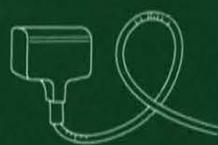


# Manuel d'échographie



Sous la direction de P.E.S. Palmer



Publié par l'Organisation mondiale de la Santé  
en collaboration avec la  
Fédération mondiale de Médecine et Biologie des Ultrasons

RR

WN 208  
96 MA  
c.2

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS), créée en 1948, est une institution spécialisée des Nations Unies à qui incombe, sur le plan international, la responsabilité principale en matière de questions sanitaires et de santé publique. Au sein de l'OMS, les professionnels de la santé de quelques 190 pays échangent des connaissances et des données d'expérience en vue de faire accéder d'ici l'an 2000 tous les habitants du monde à un niveau de santé qui leur permette de mener une vie socialement et économiquement productive.

Grâce à la coopération technique qu'elle pratique avec ses Etats Membres et qu'elle stimule entre eux, l'OMS s'emploie à promouvoir la mise sur pied de services de santé complets, la prévention et l'endiguement des maladies, l'amélioration de l'environnement, le développement des ressources humaines pour la santé, la coordination et le progrès de la recherche biomédicale et de la recherche sur les services de santé, ainsi que la planification et l'exécution des programmes de santé.

Le vaste domaine où s'exerce l'action de l'OMS comporte des activités très diverses: développement des soins de santé primaires pour que toute la population puisse y avoir accès; promotion de la santé maternelle et infantile; lutte contre la malnutrition; lutte contre le paludisme et d'autres maladies transmissibles, dont la tuberculose et la lèpre; coordination de la stratégie mondiale de lutte contre le SIDA; la variole étant désormais éradiquée, promotion de la vaccination de masse contre un certain nombre d'autres maladies évitables; amélioration de la santé mentale; approvisionnement en eau saine; formation de personnel de santé de toutes catégories.

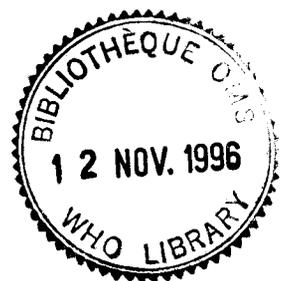
Il est d'autres secteurs encore où une coopération internationale s'impose pour assurer un meilleur état de santé à travers le monde et l'OMS collabore notamment aux tâches suivantes: établissement d'étalons internationaux pour les produits biologiques, les pesticides et les préparations pharmaceutiques; formulation de critères de salubrité de l'environnement; recommandations relatives aux dénominations communes internationales pour les substances pharmaceutiques; application du Règlement sanitaire international; révision de la Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes; rassemblement et diffusion d'informations statistiques sur la santé.

Reflète des préoccupations et des priorités de l'Organisation et de ses Etats Membres, les publications de l'OMS sont une source d'informations et d'avis autorisés visant à promouvoir et protéger la santé et à prévenir et combattre la maladie.

# Manuel d'échographie



Sous la direction de  
P.E.S. Palmer  
University of California  
Davis, Californie, Etats-Unis d'Amérique



Organisation mondiale de la Santé  
Genève  
1996

Catalogage à la source: Bibliothèque de l'OMS

Manuel d'échographie/sous la direction de P.E.S. Palmer.

1. Echographie 2. Diagnostic par imagerie 3. Manuel  
I. Palmer, P.E.S. II. Breyer, B.

ISBN 92 4 254461 2 (Classification NLM: WN 208)

L'Organisation mondiale de la Santé est toujours heureuse de recevoir des demandes d'autorisation de reproduire ou de traduire ses publications, en partie ou intégralement. Les demandes à cet effet et les demandes de renseignements doivent être adressées au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse, qui se fera un plaisir de fournir les renseignements les plus récents sur les changements apportés au texte, les nouvelles éditions prévues et les réimpressions et traductions déjà disponibles.

© Organisation mondiale de la Santé, 1996

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Tous droits réservés.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

---

# Auteurs

L'Organisation mondiale de la Santé remercie les auteurs qui ont gracieusement offert leur temps et leur savoir-faire à l'élaboration de ce manuel.

**B. Breyer**

Université de Zagreb, Zagreb, Croatie

**C. A. Bruguera**

Diagnostic Imaging Teaching Institute, Buenos Aires, Argentine

**H. A. Gharbi**

Université de Tunis, Tunis, Tunisie

**B. B. Goldberg**

Thomas Jefferson University, Philadelphie, Etats-Unis d'Amérique

**F. E. H. Tan**

College of General Practitioners, Kuala Lumpur, Malaisie

**M. W. Wachira**

Université de Nairobi, Nairobi, Kenya

**F. S. Weill**

Université de Besançon, Besançon, France



# Table des matières

Préface	vii
Remerciements	ix
Glossaire	xi
Chapitre 1 Principes de base des ultra-sons	1
Chapitre 2 Choix d'un appareil à ultra-sons	17
Chapitre 3 Règles de base de l'échographie	25
Chapitre 4 Agents de couplage acoustie	43
Chapitre 5 Abdomen	47
Chapitre 6 Aorte abdominale	53
Chapitre 7 Veine cave inférieure	65
Chapitre 8 Foie	71
Chapitre 9 Vésicule et voies biliaires	91
Chapitre 10 Pancréas	111
Chapitre 11 Rate	125
Chapitre 12 Cavité péritonéale et tractus gastro-intestinal	137
Chapitre 13 Reins et uretères	151
Chapitre 14 Vessie	175
Chapitre 15 Scrotum et testicule	187
Chapitre 16 Gynécologie (pelvis féminin en dehors de la grossesse)	195
Chapitre 17 Obstétrique	223
Chapitre 18 Nouveaux-nés	283
Chapitre 19 Cou	297
Chapitre 20 Péricarde	309
Chapitre 21 Plèvre	313
Chapitre 22 Ponction à l'aiguille échoguidée	317
Annexe 1 Spécifications pour un échographe à usage général (EUG)	321
Index	325



# Préface

L'imagerie diagnostique est de plus en plus considérée comme un auxiliaire important de l'examen clinique dans la prise en charge des malades porteurs de nombreuses maladies courantes. Cette imagerie sera essentiellement représentée par la radiographie (rayons X) ou les ultra-sons. A la poursuite de l'objectif de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) — la santé pour tous — il est admis que la plupart de ces examens seront effectués au niveau primaire, là où les malades seront vus, qu'il s'agisse de soins de base ou qu'un traitement d'urgence soit nécessaire. De nombreux pays n'ont pas suffisamment de radiologistes ou de spécialistes en échographie pour utiliser des techniques avancées, et dans ce cas, l'imagerie peut être demandée, réalisée et interprétée par des médecins n'ayant que peu ou pas de formation spéciale ou d'expérience de la technique.

Ce manuel est une des nombreuses publications de l'OMS destinées à servir de guide dans l'emploi de l'imagerie diagnostique par des non-spécialistes.<sup>1</sup> L'emploi des ultra-sons se généralise rapidement partout dans le monde; il est particulièrement important en obstétrique mais peut aussi fournir des informations utiles concernant l'abdomen et les tissus mous. N'utilisant pas de radiations ionisantes, les ultra-sons doivent être la méthode préférée d'imagerie dans tous les domaines où elle peut apporter des informations cliniques utiles.

Ce manuel est un texte de référence de base, les techniques décrites aidant à la reconnaissance du normal et au diagnostic différentiel. Il énumère les situations cliniques dans lesquelles l'échographie fournira probablement des indications pour les soins au malade et celles dans lesquelles l'examen ne sera pas fiable ou utile. La décision de pratiquer une échographie repose sur de nombreux facteurs et on doit tenir compte des besoins particuliers de chaque malade.

La sécurité des ultra-sons a été un sujet d'études et de discussions considérables. Après trois décennies d'utilisation et l'examen de milliers probablement de millions de personnes, le problème de la sécurité absolue fait encore l'objet d'un débat. Le risque potentiel, s'il en existe un, doit aussi être comparé, particulièrement en obstétrique, aux bénéfices, domaine dans lequel l'échographie apporte plus d'information qu'on ne peut en obtenir par d'autres moyens.

Pour un petit hôpital ou une clinique, la radiographie (telle qu'elle est assurée par l'équipement radiologique de base de l'OMS) doit rester le premier choix pour la technique d'imagerie, bien qu'on puisse être tenté par l'échographie dont l'appareillage est moins coûteux et apparemment moins complexe. Néanmoins, l'échographie ne peut imager les poumons, les fractures et la plus grande part de la pathologie du squelette: ses limites doivent être reconnues. C'est seulement si la majorité des patientes sont des femmes enceintes qu'un appareil d'ultra-sons doit être le premier choix pour un service d'imagerie.

L'échographie est extrêmement dépendante de l'opérateur. Dans son rapport,<sup>2</sup> le groupe scientifique de l'OMS a établi que: "les difficultés pour parvenir à un diagnostic précis à partir des images échographiques sont telles que l'acquisition d'un appareil à ultra-sons sans avoir pris

---

<sup>1</sup> *Manuel technique de la chambre noire* (1985), *Manuel d'interprétation radiographique pour généralistes* (1985) et *Manuel de technique radiographique* (1986).

<sup>2</sup> *L'utilisation future des nouvelles techniques d'imagerie dans les pays en développement*: Rapport d'un Groupe scientifique de l'OMS. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1985 (OMS, Série de rapports techniques N° 723).

des dispositions pour la formation d'un opérateur, est le contraire d'une bonne politique de santé et a peu de chance de s'inscrire dans un rapport coût-efficacité favorable". Une formation appropriée et de l'expérience sont nécessaires, de préférence acquises auprès d'enseignants hautement qualifiés ayant de nombreuses années de pratique. Le Groupe a considéré qu'un médecin a besoin d'au moins un mois de formation à plein temps dans un service d'échographie très actif, pour acquérir seulement un minimum de niveau de compétence. Ceci nécessite un total d'au moins 200 examens d'obstétrique et abdominaux effectués sous contrôle. Pour qu'un médecin devienne un échographiste compétent, le Groupe recommande une formation d'au moins 6 mois, à plein temps, dans un centre spécialisé et même dans ce cas, une plus grande expérience serait souhaitable, toujours acquise avec un moniteur. Et ils concluent: "Dans la mesure du possible, les échographies doivent être effectuées par des médecins expérimentés" et poursuivent en ajoutant: "si ce sont des non-médecins qui pratiquent ces examens ils ont besoin d'avoir bénéficié au moins un an, de formation à plein temps en échographie et d'avoir eu, de préférence, une formation de base en radiographie et en soins infirmiers; ils devraient toujours travailler sous le contrôle d'un échographiste expérimenté."

Les auteurs de ce manuel souscrivent pleinement à ces recommandations et n'ont donné leur accord à la préparation de ce manuel que parce qu'ils ont reconnu que, pour beaucoup d'utilisateurs des ultra-sons, il n'y aura pas de spécialiste auquel les malades ou les résultats des examens puissent être adressés en cas de difficultés d'interprétation. Ce manuel n'est pas destiné à remplacer une formation appropriée ni à remplacer les manuels déjà disponibles. Bien au contraire, c'est un supplément pour venir en aide, par des instructions plus détaillées, à tous ceux qui, moins expérimentés, peuvent ne pas avoir atteint le niveau de connaissance et de pratique si souvent considéré comme acquis.

