^(11, 12).
- Le pourcentage de valeurs non fiables augmente également avec la distance peau-capsule hépatique, jusqu'à 50% si la distance est > 3 cm ⁽¹²⁾.
- La réalisation des mesures en inspiration forcée influence la variabilité de la mesure (augmentation des valeurs de +13%) ⁽¹³⁾. La mesure doit être réalisée lors d'une courte apnée en position neutre (ni inspiration ni expiration profonde) en respectant strictement les conditions d'examen décrites précédemment.

Les ultrasons utilisés pour créer les mesures sont atténués en profondeur. Le seuil de non-fiabilité se situe environ 6-8 cm sous la peau. La variabilité de mesure la plus faible est située 4-5 cm sous la peau (sonde convexe) ⁽¹⁴⁾ ; c'est donc cette profondeur qui doit être privilégiée.

6. Facteurs influençant la performance diagnostique (facteurs confondants)

Outre les facteurs influençant la reproductibilité, certains facteurs influencent la performance diagnostique ⁽⁵⁾. On parle souvent de facteurs confondants qui vont venir perturber la relation entre d'une part la mesure exprimée en kPa ou en m/s et d'autre part le degré de fibrose hépatique. La plupart des études ont été réalisées pour la technique de vibration controlled transient elastography (VCTE, ou Fibroscan®) mais sont transposables pour les autres techniques d'élastographie. Ces facteurs sont :

- l'inflammation hépatique (ASAT et/ou ALAT > 5N) ^(15, 16),
- la cholestase obstructive ⁽¹⁷⁾,
- la congestion hépatique (insuffisance cardiaque notamment, et certaines maladies vasculaires hépatiques) ⁽¹⁸⁾,
- l'hépatite aiguë ⁽¹⁹⁾,
- les pathologies infiltrantes hépatiques (lymphome, amylose ou encore l'hématopoïèse extra médullaire) ⁽⁵⁾.

En présence de ces facteurs, il ne faut pas utiliser l'élastographie ultrasonore et se tourner vers d'autres outils pour évaluer la fibrose. A noter que l'élastographie ultrasonore peut être reconsidérée pour évaluation de la fibrose après 1 à 4 semaines d'abstinence en cas d'hépatite alcoolique aiguë ⁽²⁰⁾.

Théoriquement, la présence de stéatose ne devrait pas influencer les résultats des mesures ⁽⁷⁾. Toutefois, certaines études suggèrent la possible influence de la stéatose ⁽⁴⁾. Il est donc préférable d'interpréter les résultats avec prudence en cas de stéatose sévère ^(4, 7).

7. Comment évaluer la fiabilité des mesures ?

En plus des conditions standardisées d'acquisition des mesures décrites plus haut, de la maîtrise des facteurs de reproductibilité et de performance, il faut également prêter attention aux critères de qualité et de fiabilité des mesures elles-mêmes pour garantir le résultat obtenu.

Chaque constructeur propose ses propres critères de fiabilité basés sur des données techniques comme l'index de stabilité (SI) pour SSI® (Aixplorer, SuperSonic Imagine, France), la cartographie de confiance pour ElastQ® (Epiq series, Philips Healthcare, Netherlands), ou l'index de fiabilité de la mesure (RMI) pour S-shearwave® (HS70 A, RS80 A, Samsung Medison, South Korea). Ces critères doivent être respectés en se référant aux valeurs acceptables définies par le constructeur.

Toutefois, ces critères ne sont pas suffisants et d'autres critères de fiabilité basés sur les mesures et leurs résultats ont été mis au point et publiés. Ces critères dépendent de la technique utilisée et doivent être appliqués.

7.1. Critères de fiabilité avec le point shear wave elastography (pSWE)

Le critère de fiabilité validé et communément utilisé est le même que pour la VCTE® : c'est le rapport entre l'écart interquartile et la médiane des 10 mesures obtenues (EIQ/M). Un travail ayant évalué la technique VTQ® (Siemens Healthineers, Germany) a défini trois catégories de fiabilité : examens non fiables, fiables, et très fiables (*Tableau 1*)⁽²¹⁾.

