

Caractérisation tissulaire en échotomographie : application à la pathologie hépatique

L'échotomographie permet d'identifier des lésions comme les kystes du foie, certaines tumeurs vascularisées ou la stéatose hépatique, avec une excellente fiabilité.

Yves Menu

*Chef de clinique - assistant.
Service de radiologie de l'hôpital
Beaujon.*

L'échotomographie permet la visualisation des parenchymes pleins et la recherche d'anomalies diffuses ou focales. La détectabilité des lésions focales est bonne mais celle des maladies diffuses est plus difficile. La caractérisation des lésions est un autre problème fondamental, car elle permettrait un diagnostic spécifique [1-4]. Il s'agira ici de définir les possibilités et les limites de cette méthode dans la caractérisation tissulaire.

Facteurs de caractérisation

En échotomographie, l'image est formée par les échos renvoyés par le tissu examiné. Chaque fois que le faisceau ultra-sonore rencontre un changement d'impédance acoustique, il se passe trois phénomènes différents (*figure 1 et 2*) : une petite partie du faisceau est réfléchi à 180° et se dirige donc en retour vers la sonde. C'est « l'écho » dont l'impact avec la sonde produit une impulsion qui sera traduite sur l'écran par un point lumineux, d'autant plus intense que l'écho est puissant. Par ailleurs, une autre partie du faisceau est réfléchi dans d'autres directions de l'espace et ne peut plus participer à l'image échotomographique. Enfin, le tissu absorbe sur place une partie de l'énergie du faisceau. Le faisceau transmis est donc atténué d'une fraction qui représente la somme de

plusieurs phénomènes dont un seul (l'écho) peut produire une image. Il n'y a donc pas de lien direct entre l'échogénicité d'un tissu et la transmissibilité des ultra-sons par ce tissu. Ces deux facteurs constituent les éléments essentiels de la caractérisation tissulaire.

Niveau d'échogénicité

Dans un tissu donné, chaque structure peut produire une interface : parois vasculaires, macro-vacuoles intra-tissulaires, fibres conjonctives, limites de zones kystiques ou nécrosées par exemple. De plus, toutes les interfaces ne génèrent pas un écho d'intensité identique. Celle-ci est d'autant plus grande que la différence d'impédance acoustique (indice de transmissibilité des ultra-sons par un tissu) entre les deux tissus est marquée. Schématiquement, on peut classer les tissus en plusieurs catégories suivant le nombre et le type de ces interfaces : un tissu anéchogène ne possède aucune interface. Il s'agit en général de zones liquidiennes pures mais certains tissus solides se présentent également comme des zones anéchogènes, ce qui témoigne de leur caractère histologique particulièrement monomorphe. L'exemple le plus courant est celui de certains lymphomes qui se présentent comme des masses essentiellement anéchogènes.

Un tissu échogène se définit comme hypo-, iso- ou hyperéchogène en

ADRESSE ET TIRÉS A PART

Y. Menu : hôpital Beaujon, 100, boulevard du Général-Leclerc, 92118 Clichy Cedex.

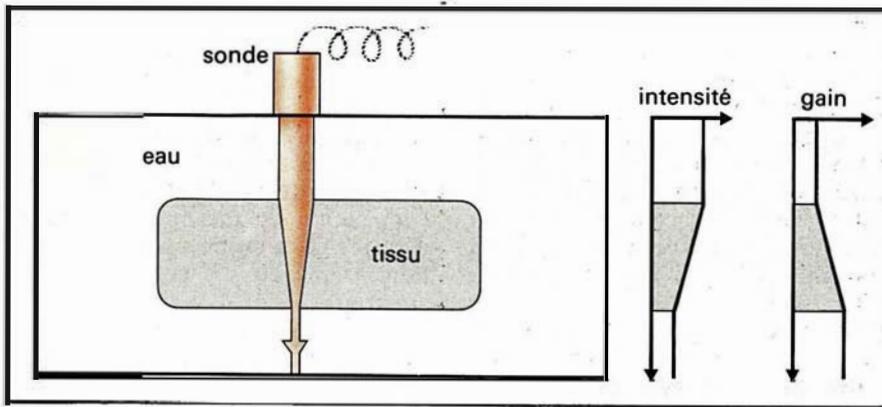


Figure 1. Le faisceau incident (FI) est atténué par les tissus solides mais pas par l'eau pure. La courbe de gain est utilisée pour contrebalancer les effets de l'atténuation du faisceau en profondeur.