Ce manuel donne aussi des conseils concernant les éléments permettant de juger de la qualité d'un appareil à ultra-sons. Il y a de nombreux modèles de ce genre d'appareil et trop souvent, il n'y a pas d'expert indépendant pour guider un médecin généraliste dans son achat. En particulier, il n'y a pas toujours d'informations concernant les défauts ou l'inadaptation de ce qui peut apparaître comme une bonne affaire. Le Groupe Scientifique de l'OMS mentionné ci-dessus, a établi des spécifications pour un appareil d'ultra-sons à usage général (échographie à usage général - EUG<sup>1</sup>). Ces spécifications, remises à jour, figurent dans ce manuel (voir annexe) et tout matériel qui y répond réalisera des échographies de qualité. L'EUG, comme son nom l'indique est capable d'effectuer tous les examens courants, à tous les niveaux de la pratique médicale et ne sera surpassé que par des appareils beaucoup plus coûteux.

Nous espérons que ce manuel ne sera pas utilisé seulement par les praticiens généralistes mais qu'il constituera aussi une base pour les étudiants en médecine, les sages-femmes et pour tous ceux qui suivent une formation de spécialiste en imagerie diagnostique. Dans de nombreux endroits l'échographie est la seule technique d'imagerie facilement disponible. Malheureusement, dans certains pays elle a déjà acquis une réputation de manque de fiabilité, car elle a été utilisée par des personnes qui ont commis de nombreuses erreurs de diagnostic en raison de leur formation insuffisante. Dans ces conditions l'échographie peut être dangereuse. Il est souhaité que ce manuel stimule l'intérêt et augmente les connaissances de ses utilisateurs, et qu'il devienne un élément de leur formation, les amenant à une compréhension plus étendue et plus profonde de cette importante technique d'imagerie.

---

<sup>1</sup> N.d.T. le traducteur propose le sigle EUG.

# Remerciements

Le Dr V. Volodine, médecin au service de Médecine radiologique à l'OMS (Genève), n'a pas ménagé son aide et les auteurs ainsi que le coordonnateur de l'ouvrage souhaitent lui exprimer leur reconnaissance. Ils ont eu également la chance de pouvoir bénéficier des conseils professionnels avisés et judicieux du Dr. P. A. Butler, Chef du service des Publications techniques de l'OMS. Le Professeur Asim Kurjak (Zagreb) nous a été particulièrement utile, de même que le Dr W. E. Brant (Davis) qui nous a dispensé d'utiles conseils et nous a apporté une aide matérielle précieuse pour les illustrations. La Fédération mondiale de Médecine et Biologie des Ultrasons (WFUMB) a fourni des renseignements et un soutien qui ont été les bienvenus. Nous remercions également les nombreux collègues qui nous ont apporté leur aide et en particulier :

à Sacramento, le Dr Gilland Dea;

à Nairobi, le personnel du Nairobi X-ray Centre;

à Philadelphie, le Dr L. Needleman et le Dr Ji-Bin Liu, ainsi que M. T. L. Berry et Mme R. A. Curry;

à Rijeka, le Professeur Z. Fućkar;

à Tunis, les Docteurs K. Abdesselem-Ait-Khelifa, I. Bardi, F. Ben Chehida, A. Hammou-Jeddi et R. Slim;

à Yonago, le Professeur K. Maeda;

à Zagreb, M. V. Andreić.

Des images supplémentaires nous ont été fournies par le Professeur B. J. Cremin du Cap (Afrique du Sud) et le Dr Sam Mindel de Harare (Zimbabwe).

Sans la bonne volonté de toutes ces personnes, ce manuel aurait eu de la peine à voir le jour.

Les graphistes de l'Université de Californie à Davis nous ont apporté beaucoup d'idées novatrices pour la présentation du présent ouvrage. Notre reconnaissance va en particulier à Claudia R. Graham pour les illustrations et la présentation de l'ouvrage, ainsi qu'à Craig F. Hillis et Rick Hayes pour leur aide en informatique et pour le graphisme. Les images proviennent de nombreuses régions du monde et de même que les images de référence à faible contraste; elles ont été reproduites par les graphistes de l'Université de Californie à Davis.



# Glossaire

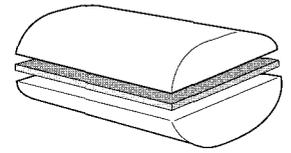
- Acoustique (faisceau)** Le faisceau d'ondes ultra-sonores (énergie) produit par le transducteur (la sonde). Il peut être divergent, focalisé ou parallèle.
- Acoustique (fenêtre)** Un tissu ou une structure offrant peu de résistance à l'onde ultra-sonore, pouvant donc être utilisé comme une voie d'accès pour obtenir des images d'une structure plus profonde. Par exemple, quand la vessie est pleine d'urine, elle constitue une excellente fenêtre acoustique à travers laquelle on peut imager les structures pelviennes. De même, il vaut mieux imager le rein droit à travers le foie, qu'à travers les épais muscles du dos. Dans ce cas, le foie est une fenêtre acoustique.
- Acoustique (impédance)** Résistance offerte par les tissus au mouvement de particules causé par l'onde ultra-sonore. Elle est égale au produit de densité du tissu par la vitesse de l'onde dans ce tissu. C'est en raison de la différence d'impédance des tissus que les ultra-sons peuvent fournir des images de la partie du corps en cours d'examen.
- Acoustique (ombre)** Diminution de l'échogénicité des tissus situés derrière une structure entraînant une atténuation marquée de l'onde ultra-sonore. Le contraire de l'ombre acoustique est le renforcement acoustique.
- Acoustique (renforcement)** Augmentation de l'échogénicité (brillance de l'écho) des tissus situés en arrière d'une structure qui ne cause que peu ou pas d'atténuation de l'onde ultra-sonore, comme un kyste à contenu liquide transparent. Le contraire du renforcement acoustique est l'ombre acoustique.
- Anéchogène** Sans échos; libre d'échos. Par exemple, l'urine normale et la bile sont anéchogènes, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas d'échos internes.
- Artéfact** Une composante de l'image échographique qui ne correspond pas ou ne représente pas une réelle structure anatomique ou pathologique. Par exemple, les réverbérations (voir plus loin) sont des artéfacts. Certains artéfacts peuvent aider à interpréter l'image, mais d'autres peuvent être d'importantes sources d'erreurs.
- Atténuation** Diminution de l'intensité des ondes ultra-sonores pendant la traversée des tissus, mesurée en décibels par centimètre. L'atténuation provient de l'absorption, de la réflexion, de la diffusion et de la divergence du rayonnement. Dans la plupart des tissus, l'atténuation augmente de manière approximativement linéaire avec la fréquence des ultra-sons.

**Coupe axiale**

Voir Coupe transversale.

**Coupe frontale (coronale)**

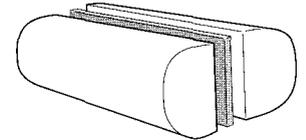
Coupe dans un plan frontal. Plan parcourant tout le corps, le long de son grand axe (de la tête aux orteils) perpendiculaire au plan médian. Pour effectuer des coupes dans ce plan la sonde doit être placée sur un côté du corps en direction de l'autre côté et être déplacée parallèlement à la longueur du corps. On peut réaliser une coupe coronale sur un patient en décubitus, en procubitus, debout ou en décubitus latéral.



coupe frontale

**Coupe longitudinale (coupe sagittale)**

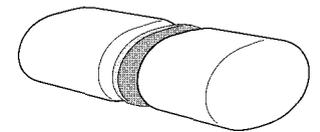
Coupe verticale selon le grand axe du corps. "Sagittal" est le terme habituellement employé pour une coupe médiane, spécialement du cerveau. Les points de repère d'une coupe longitudinale médiane sont le nez, la symphyse pubienne, le rachis. Quand la coupe ne passe pas par le plan médian, elle est dite "parasagittale". "Longitudinale" est le terme le plus souvent utilisé pour les coupes de l'abdomen ou du cou. Une coupe longitudinale peut être obtenue sur un malade en décubitus, en procubitus, debout ou couché sur le côté.



coupe longitudinale

**Coupe transversale (axiale)**

Coupe perpendiculaire au grand axe du corps. "Axial" est le terme habituellement employé pour les coupes du cerveau et "transversal" pour les coupes de l'abdomen et du cou. Le faisceau ultra-sonore peut être perpendiculaire ou légèrement incliné vers la tête ou les pieds du patient. Une coupe transversale peut être effectuée sur un patient en décubitus, en procubitus, debout ou en décubitus latéral.



coupe transversale

**Couplage (Agent de ou gel de...)**

Liquide ou gel utilisé pour combler l'intervalle entre la peau et le transducteur de façon à éviter à l'air de perturber la transmission des ultra-sons.

**Dépôts nécrotiques**

Masses solides échogènes (de taille et de forme variables, aux contours irréguliers) au sein d'une structure liquide. Peuvent être mobiles, se déplaçant avec les changements de position ou les mouvements du patient.

**Diffusion**

Réflexion et réfraction simultanée des ultra-sons dans de multiples directions. Elle est provoquée par des réflecteurs dont les dimensions sont plus petites que la longueur d'onde des ultra-sons. Une petite partie seulement de l'énergie transmise retourne au transducteur.

**Echos internes**

Réflexion des ultra-sons sur des tissus de différentes densités dans un organe. Ces "échos internes" peuvent provenir, par exemple, de calculs dans la vésicule ou de dépôts dans un abcès.

**Effet de lentille**

Rétrécissement du faisceau d'ultra-sons en traversant certains tissus. Cet "effet de lentille" peut parfois provoquer un dédoublement de l'image.