A notre connaissance il n'existe pas de facteurs de fiabilité décrits pour les autres appareils pSWE. Toutefois, par extension, le rapport $EIQ/M \leq 30\%$ d'une série de 10 mesures peut être utilisé pour tous les appareils utilisant la technique pSWE. Le calcul automatique du rapport EIQ/M (IQR/M pour interquartile range/median en anglais) est en effet actuellement disponible sur la quasi-totalité des appareils équipés d'un module d'élastographie basé sur la technique pSWE.

7.2. Critères de fiabilité avec la two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE)

Les critères décrits et utilisés pour le VCTE et le pSWE sont tout à fait applicables pour la technique 2D-SWE. Dans la littérature, les valeurs d'EIQ/M associées à l'obtention de mesures fiables varient de $EIQ/M < 50\%$ à $< 20\%$ ^(22, 23). Un autre paramètre a été proposé comme supérieur au rapport EIQ/M pour l'appareil Aixplorer® (Supersonic Imagine, Aix en Provence, France). Il s'agit du coefficient de variation ($CV = \text{écart-type}/\text{moyenne}$)^(24, 25). L'intérêt de ce critère est qu'il tire bénéfice de la technique 2D en prenant en compte les mesures de chaque pixel de la zone d'intérêt (la déviation standard et la moyenne). Le critère valide donc chaque mesure indépendante et non un ensemble de mesures. En interprétant le résultat (kPa) en fonction du CV, on définit deux catégories de fiabilité pour chaque mesure : mesure non fiable et fiable (*Tableau 2*). Pour obtenir un résultat avec une performance maximale, il suffit d'obtenir trois mesures fiables selon ces critères et d'en faire la moyenne⁽²⁴⁾.

Ce critère de fiabilité est maintenant calculé automatiquement sur les nouveaux appareils vendus par le constructeur. Toutefois, son usage reste limité car il n'est pas encore mis en place par les autres fabricants utilisant la technique 2D-SWE et son calcul doit alors être fait manuellement en parallèle à la mesure.

8. Que doit contenir le compte rendu d'une mesure d'élastographie ultrasonore ?

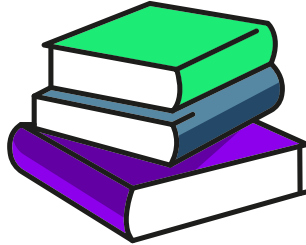
Il est important de noter l'appareil d'échographie et la technique utilisée (pSWE ou 2D-SWE), les conditions de mesures (patient à jeun, site de mesure), les facteurs de limitation des mesures (distance peau-mesure, artefacts, impossibilité d'apnée neutre... etc) et les facteurs connus influençant la performance (hépatite aiguë, cholestase obstructive, congestion hépatique, pathologie infiltrante hépatique... etc). Le compte rendu devra également préciser le nombre de mesures obtenues, le résultat de la rigidité hépatique obtenu, ainsi que les critères de fiabilité de l'examen.

Pour la pSWE, 10 mesures doivent être obtenues. Le résultat final de rigidité hépatique doit être exprimé comme la médiane de ces mesures. Le critère de fiabilité est le rapport écart interquartile/médiane (EIQ/M) dont le résultat doit être interprété en fonction de la valeur de la rigidité obtenue (*cf Tableau 1*).

Pour la 2D-SWE, au moins 3 mesures fiables doivent être obtenues. Le critère de fiabilité d'une mesure est son coefficient de variation (écart-type/moyenne) dont le résultat doit être interprété en fonction de la valeur de la rigidité obtenue (*cf Tableau 2*). Le résultat final de rigidité hépatique correspond à la moyenne des trois mesures fiables obtenues.

Un résultat < 7kPa peut être considéré comme normal et interprété comme tel. Des valeurs de rigidité \geq 7kPa peuvent être considérées comme anormales mais ne doivent pas être traduites en stade de fibrose hépatique.

Un exemple de compte-rendu type d'élastographie ultrasonore est en Annexe du document.