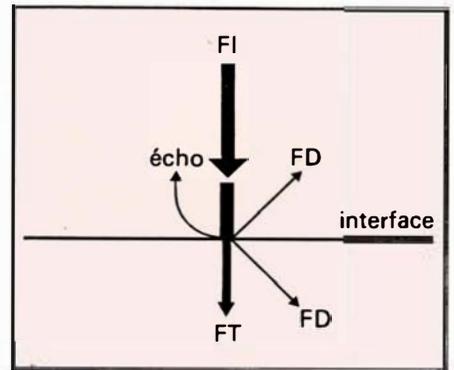


Figure 2. Interface entre deux zones d'impédance acoustique différente. Le faisceau incident (FI) génère un écho, un faisceau transmis (FT) et un faisceau diffusé (FD). Une absorption contribue également à l'atténuation de FT. $FT \text{ (transmis)} = FI - (FD + \text{écho} + \text{absorption})$.

fonction de l'intensité et du nombre des interfaces et en comparant le niveau d'échogénicité à une référence, par exemple le foie, ou un tissu avoisinant. Il n'est pas possible actuellement sur les appareils utilisés en routine de connaître la valeur absolue de l'échogénicité d'un tissu qui dépend de nombreux facteurs et en particulier du type de sonde utilisée, de la situation en profondeur du tissu et de la transmissibilité des plans superficiels qui sont très différents d'un individu à l'autre, si bien que son appréciation reste assez subjective et surtout comparative.

Transmission des ultra-sons

Le faisceau transmis à travers un tissu est d'autant plus faible que les ultra-sons ont rencontré des phénomènes de réflexion, de diffusion et d'atténuation [5]. Il existe une certaine relation entre le niveau d'échogénicité et la transmissibilité car les tissus échogènes sont souvent moins bons conducteurs d'ultra-sons que les tissus anéchogènes. Mais ce n'est pas une règle absolue car l'échogénicité ne fait intervenir qu'un seul facteur, la réflexion, dont la part dans l'atténuation globale du faisceau est mineure. Un faisceau est plus atténué par diffusion et absorption que par réflexion (figure 3).