<b>Effet de miroir</b>	Réflexion de la totalité, ou presque, de l'onde ultra-sonore sur certains tissus ou sur des interfaces tissulaires, par exemple, l'interface diaphragme-poumons. Cet "effet" produit parfois un artefact: image en miroir, sous forme d'un dédoublement apparent.
<b>Effet Doppler</b>	Changement de la fréquence apparente d'une onde résultant d'un déplacement relatif de l'observateur par rapport à la source. Le changement de fréquence est proportionnel à la vitesse de déplacement.
<b>Faisceau acoustique</b>	<i>Voir Acoustique.</i>
<b>Fantôme</b>	Dispositif utilisé pour tester et calibrer un appareil à ultra-sons. Il a le même degré de densité que les tissus de l'organisme. Ce fantôme de "tissus" contient habituellement des fils ou d'autres objets de réflectivité connue dans des endroits déterminés.
<b>Fenêtre acoustique</b>	<i>Voir Acoustique.</i>
<b>Focalisation</b>	Modulation du faisceau d'ultra-sons pour le faire converger à une profondeur donnée dans le but d'améliorer la résolution. La focalisation peut être électronique ou réalisée par une lentille sur le transducteur.
<b>Fréquence</b>	Nombre d'ondes ultra-sonores émises par seconde: pour le diagnostic par ultra-sons il est exprimé en mégahertz. $1 \text{ mégahertz (MHz)} = 10^6 \text{ Hz} = 10^6 \text{ ondes par seconde.}$
<b>Gain</b>	Amplification par l'appareil à ultra-sons des ondes ultra-sonores réfléchies. Les échos provenant des tissus profonds nécessitent plus d'amplification que ceux provenant des tissus plus superficiels. L'appareil d'ultra-sons possède donc des réglages distincts pour le gain. Le réglage du "gain proximal" amplifie les échos provenant des tissus au-dessus du point de focalisation du rayonnement, tandis que le "gain distal" règle l'amplification des échos provenant des tissus au-delà du point de focalisation. Ces réglages peuvent être ajustés pour obtenir une échogénicité identique correcte à différents niveaux.
<b>Hyper-échogène</b>	Qualifie les tissus qui renvoient des échos plus intenses que les tissus voisins; par exemple, l'os, la graisse péri-rénale, la paroi vésiculaire, un foie cirrhotique (par rapport à un foie normal).
<b>Hypo-échogène</b>	Qualifie les tissus qui renvoient des échos plus faibles que les tissus voisins; par exemple, les ganglions lymphatiques, certaines tumeurs, et les liquides. Il faut noter que les liquides ne sont pas les seules structures hypo-échogènes.
<b>Impédance acoustique</b>	<i>Voir Acoustique.</i>

<b>Inversion d'image</b>	Orientation incorrecte de l'image; par exemple, le côté gauche de l'image apparaît sur le côté droit de l'écran; ou encore les positions de la tête et des pieds sont inversées. Ceci se corrige en tournant la sonde de 180°, ou par un dispositif électronique. Un autre type d'inversion d'image, parfois utilisée, est le changement de tonalité, c'est à dire que des plages de l'image qui sont naturellement noires vont devenir blanches. Ce type d'inversion d'image est réalisé électroniquement.
<b>Interface</b>	La frontière de deux tissus à travers lesquels les ultra-sons progressent de manière différente.
<b>Interférence</b>	Déformation des échos par réflexion sur d'autres tissus ou par addition des ondes provenant de réflecteurs voisins dans un milieu diffusant, comme le parenchyme hépatique. Il en résulte une image d'artefact qui se superpose à l'image normale. On peut éviter ce type d'interférence en pratiquant des coupes sous un angle différent.
<b>Kyste</b>	Structure (masse) à contenu liquidien, avec des parois fines. Un kyste simple a typiquement un contenu anéchogène (sans échos) avec une intense réflexion sur la paroi postérieure et un renforcement des échos derrière le kyste. Un kyste peut être bénin ou malin.
<b>Longueur d'onde</b>	Longueur d'une période de l'onde ultra-sonore. Elle est inversement proportionnelle à la fréquence et détermine la résolution de l'image.
<b>Masse complexe (structure mixte)</b>	Masse comprenant à la fois des zones solides et des zones liquides. Elle apparaîtra en échographie avec des zones échogènes et des zones anéchogènes; l'image aura à la fois des régions d'échos non homogènes et d'autres, sans échos (structure hyper- et hypo-échogène).
<b>Ombre acoustique</b>	Voir Acoustique.
<b>Plan d'examen</b>	Le plan de coupe des tissus traversés par le faisceau d'ultra-sons pendant l'examen, qui apparaîtra sur l'image.
<b>Réflecteur en miroir</b>	Tissu réfléchissant, régulier, de grande taille par rapport à la longueur d'onde des ultra-sons. Par exemple, les parois des vaisseaux, les capsules des parenchymes. Selon l'angle sous lequel le faisceau d'ultra-sons rencontre le réflecteur, la réflexion sera totale ou partielle.
<b>Réflexion</b>	Changement de la direction des ondes ultra-sonores sur une interface tissulaire de telle sorte que le faisceau d'onde ne peut pas pénétrer dans le second tissu. Connue aussi sous le nom "d'écho". Voir aussi Réflecteur en miroir.
<b>Renforcement acoustique</b>	Voir Acoustique.
<b>Réverbération</b>	Réflexion des ondes ultra-sonores, en aller-retour, entre 2 surfaces extrêmement réfléchissantes, parallèles ou presque parallèles.

Quand celà se produit, le retour des échos au transducteur est retardé et il en résulte une image pouvant apparaître plus profonde qu'elle n'est en réalité. Il peut aussi en résulter une duplication, ou même triplification de l'image. Par exemple, on peut voir des réverbérations sur la paroi antérieure d'une vessie distendue ou entre les muscles parallèles de la paroi abdominale.

**Solide**

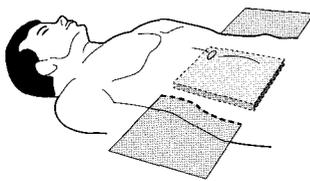
Qualifie les tissus qui ne comportent pas de liquide ou d'espaces vides, comme les tumeurs solides, le foie, le muscle, le cortex rénal. Il existera de multiples échos internes et une atténuation modérée du faisceau d'ultra-sons.

**Sonde**

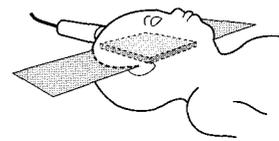
*voir:* Transducteur.

**Transducteur (sonde)**

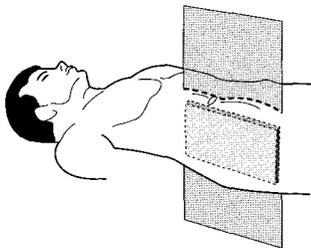
Elément de l'appareil à ultra-sons qui entre en contact avec le patient. Il convertit l'énergie électrique en ondes ultra-sonores qui traversent les tissus du patient; il reçoit aussi les ondes réfléchies et les transforme de nouveau en signal électrique. Un transducteur est souvent appelé "sonde" et est connecté à l'appareil d'ultra-sons (générateur et écran) par un câble flexible. Les transducteurs sont des éléments coûteux et fragiles et doivent être maniés avec le plus grand soin.



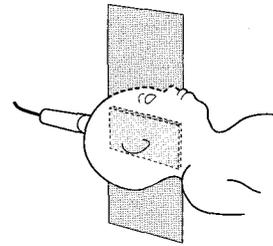
coupe frontale



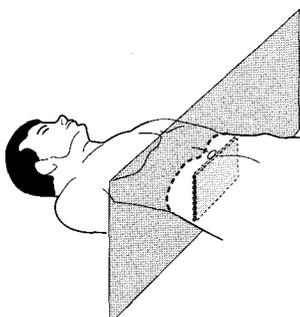
coupe frontale (nouveau-né)



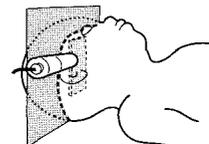
coupe longitudinale (sagittale)



coupe sagittale (nouveau-né)



coupe transversale



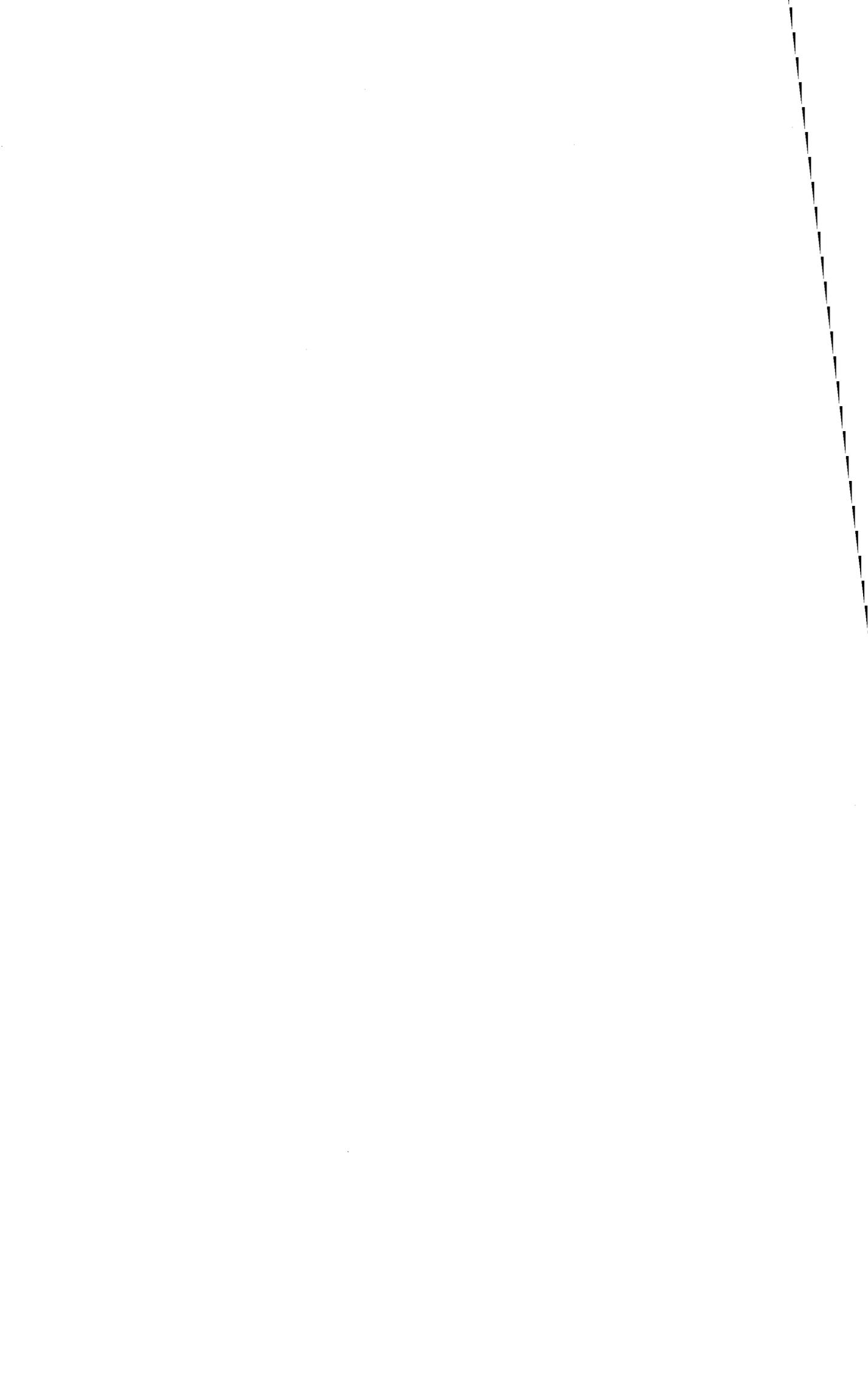
coupe transversale (axiale) (nouveau-né)

**Notes**

## CHAPITRE 1

# Principes de base des ultra-sons

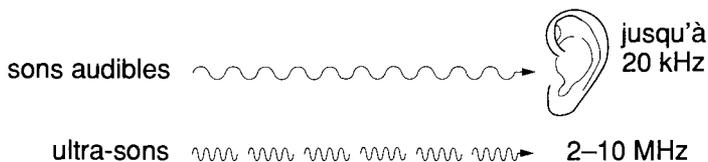
Qu'est ce qu'un ultra-son ?	3
Générateurs d'ultra-sons	3
Les différents modes d'échographie	4
Echographie Doppler	6
Propagation de l'onde ultra-sonore	9
Focalisation	10
Atténuation	11
Amplification	11
Limites	12
Transducteurs (sondes)	14



## Qu'est ce qu'un ultra-son ?

On donne le nom d'ultra-son aux ondes sonores de haute fréquence, au dessus de 20 000 périodes par seconde (20 kHz). Ces ondes inaudibles pour l'homme peuvent être transmises en faisceaux et sont utilisées pour l'exploration des tissus de l'organisme.