RÉFÉRENCES

1. Nightingale KR, Palmeri ML, Nightingale RW, Trahey GE. On the feasibility of remote palpation using acoustic radiation force. *J Acoust Soc Am* 2001;110:625-634.
2. Ferraioli G, Tinelli C, Lissandrin R, Zicchetti M, Dal Bello B, Filice G, Filice C. Point shear wave elastography method for assessing liver stiffness. *World J Gastroenterol* 2014;20:4787-4796.
3. Bercoff J, Tanter M, Fink M. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2004;51:396-409.
4. Ferraioli G, Wong VW, Castera L, Berzigotti A, Sporea I, Dietrich CF, Choi BI, et al. Liver Ultrasound Elastography: An Update to the World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology Guidelines and Recommendations. *Ultrasound Med Biol* 2018;44:2419-2440.
5. Dietrich CF, Bamber J, Berzigotti A, Bota S, Cantisani V, Castera L, Cosgrove D, et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Liver Ultrasound Elastography, Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med* 2017;38:e16-e47.
6. Barr RG, Wilson SR, Rubens D, Garcia-Tsao G, Ferraioli G. Update to the Society of Radiologists in Ultrasound Liver Elastography Consensus Statement. *Radiology* 2020;296:263-274.
7. Tang A, Cloutier G, Szeverenyi NM, Sirlin CB. Ultrasound Elastography and MR Elastography for Assessing Liver Fibrosis: Part 2, Diagnostic Performance, Confounders, and Future Directions. *AJR Am J Roentgenol* 2015;205:33-40.
8. Boursier J, Isselin G, Fouchard-Hubert I, Oberti F, Dib N, Lebigot J, Bertrais S, et al. Acoustic radiation force impulse: a new ultrasonographic technology for the widespread noninvasive diagnosis of liver fibrosis. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2010;22:1074-1084.
9. Ferraioli G, Tinelli C, Zicchetti M, Above E, Poma G, Di Gregorio M, Filice C. Reproducibility of real-time shear wave elastography in the evaluation of liver elasticity. *Eur J Radiol* 2012;81:3102-3106.
10. Fraquelli M, Baccarin A, Casazza G, Conti CB, Giunta M, Massironi S, Invernizzi F, et al. Liver stiffness measurement reliability and main determinants of point shear-wave elastography in patients with chronic liver disease. *Aliment Pharmacol Ther* 2016;44:356-365.
11. Bota S, Sporea I, Sirlin R, Popescu A, Danila M, Jurchis A, Gradinaru-Tascau O. Factors associated with the impossibility to obtain reliable liver stiffness measurements by means of Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography--analysis of a cohort of 1,031 subjects. *Eur J Radiol* 2014;83:268-272.
12. Boursier J, Decraecker M, Bourliere M, Bureau C, Ganne-Carrie N, de Ledinghen V. Quality criteria for the measurement of liver stiffness. *Clin Res Hepatol Gastroenterol* 2022;46:101761.
13. Karlas T, Pfrepper C, Wiegand J, Wittekind C, Neuschulz M, Mossner J, Berg T, et al. Acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) for non-invasive detection of liver fibrosis: examination standards and evaluation of interlobe differences in healthy subjects and chronic liver disease. *Scand J Gastroenterol* 2011;46:1458-1467.
14. Chang S, Kim MJ, Kim J, Lee MJ. Variability of shear wave velocity using different frequencies in acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography: a phantom and normal liver study. *Ultraschall Med* 2013;34:260-265.
15. Coco B, Oliveri F, Maina AM, Ciccorossi P, Sacco R, Colombatto P, Bonino F, et al. Transient elastography: a new surrogate marker of liver fibrosis influenced by major changes of transaminases. *J Viral Hepat* 2007;14:360-369.
16. Sagir A, Erhardt A, Schmitt M, Haussinger D. Transient elastography is unreliable for detection of cirrhosis in patients with acute liver damage. *Hepatology* 2008;47:592-595.