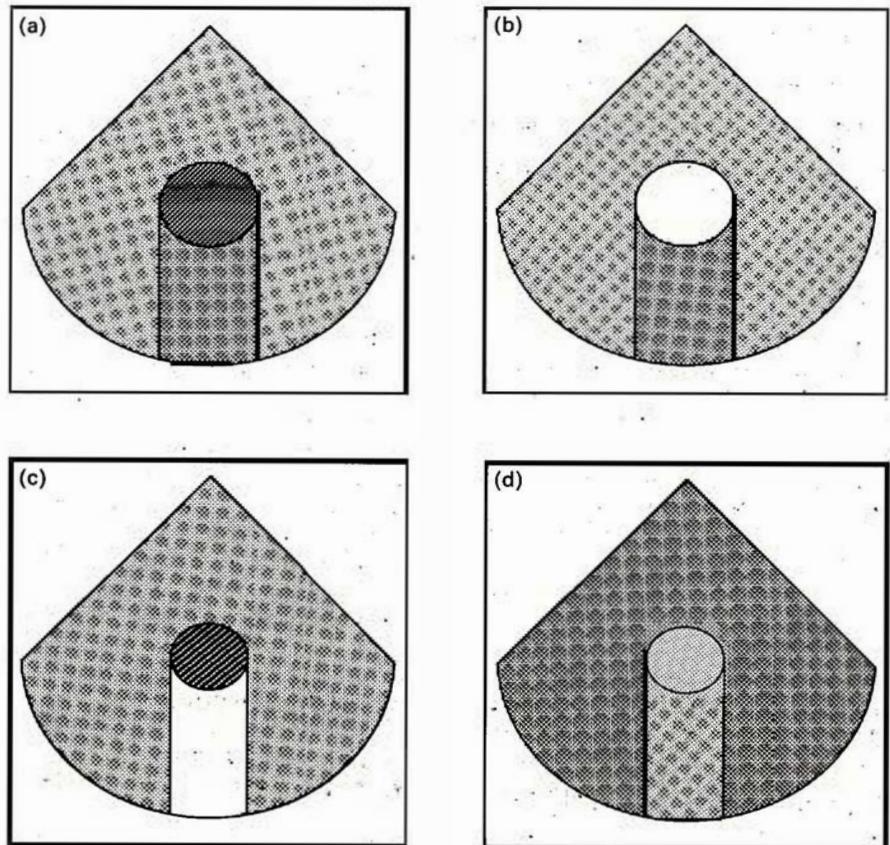


Figure 3. (a) Lésion liquidienne avec microcavités cloisonnées : image hyper-échogène avec renforcement postérieur. (b) Lésion liquidienne sans cloisonnement : image anéchogène avec renforcement postérieur. (c) Lésion solide ayant des interfaces et absorbant le faisceau : image hyperéchogène avec atténuation postérieure. (d) Lésion solide avec peu d'interfaces mais atténuant les ultrasons : image hypoéchogène avec atténuation postérieure.

RÉFÉRENCES

1. Gosink BB, Lemon SK, Scheible W, Leopold GR. Accuracy of ultrasonography in diagnosis of hepatocellular disease. *AJR* 1979; 133 : 19-23.
2. Foster KJ, Dewbury KC, Griffith AH, Wright R. The accuracy of ultrasound in the detection of fatty infiltration of the liver. *Br J Radiol* 1980; 53 : 440-2.
3. Green B, Bree RL, Goldstein HM, Stanley C. Gray-scale ultrasound of hepatic neoplasms: patterns and correlations. *Radiology* 1977; 124 : 203-4.
4. Maklad NF, Chuang VP, Doust BD, Cho KJ, Curran JE. Ultrasonic characterization of solid renal lesions: echographic, angiographic and pathologic correlation. *Radiology* 1977; 123 : 733-9.
5. Parker KJ, Lener RM, Waag RC. Attenuation of ultrasound: magnitude and frequency dependence for tissue characterization. *Radiology* 1984; 153 : 785.
6. Quinn SF, Gosink BB. Characteristic sonographic signs of hepatic fatty infiltration. *AJR* 1985; 145 : 753-5.
7. Harbin WP, Robert NJ, Ferrucci FT. Diagnosis of cirrhosis based on regional changes in hepatic morphology: radiological and pathological analysis. *Radiology* 1980; 135 : 273.
8. Jaffe CC, Rosenfield AT, Sommer FG, Taylor KJW. Technical factors influencing the imaging of small anechoic cysts by B-scan ultrasound. *Radiology* 1980; 135 : 429.
9. Mirk P, Rubaltelli L, Bazzocchi M, et al. Ultrasonic patterns in hepatic hemangiomas. *J Clin Ultrasound* 1982; 10 : 373-8.
10. Taboury J, Pocol A, Tubiana JM, Monnier JP. Cavernous hemangiomas of the liver studied by ultrasound. *Radiology* 1983; 149 : 781-5.