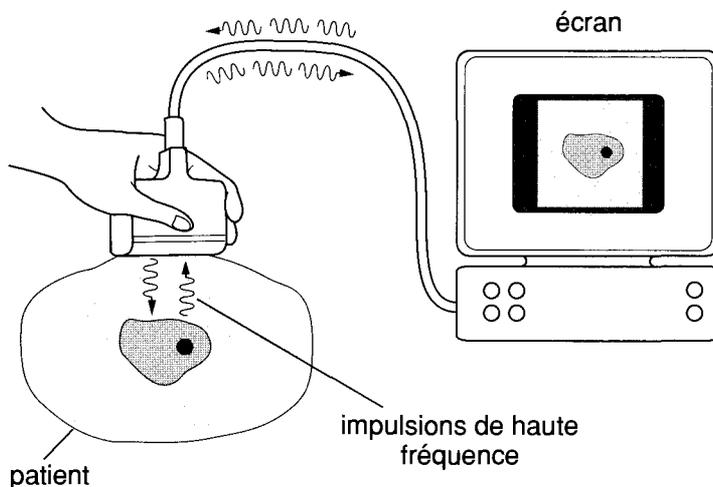
Les ondes ultra-sonores du type produit par les appareillages décrits ici ont une fréquence de 2 à 7,5 MHz (1 MHz = 1 000 000 de cycles par seconde). La durée de chaque pulsation est d'environ une microseconde (1 000 000 par seconde) et des groupes de pulsations se répètent environ 1 000 fois par seconde. Selon leur nature, les tissus modulent différemment les ondes ultra-sonores: certains les réfléchissent directement tandis que d'autres diffusent les ondes avant leur retour en échos au transducteur. La vitesse des ondes à travers les tissus est variable (par exemple, 1540 mètres par seconde à travers les tissus mous).



La fréquence des ultra-sons est de nombreuses fois plus élevée que celle des ondes sonores.

L'onde ultra-sonore réfléchie détectée par le transducteur réclame une amplification dans l'appareillage. Les échos provenant d'une région profonde du corps sont plus atténués que ceux provenant d'une région superficielle et nécessitent donc plus d'amplification. L'appareillage ultra-sonore dispose de systèmes de réglage qui peuvent modifier la sensibilité globale, le seuil de sensibilité, ainsi que l'amplification des échos selon les différentes profondeurs. Quel que soit l'appareillage utilisé, il est nécessaire de parvenir à une image équilibrée, comportant des échos d'intensité égale pour toutes les profondeurs des tissus.

Lors du retour des échos à la sonde, il est possible de reconstruire une image bi-dimensionnelle de tous les tissus traversés par le rayonnement. Les informations sont stockées dans une mémoire et traduites en images sur un écran vidéo (télévision). Les échos intenses sont dits "de haute intensité" et apparaissent comme des points brillants sur l'écran.



Ce manuel ne concerne que les ultra-sons utilisés pour le diagnostic médical et non ceux employés pour d'autres usages: ceux-ci nécessitent un appareillage entièrement différent.

## Générateurs d'ultra-sons

Les ondes ultra-sonores sont produites par un transducteur piézo-électrique qui est capable de transformer un signal électrique en ondes mécaniques (ultra-sons). Le même dispositif peut aussi recevoir les ultra-sons réfléchis et les transformer en retour en signal électrique. Les transducteurs sont à la fois des émetteurs et des récepteurs d'ultra-sons.

## Les différents modes d'échographie

Des modes variés traduisent les échos de retour de différentes façons.

1. **Mode-A.** Avec ce type d'appareillage échographique les échos sont visualisés sous forme de pics et on peut mesurer la distance entre deux structures différentes (Fig. 1a). Ce procédé n'apparaît pas habituellement sur l'écran mais c'est la même information qui est utilisée pour la reconstruction de l'image bi-dimensionnelle du mode B.

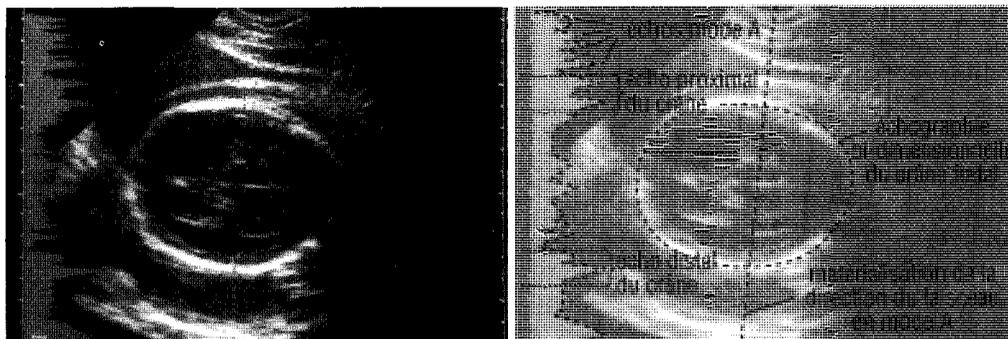
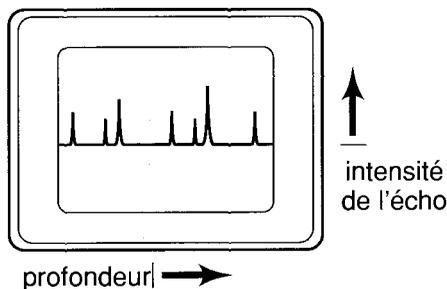


Fig. 1a. Examen en mode A: la position des pics montre la profondeur de la structure réfléchissante. La hauteur indique l'intensité de l'écho.

2. **Mode-B.** Ce type d'image montre tous les tissus traversés par le faisceau d'ultra-sons. Les images sont en deux dimensions et appelées "images" ou "coupes" en mode B (Fig. 1b). Si de multiples images du mode B se succèdent en séquence rapide, elles deviennent des images en temps réel.

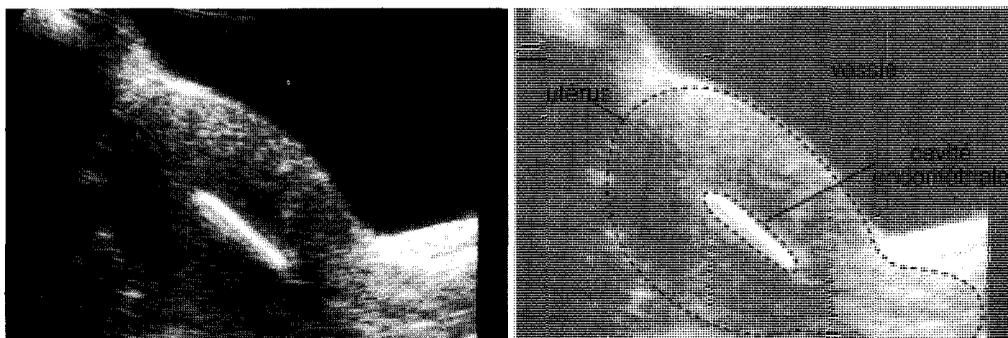
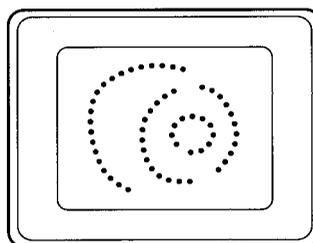


Fig. 1b. Coupe en mode B: les échos sont traduits par des points brillants qui montrent la situation de la structure réfléchissante sur une image bidimensionnelle.

3. **Temps réel.** Ce mode objective les mouvements en montrant les images de la partie du corps située sous le transducteur à mesure que progresse l'examen. Les images se modifient à chaque déplacement de la sonde ou lorsque les tissus sont mobiles (par exemple, les mouvements d'un fœtus, les pulsations des artères). Le mouvement est perçu sur l'écran en temps réel au moment où il se produit. Dans la plupart des appareillages en temps réel, il est possible de "geler" l'image de l'écran, ce qui la rend permanente et immobile, et permet de l'étudier et d'effectuer des mesures.

4. **Mode-M.** C'est une autre méthode pour visualiser le mouvement. Le résultat en est une ligne avec des ondulations. Ce mode est essentiellement utilisé pour l'examen ultra-sonore du coeur (Fig. 1c).

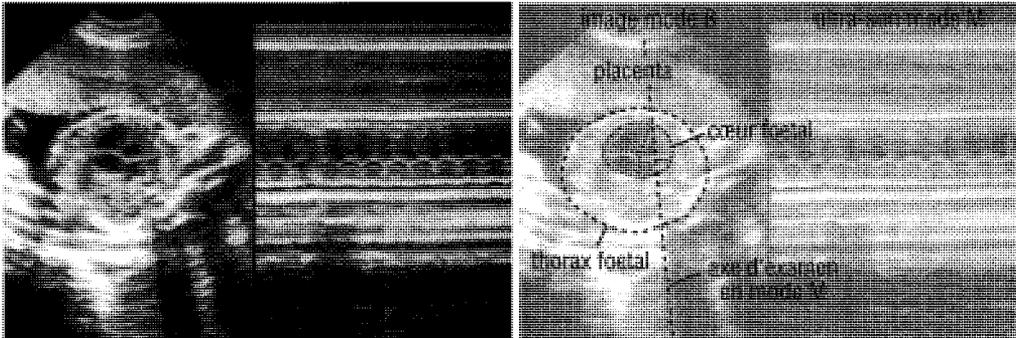
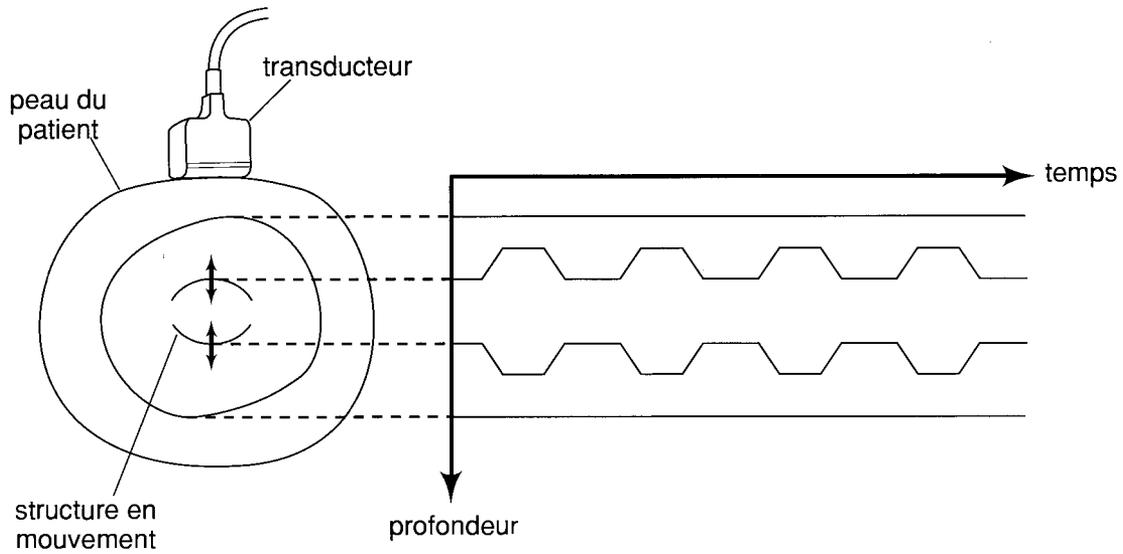


Fig. 1c. Echographie en mode-M: le mouvement d'une partie du corps, comme le cœur foetal est représenté en fonction du temps.