17. Millonig G, Reimann FM, Friedrich S, Fonouni H, Mehrabi A, Buchler MW, Seitz HK, et al. Extrahepatic cholestasis increases liver stiffness (FibroScan) irrespective of fibrosis. *Hepatology* 2008;48:1718-1723.
18. Millonig G, Friedrich S, Adolf S, Fonouni H, Golriz M, Mehrabi A, Stiefel P, et al. Liver stiffness is directly influenced by central venous pressure. *J Hepatol* 2010;52:206-210.
19. Karlas TF, Pfrepper C, Rosendahl J, Benckert C, Wittekind C, Jonas S, Moessner J, et al. Acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography in acute liver failure: necrosis mimics cirrhosis. *Z Gastroenterol* 2011;49:443-448.
20. Bardou-Jacquet E, Legros L, Soro D, Latournerie M, Guillygomarc'h A, Le Lan C, Brissot P, et al. Effect of alcohol consumption on liver stiffness measured by transient elastography. *World J Gastroenterol* 2013;19:516-522.
21. Boursier J, Cassinotto C, Hunault G, Shili S, Lebigot J, Lapuyade B, Lannes A, et al. Criteria to Determine Reliability of Noninvasive Assessment of Liver Fibrosis With Virtual Touch Quantification. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2019;17:164-171 e165.
22. Chung M, Baird GL, Weiss KE, Beland MD. 2D shear wave elastography: measurement acquisition and reliability criteria in noninvasive assessment of liver fibrosis. *Abdom Radiol (NY)* 2019;44:3285-3294.
23. Lim S, Kim SH, Kim Y, Cho YS, Kim TY, Jeong WK, Sohn JH. Coefficient of Variance as Quality Criterion for Evaluation of Advanced Hepatic Fibrosis Using 2D Shear-Wave Elastography. *J Ultrasound Med* 2018;37:355-362.
24. Paisant A, Lemoine S, Cassinotto C, de Ledinghen V, Ronot M, Irlès-Depe M, Vilgrain V, et al. Reliability Criteria of Two-Dimensional Shear Wave Elastography: Analysis of 4277 Measurements in 788 Patients. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2022;20:400-408 e410.
25. Procopet B, Berzigotti A, Abraldes JG, Turon F, Hernandez-Gea V, Garcia-Pagan JC, Bosch J. Real-time shear-wave elastography: applicability, reliability and accuracy for clinically significant portal hypertension. *J Hepatol* 2015;62:1068-1075.



ANNEXES

Figure 1. Exemples d'élastogramme 2D-SWE montrant un foie normal (à gauche) et l'évolution progressive de gauche à droite vers la cirrhose. Cette évolution se traduit par une augmentation progressive des valeurs de rigidité (en kPa) et par le passage du bleu au rouge.