On peut donc rencontrer tous les types d'association entre échogénicité et transmission des ultra-sons. Le repère le plus utile pour juger de la transmission des ultra-sons est l'analyse de la zone située derrière le tissu examiné. En effet, l'image de cette zone est conditionnée par l'énergie du faisceau qui lui est transmis. Chaque appareil dispose d'un réglage appelé « gain » qui permet de compenser l'atténuation du faisceau en profondeur et donc d'obtenir une image échographique dont l'intensité apparente sur l'écran est homogène. Ce gain est uniquement fonction de la profondeur et s'applique à tout le champ examiné (figure 1). Il ne tient pas compte des éventuelles différences d'atténuation entre deux tissus différents. Dans le cas d'une lésion hépatique, l'échogénicité apparente du foie en arrière de celle-ci dépend de l'atténuation du faisceau à travers cette lésion. Si elle est liquidienne et n'atténue pas, le faisceau transmis produira, à profondeur égale, des échos plus intenses que le faisceau voisin qui aura traversé du parenchyme hépatique. Cet « artefact » est le renforcement postérieur. Au contraire, derrière une lésion qui atténue le faisceau plus que le foie normal, on observe un cône d'ombre plus ou moins prononcé. Schématiquement, l'intérêt de la reconnaissance de ces phénomènes liés à la transmission des ultra-sons réside dans l'appréciation des masses liquidiennes qui sont les seules à donner un renforcement postérieur très marqué. Celui-ci est visible même s'il ne s'agit pas d'eau pure mais d'un liquide comportant des débris, générant donc des échos internes. Il arrive que certaines masses solides transmettent bien les ultra-sons mais le renforcement est rarement aussi marqué.

Application clinique aux maladies du foie

Caractérisation des maladies diffuses du parenchyme; stéatose hépatique: ces maladies diffuses ne peuvent avoir une traduction échographique que dans la mesure où elles modifient, soit l'échogénicité du parenchyme, soit la transmission des ultra-sons. La stéatose est

l'exemple le plus marquant de modification de l'échogénicité du parenchyme [2, 6]. Les lipides s'accumulent dans les hépatocytes sous la forme de petites vacuoles bien limitées. L'hyperéchogénicité n'est alors pas due à la graisse mais à l'apparition de multiples interfaces d'entrée et de sortie de ces vacuoles. Pour qu'une hyperéchogénicité apparaisse, il faut que les vacuoles soient suffisamment grosses pour générer un interface. De plus l'hyperéchogénicité est d'autant plus marquée que les vacuoles sont nombreuses. C'est pourquoi l'image échotomographique est dans une certaine mesure un reflet de l'abondance de la stéatose.

Bien que des études quantitatives soient extrêmement difficiles du fait de la grande variabilité de la stéatose d'un champ à un autre, alors que la biopsie n'examine par définition qu'une partie infime du parenchyme, il apparaît que l'échotomographie peut détecter une stéatose dont l'abondance est de 10 % des hépatocytes. On conçoit cependant que deux patients avec une quantité de graisse identique, mais répartie l'une en nombreuses petites vacuoles, l'autre en vacuoles plus grosses mais moins nombreuses, puissent avoir une échogénicité hépatique différente. L'appréciation ne peut donc être que semi-quantitative. L'absorption du faisceau n'est pas supérieure à celle d'un foie normal pour les stéatoses modérées. Deux facteurs contribuent à une hyperabsorption: l'abondance de la stéatose, supérieure à 70 %, et l'association à une fibrose. Ces deux facteurs peuvent être associés.

Le problème de la reconnaissance d'une hyperéchogénicité se pose quand la totalité du foie est atteinte. On pourrait théoriquement définir des histogrammes de niveau d'échogénicité et d'absorption, mais ceci n'est pas accessible sur les appareils courants, si bien que l'on compare le foie avec des éléments anatomiques qui servent d'« étalon » d'échogénicité. Parmi ces éléments, on retient habituellement le diaphragme, le rein et les structures conjonctives périportales. Le foie et la corticale rénale sont normalement d'échogénicité voisine, alors que le diaphrag-

me est nettement plus échogène que le foie, de même que les structures péri-portales. En cas de stéatose, la corticale rénale apparaît beaucoup plus transparente que le foie. Au contraire, le foie et la coupole diaphragmatique deviennent d'intensité voisine (figure 4), de même que les structures péri-portales qui paraissent effacées. Les vaisseaux portes ressemblent alors beaucoup aux veines sus-hépatiques, qui n'ont pas de « paroi » épaisse identifiable. L'absorption est également jugée de façon semi-quantitative, sur le fait qu'une amplification maximale (gain maximum) des échos distaux ne parvient pas à produire un aspect homogène du parenchyme.