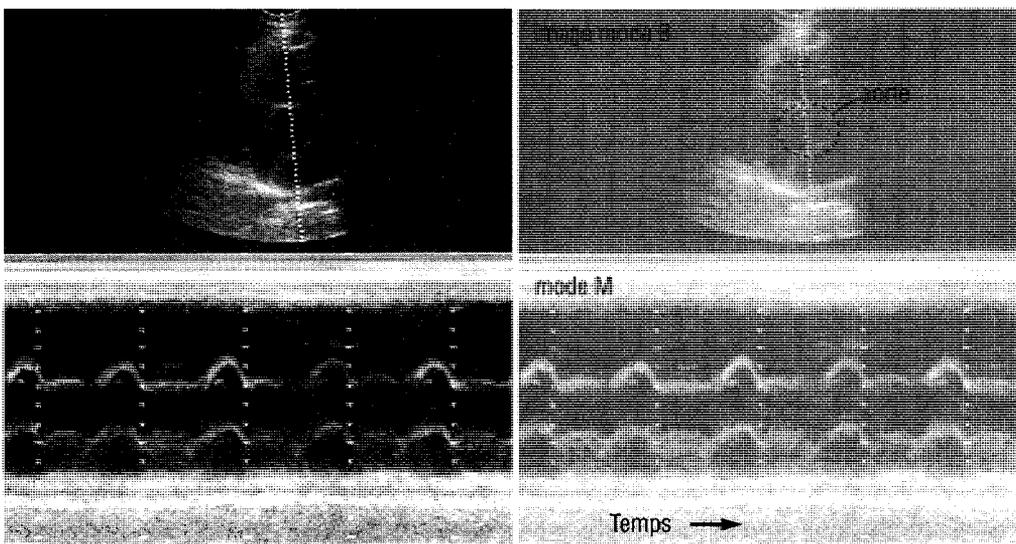


Fig. 1d. Echographie de l'aorte en mode-M.

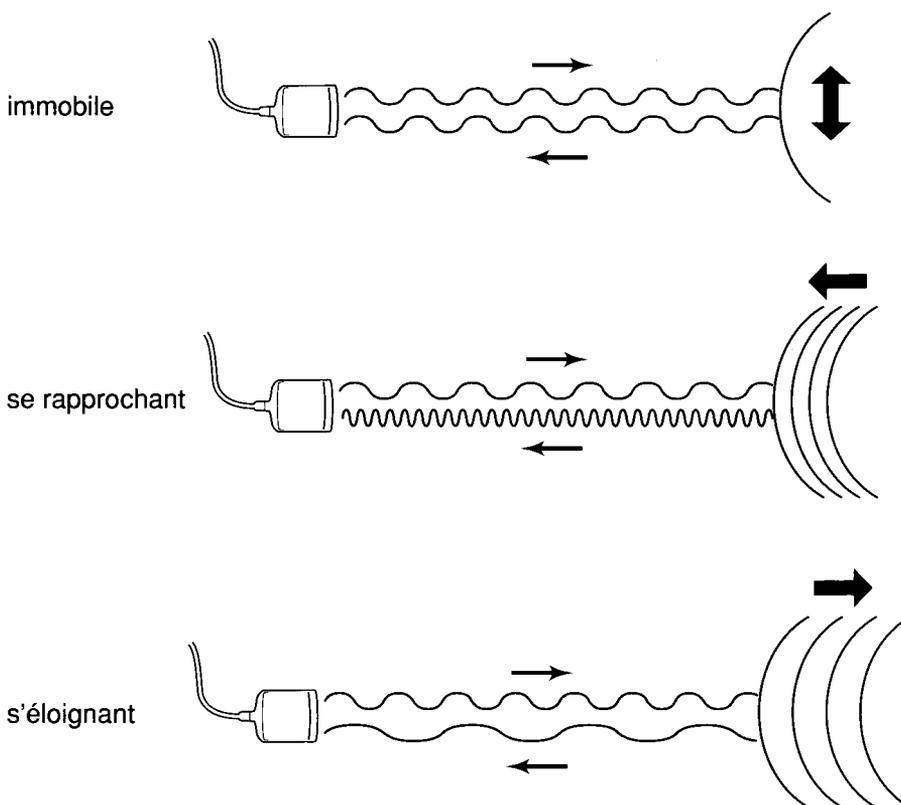
## Echographie Doppler

Les circuits électroniques destinés à l'écho-Doppler ne sont pas inclus dans le concept de base des échographes d'usage général. Ils peuvent être fournis sous forme d'un équipement annexe, peu coûteux, mais avant d'en décider l'acquisition, étudiez ce chapitre et examinez si elle est justifiée par le nombre de malades porteurs d'une maladie vasculaire accessible au traitement et pouvant bénéficier de la méthode.

**Avez-vous besoin d'un Doppler ? Lire et étudier avec soin. La dépense est-elle justifiée ?**

### L'effet Doppler

Quand un faisceau d'ultra-sons est transmis en direction d'un réflecteur immobile, les ondes réfléchies (les échos) ont la même fréquence que l'onde émise à l'origine. Par contre, si le réflecteur est en mouvement vers l'émetteur la fréquence de l'onde réfléchie est supérieure à celle de l'onde émise. A l'inverse, si le réflecteur s'éloigne de l'émetteur la fréquence de l'onde réfléchie est inférieure à celle émise.



La différence entre la fréquence émise et celle reçue est proportionnelle à la vitesse avec laquelle le réflecteur s'éloigne ou se rapproche de l'émetteur. Ce phénomène est appelé "effet Doppler" et la différence entre les fréquences est appelé "décalage Doppler".

**Un déplacement en direction de l'émetteur augmente la fréquence réfléchie.**

### Utilisation clinique d'un appareillage Doppler

Bien qu'un appareil Doppler peu coûteux puisse être utilisé pour détecter les battements du cœur foetal, ceux-ci sont mieux visualisés par l'échographie en temps réel. Le Doppler peut être employé pour l'étude de la circulation du sang dans les vaisseaux périphériques de l'adulte, mais dans beaucoup de pays, le nombre des malades justiciables de cet examen est relativement faible; la dépense supplémentaire ne peut donc se justifier au titre d'un appareillage à ultra-sons d'usage général.

Avec l'effet Doppler, il est possible de détecter et de mesurer la vitesse de circulation d'un fluide comme le sang. Dans le sang, les réflecteurs mobiles élémentaires sont les globules rouges. Pour mesurer ce mouvement, il existe deux modèles de base d'appareillage de type Doppler, le Doppler à onde continue et le Doppler à onde pulsée (Doppler pulsé-DP).

1. **Dans un appareil Doppler à onde continue**, l'émission d'ultra-sons est permanente; l'appareil mesure avec précision des vitesses élevées, mais il n'y a pas de résolution en profondeur: tous les mouvements observés dans l'axe du faisceau d'ultra-sons sont enregistrés simultanément.
2. **Dans un appareil DP**, les ultra-sons sont transmis dans l'organisme sous forme de trains d'ondes, avec une bonne résolution en profondeur. On peut entreprendre de mesurer directement la vitesse du sang dans un vaisseau donné (Fig. 2a). L'inconvénient est de ne pouvoir mesurer des vitesses de circulation élevées dans les vaisseaux profonds; d'autre part de grandes vitesses peuvent être enregistrées à tort comme de basses vitesses (artefact d'ambiguïté) (Fig. 2b).

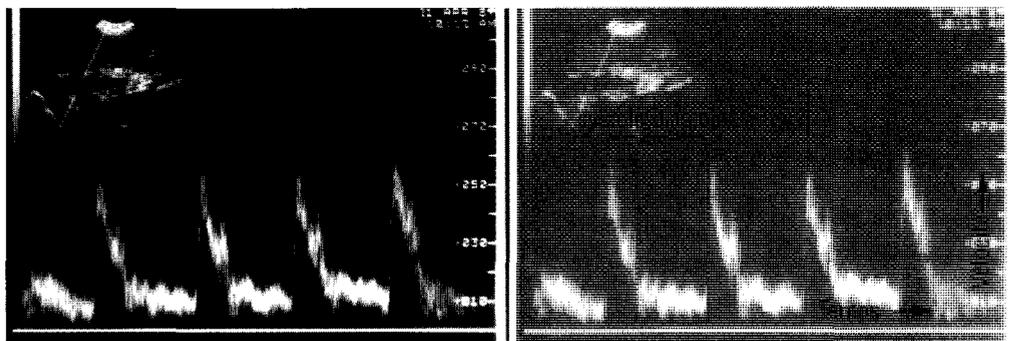


Fig. 2a. Doppler pulsé montrant le flux sanguin juste au dessus de la bifurcation aortique.

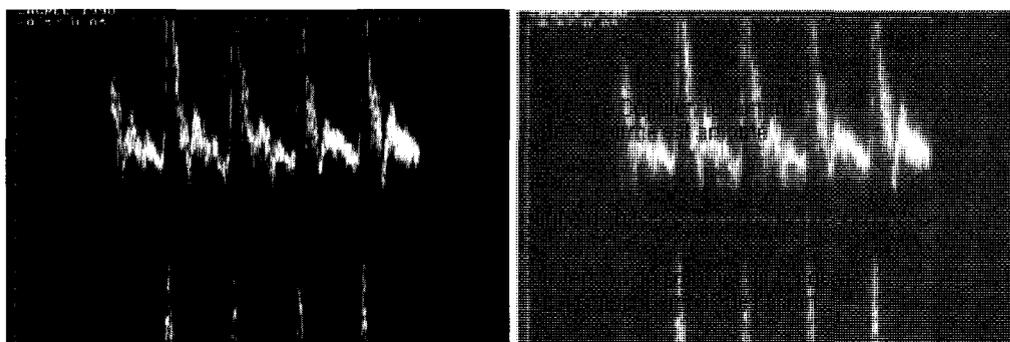


Fig. 2b. Ambiguïté Doppler: le pic de chaque onde apparaît sous la ligne de base indiquant un courant sanguin inversé. Cet artefact d'ambiguïté survient quand la fréquence de répétition des trains d'ondes n'est pas suffisamment élevée pour mesurer la vitesse élevée de la structure réfléchissante.

3. **Dans un appareil Doppler couleur** (un perfectionnement du principe précédent) la distribution et la direction du courant sanguin sont visualisées sous forme d'images bi-dimensionnelles au niveau desquelles des couleurs différentes caractérisent les vitesses.
4. **Dans un système Duplex Doppler**, un vaisseau sanguin est visualisé par l'imagerie en mode-B, tandis que le flux sanguin est mesuré par échographie Doppler. Cette combinaison du mode-B et d'un système Doppler permet de diriger avec plus de précision le faisceau Doppler sur un vaisseau particulier (Fig. 2c,d).