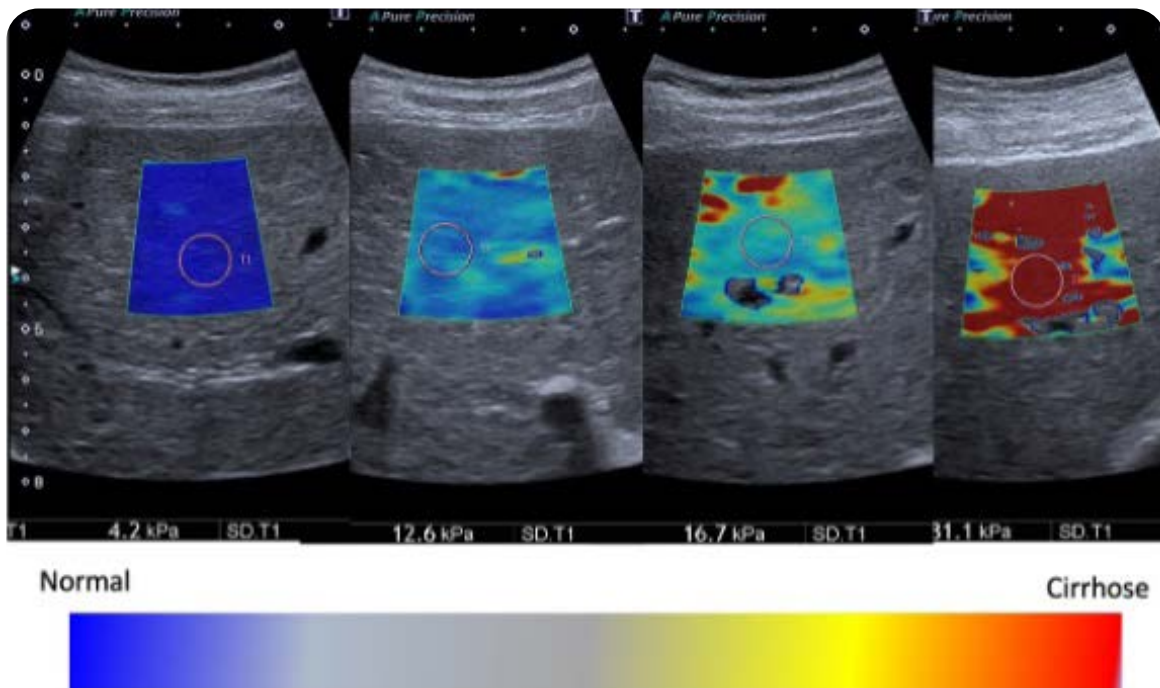


Tableau 1. Critères de fiabilité du pSWE

Adapté d'une étude réalisée avec la technique VTQ® (Siemens Healthineers, Germany) (21).

10 mesures sont réalisées, avec calcul de la médiane (M) et de l'écart interquartile (EIQ). EIQ/M correspond au rapport écart interquartile / médiane. La fiabilité du résultat de rigidité hépatique est évaluée avec les critères suivants :

Rapport EIQ/M*	Médiane des 10 mesures obtenues		
	< 1,37 m/s	1,37 – 1,86 m/s	≥ 1,87 m/s
< 0,15	Très fiable	Très fiable	Très fiable
0,15 – 0,34	Fiable	Fiable	Fiable
≥ 0,35	Fiable	Non fiable	Non fiable

* Calculé à partir des valeurs exprimées en m/s

Tableau 2 : Critères de fiabilité du 2D-SWE

Adapté d'une étude réalisée avec la technique SSI® (Aixplorer, Supersonic Imaging, France) (24).

A chaque mesure, on relève le résultat et le coefficient de variation (CV = SD/moyenne) de la rigidité hépatique. Pour chaque mesure, la fiabilité du résultat est évaluée avec les critères indiqués dans le tableau.

Le résultat final de rigidité hépatique correspond à la moyenne de trois mesures fiables.

CV de la mesure	Résultat d'une mesure de rigidité hépatique (kPa)		
	< 8,8	8,8 – 11,9	≥ 12
< 0,10	Fiable	Fiable	Fiable
0,10 – 0,24	Fiable	Fiable	Non fiable
> 0,24	Fiable	Non fiable	Non fiable

Indication de l'examen avec mention du contexte clinique :

Echographe utilisé : _____ Date de mise en service : _____

Technique utilisée : pSWE 2D-SWE

Conditions de mesure :

- A jeun
- Espace intercostal droit

Facteurs de limitation des mesures :

NON OUI

Si oui, préciser (distance peau-mesure, impossibilité d'apnée neutre, artefacts... etc) :

Nombre de mesures : _____

Présence de facteurs influençant la performance diagnostique NON OUI

Si oui, préciser (exemple : hépatite aiguë, cholestase obstructive, congestion hépatique, pathologie infiltrante hépatique) :

SI TECHNIQUE PSWE :

Résultat

Médiane des 10 mesures obtenues : _____ kPa Rapport EIQ/M : _____

SI TECHNIQUE 2D-SWE :

SI TECHNIQUE 2D-SWE :	Rigidité moyenne (kPa)	Coefficient de variation
Mesure 1		
Mesure 2		
Mesure 3		
Moyenne des trois mesures valides :	_____ kPa	

Conclusion

normale (< 7 kPa)

Examen : fiable non fiable

Rigidité hépatique : élevée (≥ 7 kPa)