Dans les autres maladies chroniques, les modifications de l'écho-structure sont beaucoup plus difficiles à percevoir [7]. L'échogénicité du foie est légèrement augmentée en cas de cirrhose mais ceci est difficile à percevoir de façon objective. Par contre, le foie apparaît hétérogène avec des échos d'intensité variable d'une zone à l'autre, au contraire du foie normal où tous les échos sont d'intensité voisine.

Une analyse tissulaire précise par calcul de la dispersion des valeurs d'échos serait alors très utile mais on n'en dispose pas actuellement en routine et par ailleurs les corrélations écho-anatomiques n'ont pas encore été effectuées.

Lésions focales du foie

Deux tumeurs ont un comportement particulier en raison de leur échogénicité : les angiomes et les kystes. Les kystes [8] peuvent être caractérisés sur l'association d'une image anéchogène et d'un renforcement postérieur (figure 5). L'explication de cette apparence découle bien évidemment de la nature liquidienne du contenu. Aucune autre lésion ne peut donner une association identique. Il faut noter que l'échographie est en cela supérieure à la scanographie car cette dernière analyse uniquement des densités; la densité hydrique est proche de zéro mais d'autres lésions solides peuvent avoir une densité voisine. De même, les kystes ayant un contenu échogène conservent souvent un

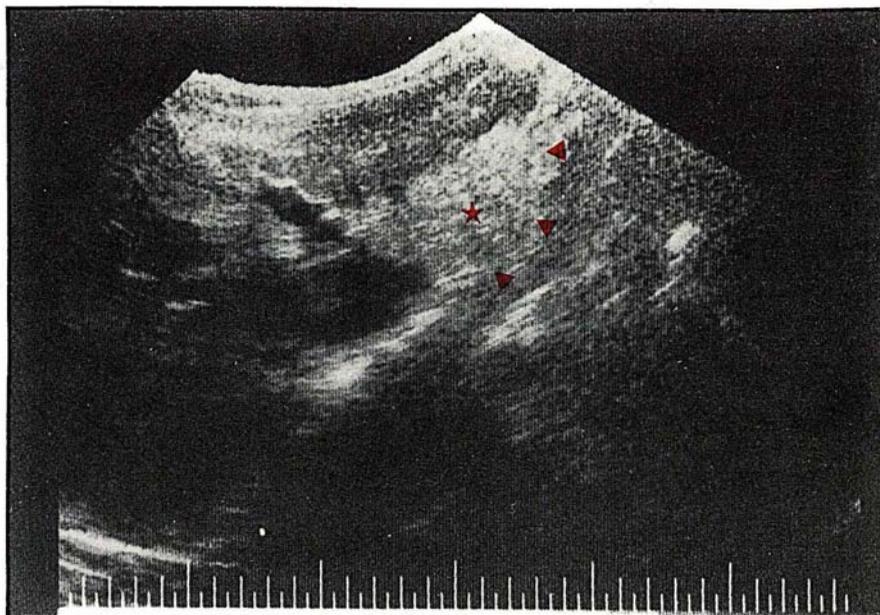


Figure 4. Coupe transversale du lobe gauche du foie. Stéatose focale. La stéatose focale (★) est une zone hyperéchogène. La coupole diaphragmatique n'est plus discernable (▶) car elle est de même échogénicité.