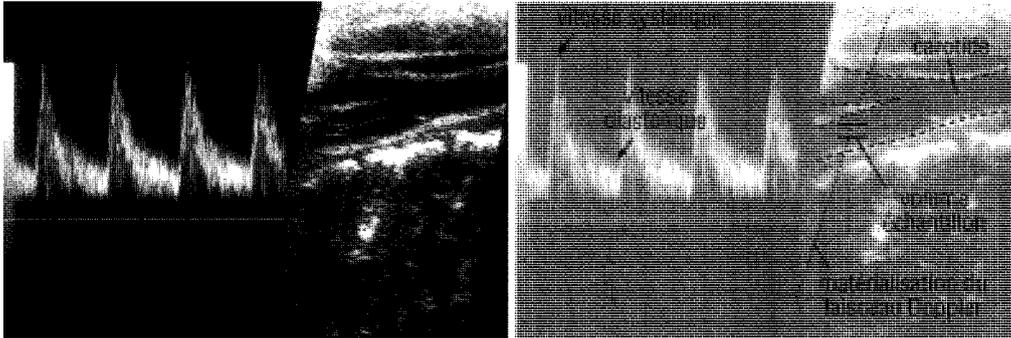


Fig. 2c. Image Duplex Doppler de l'artère carotide interne. A gauche, le spectre vélocimétrique Doppler montre que le courant sanguin circule en direction du transducteur. Si le courant sanguin s'éloignait du transducteur, le spectre serait inversé. La ligne est ondulée car la vitesse du sang se modifie durant le cycle cardiaque. A droite, image en mode-B montrant l'endroit où le courant sanguin a été enregistré.

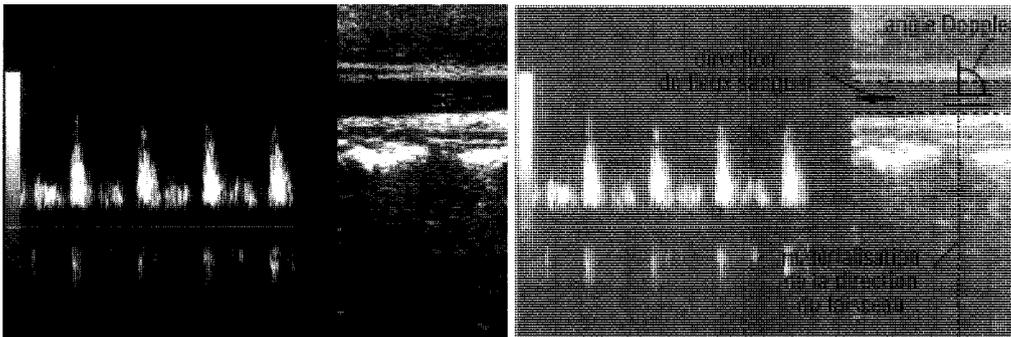
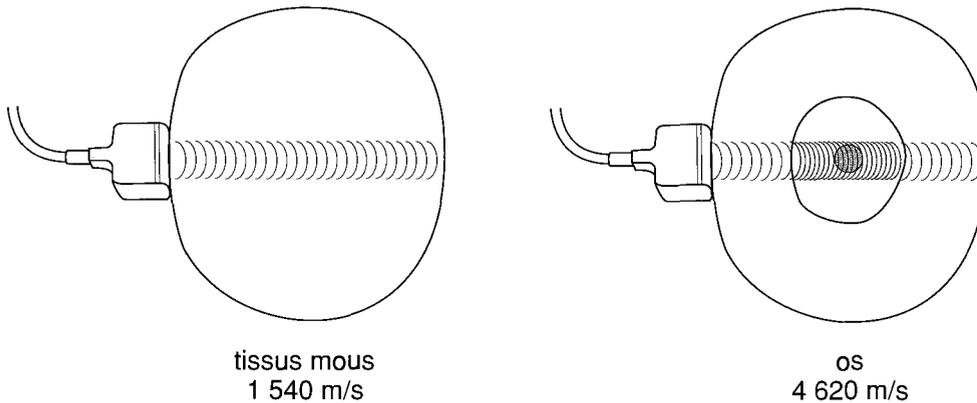


Fig. 2d. Un angle d'abord incorrect peut être une source d'erreur. Voici l'artère carotide primitive du malade de la Fig. 2c, mais explorée sous un angle voisin de  $90^\circ$ . Résultat: le flux sanguin paraît perturbé, alors qu'il était, en réalité, tout à fait normal. L'angle était mauvais, pas le flux sanguin.

## Propagation de l'onde ultra-sonore

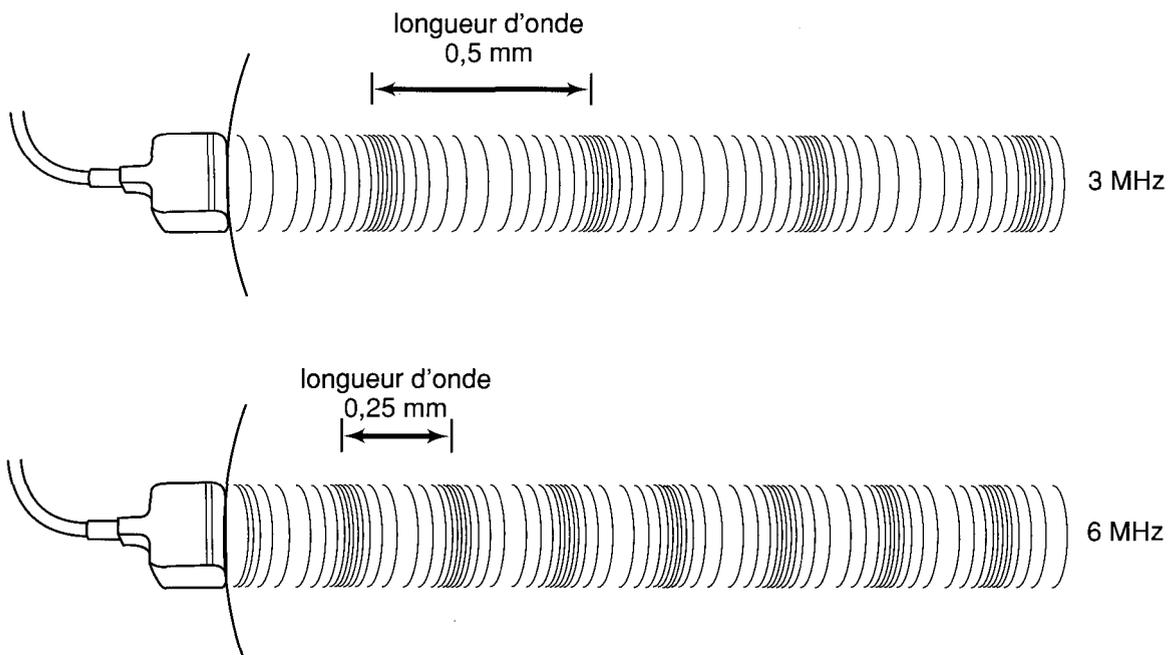
Ce paragraphe traite de la transmission et de la propagation des ondes ultra-sonores dans les différents tissus. Les différences d'interaction des ultra-sons avec les tissus ont un impact sur la conception d'un appareillage ultra-sonore, influencent l'interprétation des images et imposent des limitations à la validité de la méthode.

Les ondes ultra-sonores se propagent comme des ondes longitudinales dans les tissus mous. Les molécules vibrent, se transmettant mutuellement leur énergie, de telle sorte que l'énergie ultra-sonore se propage à travers l'organisme. La vitesse moyenne de propagation dans les tissus mous est de 1 540 mètres par seconde.



## Longueur d'onde

La longueur d'onde des ultra-sons est inversement proportionnelle à leur fréquence. Plus la fréquence est élevée, plus courte est la longueur d'onde. Par exemple, un ultra-son de 3 MHz a une longueur d'onde de 0,5 mm dans les tissus mous tandis qu'un ultra-son de 6 MHz a une longueur d'onde de 0,25 mm. Plus courte est la longueur d'onde, meilleure est la résolution, donnant une image plus nette et plus de détails sur l'écran. Néanmoins la longueur d'onde affecte le mode de transmission des ondes à travers les tissus (voir "Atténuation" p. 11).



## Focalisation

Les ondes ultra-sonores peuvent être focalisées, soit par des lentilles ou des miroirs, soit par un dispositif électronique dans les transducteurs. Un fin faisceau lumineux éclaire plus nettement un objet qu'un large faisceau dispersé non focalisé; il en va de même pour un faisceau d'ultra-sons focalisé. Un étroit faisceau construit l'image d'une mince coupe de tissu et fournit ainsi plus de détails. Pour obtenir les meilleurs résultats il est nécessaire de réaliser la focalisation à la profondeur la plus significative en fonction d'un problème clinique particulier. Pour les examens de pratique courante, cela suppose l'utilisation de modèles différents de transducteurs pour les différents usages et le réglage de la focalisation sur l'appareillage selon les besoins (Fig. 3).

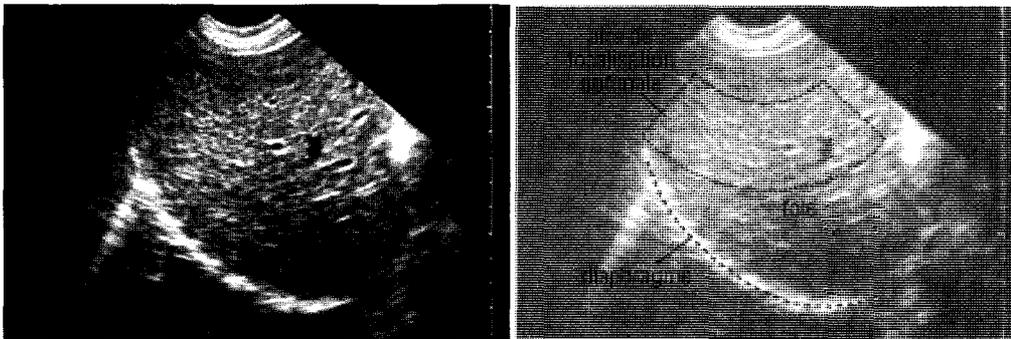
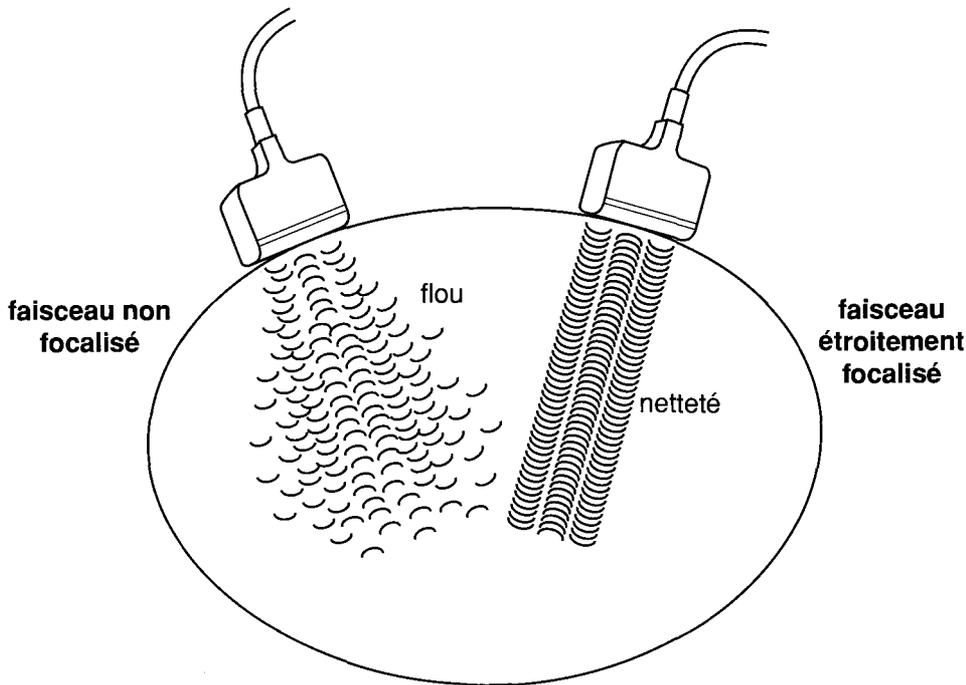