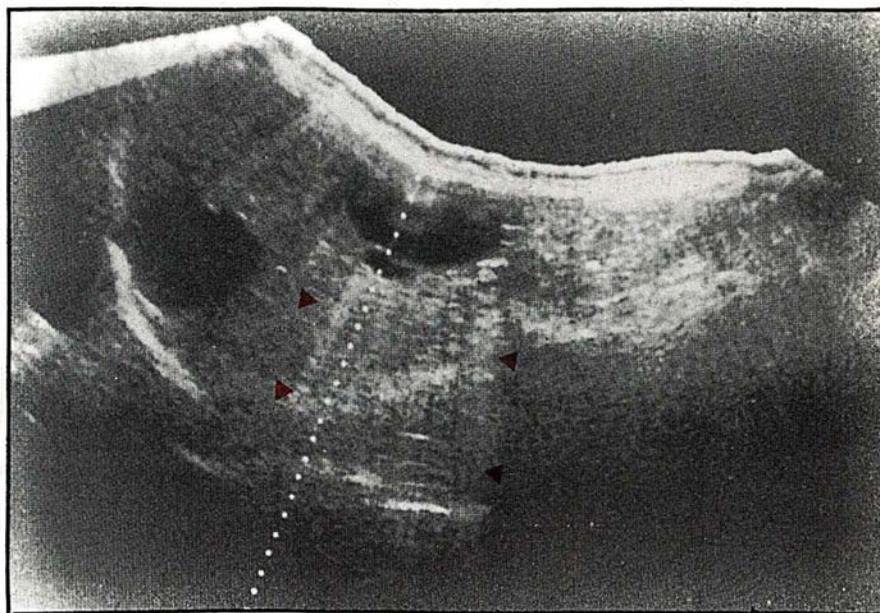


Figure 5. Coupe longitudinale du lobe droit du foie. Kystes biliaires multiples du foie. Le kyste est anéchogène avec un renforcement postérieur (▶).

renforcement postérieur, alors que leur densité scanographique augmente et les place dans une valeur superposable à la plupart des tumeurs solides. Les angiomes (figure 6) sont dans la majorité des cas des masses hyperéchogènes. Cette hyperéchogénicité est due à la structure de l'angiome, faite de multiples petites cloisons presque jointives [9], donnant chacune un écho d'interface puissant (liquide/cloison). Dans certains angiomes de plus de 4 cm de diamètre, on voit parfois un renforcement postérieur [10]. Ceci peut s'expliquer par l'abondance du contingent liquidien (sang circulant lentement) de ces tumeurs, même fragmenté.

Ce phénomène reste toutefois sujet à discussion car certains angiomes sont entièrement hypoéchogènes sans qu'il y ait de différence histologique évidente avec les formes hyperéchogènes.

Les autres tumeurs ont des comportements variables. Les métastases peuvent être hypo-, iso- ou hyperéchogènes et le plus souvent mixtes. Les carcinomes primitifs ont été étudiés de façon évolutive sur des patients non traités. Il apparaît que la plupart des lésions sont hypoéchogènes quand elles sont jeunes et de petite taille et qu'elles deviennent en majorité hyperéchogènes quand elles grossissent. La cause de cette hyperéchogénicité n'est pas claire : il est possible que l'hypervascularisation fournisse une explication [10], mais il arrive que la nécrose soit aussi hyperéchogène si bien qu'aucune règle ne peut vraiment être proposée actuellement.

En conclusion, il est donc important de comprendre que la nature liquidienne ou solide d'une lésion focale ne peut pas être jugée uniquement sur son niveau d'échogénicité mais qu'il faut aussi analyser la transmission des ultra-sons. Les possibilités de caractérisation tissulaire sont assez faibles pour ces lésions focales

en dehors des lésions liquidiennes et de certains angiomes. Pour les affections diffuses, la stéatose est certainement l'affection la plus propice à une analyse tissulaire fidèle, mais les autres processus diffus pourraient également bénéficier d'une évaluation objective de leur échostructure. Ceci s'appliquerait dans un premier temps à la surveillance évolutive d'un patient, mais également au dépistage de ces remaniements chroniques et diffus. Il ne sera toutefois probablement pas possible de caractériser le type de l'hépatopathie. Le foie est certainement l'organe le plus simple pour ce champ d'investigation mais d'autres organes pourraient également en bénéficier, comme le rein, la rate, le pancréas ou la thyroïde ■

Summary

Tissue characterization is the main purpose of imaging methods. Ultrasonography may allow the appreciation of echogenicity level and through transmission. These elements have different meanings and a variety of combinations is possible. Application to liver pathology shows that both variables allow the diagnosis of fluid lesions and solid masses with a large vascular component.