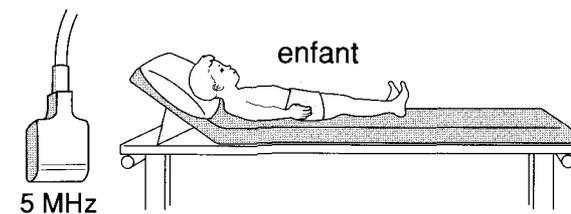
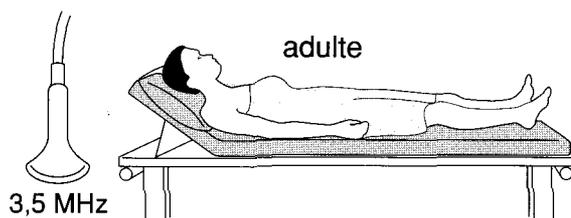
Fig. 3. Le centre de cette image est dans la zone de focalisation alors que la périphérie ne l'est pas.

### Focale variable

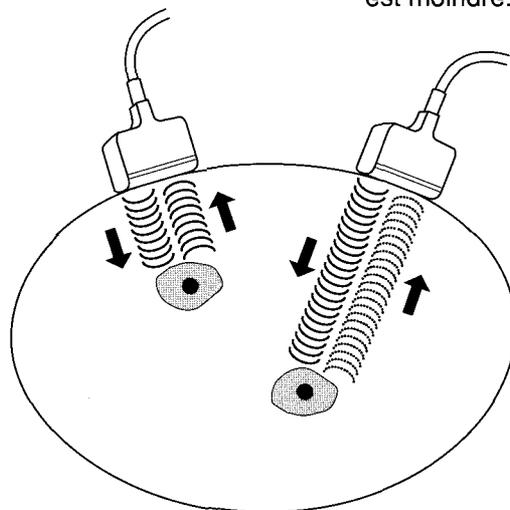
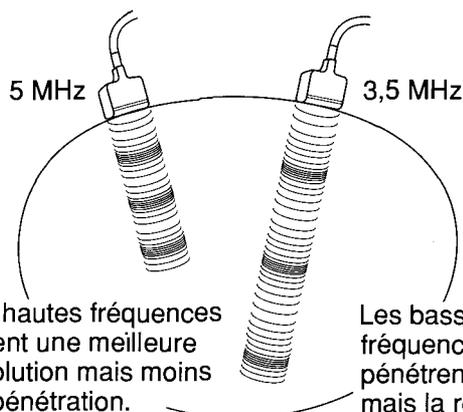
Beaucoup de transducteurs (sondes) ont une focalisation fixée, déterminée. Des transducteurs composites comme les barettes linéaires, ou convexes ou des sondes sectorielles annulaires (voir p. 14-15) ont une distance focale électroniquement variable qui peut être réglée à la profondeur voulue. Néanmoins la plupart des sondes ont une distance focale fixe au moins dans un plan: seules les sondes sectorielles ont un foyer électroniquement réglable dans tous les plans. Une focalisation bien réglée fournit un faisceau acoustique étroit et une coupe plus fine: ceci entraîne une meilleure résolution des détails, une image plus nette contenant plus d'informations.

## Atténuation (Absorption)

Les tissus de l'organisme absorbent et diffusent les ultra-sons de différentes façons. Les fréquences les plus élevées sont plus facilement absorbées et diffusées (atténuées) que les fréquences plus basses. Ainsi pour pénétrer plus profondément dans les tissus, il est nécessaire d'utiliser des basses fréquences: ainsi les ondes sont-elles moins exposées à la dispersion au cours de leur traversée des différentes structures. En pratique, il est préférable d'utiliser une fréquence d'environ 3,5 MHz pour l'exploration profonde de l'adulte, ou une fréquence de 5 MHz ou plus - si elle est disponible - pour l'examen du corps plus mince de l'enfant. Les fréquences de 5 MHz et plus conviennent également à l'exploration des organes superficiels de l'adulte.



**Les fréquences plus élevées montrent plus de détails mais pénètrent moins bien.**



## Amplification

Les échos provenant des structures profondes sont moins intenses que ceux des tissus plus superficiels: ils doivent donc être amplifiés de façon différenciée par l'appareillage. Ceci est réalisé par l'amplificateur de compensation du gain (en anglais: compensation du gain relative au temps de propagation, "time-gain compensation" on TGC). Ainsi est-il possible, avec tous les appareillages, de faire varier le degré d'amplification, de façon à compenser l'atténuation des ultra-sons dans les différentes parties du corps en améliorant la qualité de l'image finale (Fig. 4).

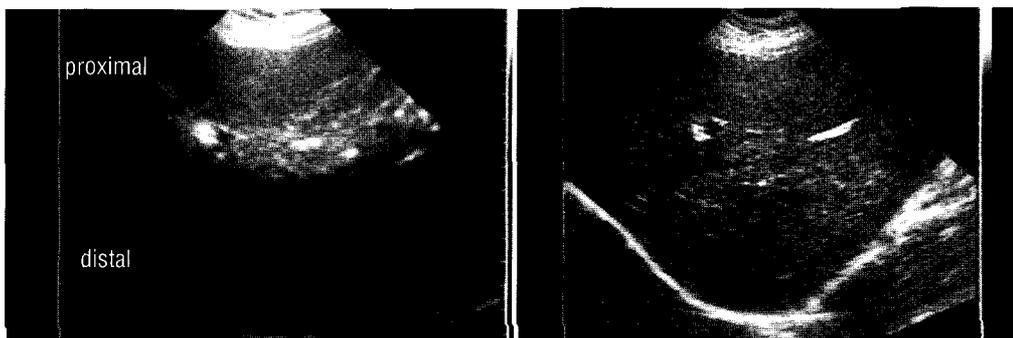
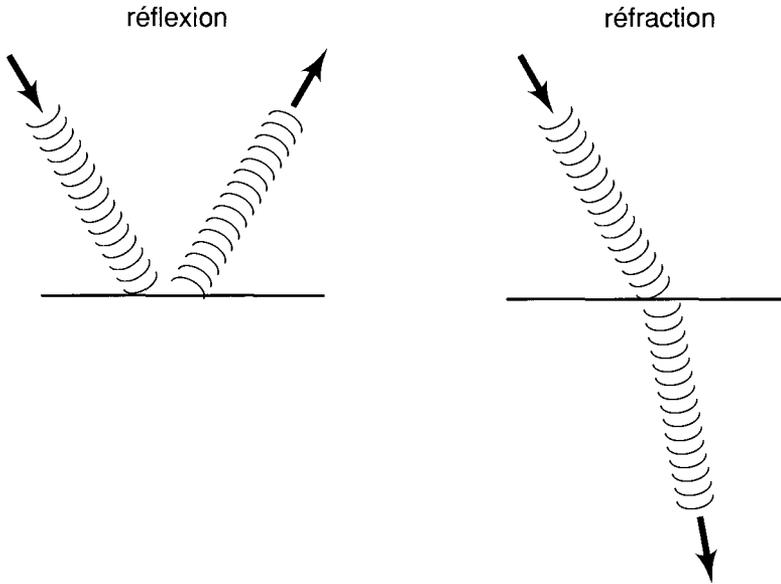


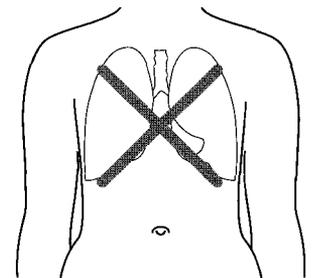
Fig. 4. A gauche, le gain distal est trop faible et aucun écho ne revient des tissus profonds. A droite, le gain a été compensé et les échos sont de même intensité dans toute la coupe.

## Limites

Les ultra-sons peuvent être réfléchis ou réfractés (modification du trajet) lorsqu'ils rencontrent la limite entre différents tissus: la réflexion signifie que les ondes sont renvoyées en arrière; la réfraction, qu'elles changent de direction sans être nécessairement réfléchies (voir aussi p.13 et p.27).



L'interaction des tissus avec les ultra-sons est extrêmement variable. Par exemple, le squelette, les gaz intestinaux et le thorax se comportent très différemment des tissus mous. Quand les ondes ultra-sonores rencontrent un os ou un gaz dans l'organisme, ils sont réfléchis et réfractés d'une manière significative. Ainsi, est-il habituellement impossible d'utiliser efficacement les ultra-sons en cas d'abondance de gaz dans l'intestin: lors de l'examen du pelvis, la vessie doit être aussi remplie que possible pour écarter les intestins du faisceau US. En raison de cette propriété de l'air, les poumons normaux ne peuvent faire l'objet d'un examen US; mais le liquide pleural ou une masse en contact avec le gril costal peut être visualisée.



Le squelette réfléchit si intensément les ultra-sons que la structure interne de l'os ou de tissus notablement calcifiés ne peut être étudiée tandis qu'il existe en arrière une ombre acoustique (Fig. 5) (voir p.35).