Other focal processes cannot be identified. Among diffuse disease of liver parenchyma, fatty infiltration is reliably detected, but fibrosis is not.

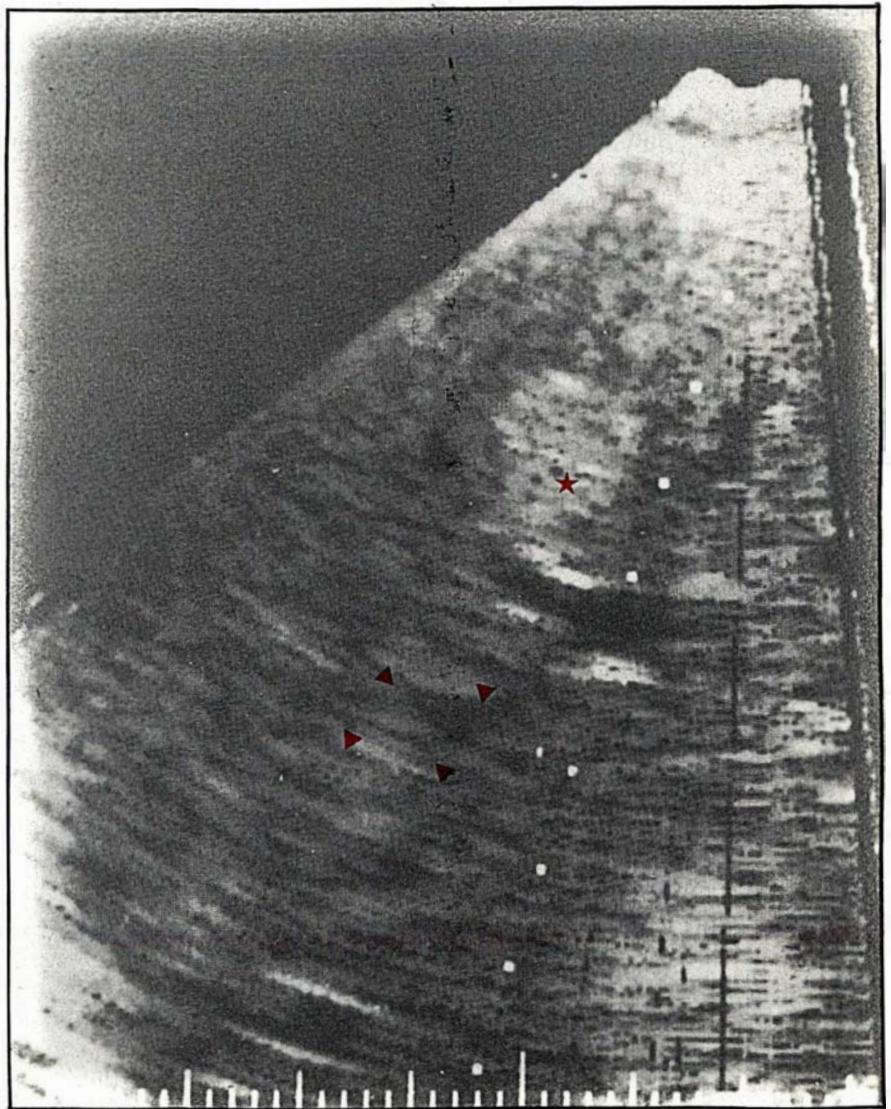


Figure 6. Coupe longitudinale du lobe droit du foie. Angiome hépatique. L'angiome (★) est une lésion hyperéchogène avec un renforcement postérieur (▶).