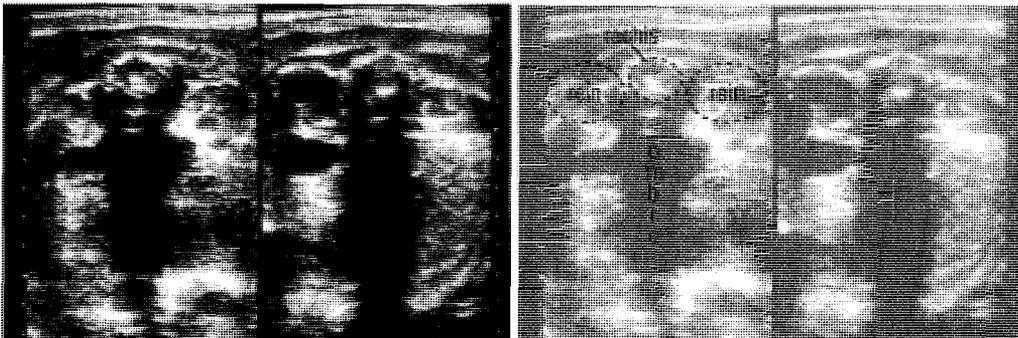
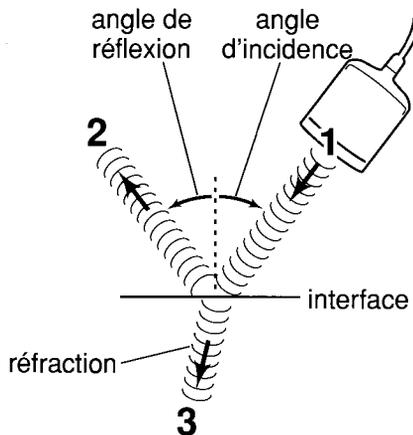


Fig. 5. Deux coupes transverses à travers un foetus montrant les ombres provoquées par le rachis foetal. Des ombres du même ordre provenant des côtes peuvent masquer des zones de reins ou de foie. La modification de l'angle de coupe déplace l'ombre de telle sorte que les tissus sous-jacents deviennent nets (voir p. 28).

Une fraction de l'onde incidente (1) est réfléchi (2) sous un angle égal à l'angle d'incidence. Une autre fraction traverse l'interface (3) et est réfractée, c'est à dire qu'elle se propage sous un angle différent de l'angle d'incidence. Plus grande est la différence entre les impédances acoustiques de chaque tissu, et plus importante sera la fraction réfléchi. Plus important est le rapport des vitesses de propagation, plus importante est la réfraction. En pratique, ce phénomène est le plus important quand l'angle d'incidence est nul, c'est à dire quand l'onde ultra-sonore frappe l'interface perpendiculairement.



Si la zone bordante à l'origine de la réflexion est beaucoup plus épaisse que la longueur d'onde (par exemple 10 ou 20 fois plus) elle se comporte comme un miroir et on la dénomme "réflecteur en miroir".

Le squelette foetal, le diaphragme, les parois des vaisseaux et les tissus conjonctifs sont des exemples de réflecteurs en miroir (Fig. 6).

Les ondes ultra-sonores sont diffusées quand l'épaisseur des réflecteurs (diffuseurs) est inférieure à la longueur d'onde de l'ultra-son. Seule une petite fraction de l'onde ultra-sonore est diffusée en arrière en direction de son origine.

Le foie, et le parenchyme rénal sont des exemples de milieux diffuseurs.

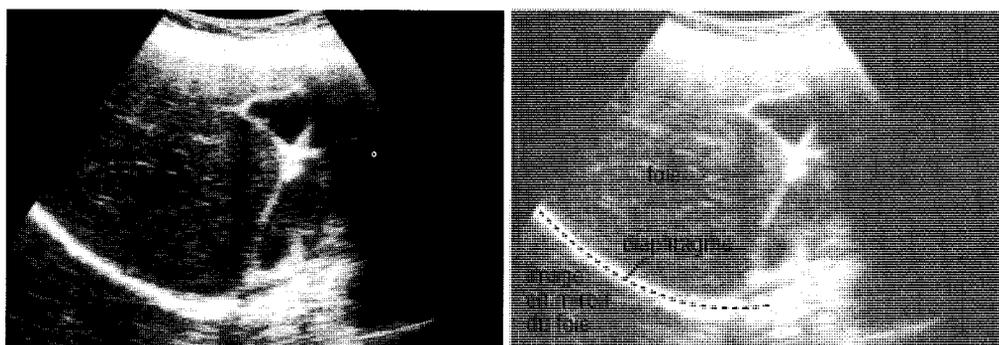
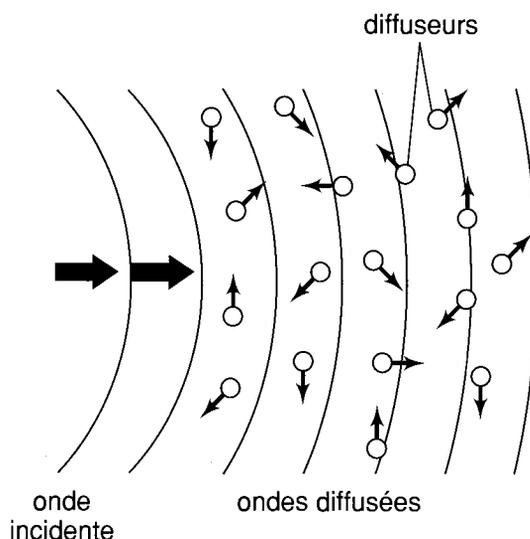


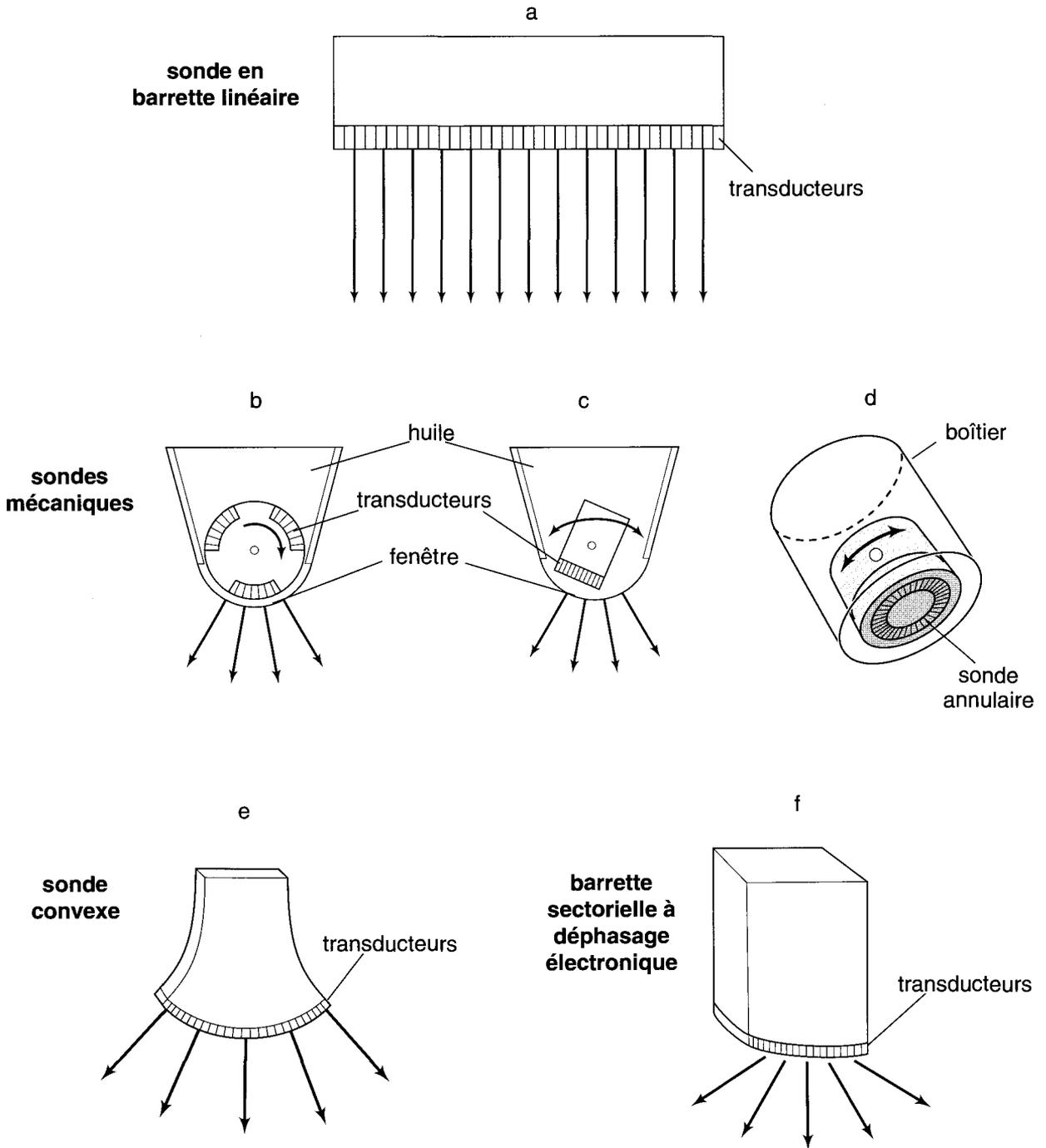
Fig. 6. Coupe sagittale du foie: il existe une intense réflexion (en miroir) provenant du diaphragme, qui est un réflecteur si puissant que l'image du foie se répète derrière lui. Les ondes ultra-sonores traversent le foie, tout d'abord lors de la transmission, puis une nouvelle fois après réflexion sur le diaphragme, puis encore à partir des interfaces tissulaires.

C'est en raison de ces effets d'interface qu'un agent de couplage doit être utilisé pour l'examen, pour éviter à une couche d'air d'être piégée entre la peau et le transducteur, érigeant une barrière à l'onde ultra-sonore.



## Transducteurs (sondes)

Le transducteur est l'élément le plus coûteux de l'échographie. La sonde renferme un ou plusieurs transducteurs qui génèrent les impulsions ultra-sonores et reçoivent les échos en retour pendant l'examen. Chaque sonde est focalisée à une profondeur déterminée. Le faisceau d'ultra-sons émis varie dans sa forme et ses dimensions selon le type de sonde et de générateur.



## Forme du champ échographique suivant les différents types de sondes

1. **Sonde en barrette linéaire.** L'image réalisée par ce type de sonde est rectangulaire. C'est en obstétrique qu'elles sont le plus utiles ainsi que pour l'examen du sein et de la thyroïde (Fig. 7a).

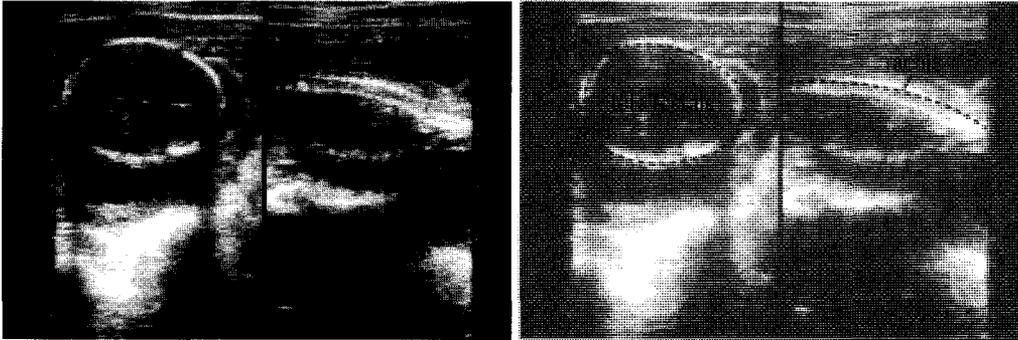
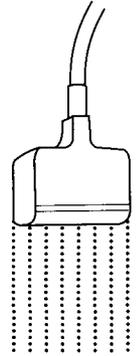


Fig. 7a. L'image rectangulaire d'une sonde à barrette linéaire.



2. **Sonde sectorielle.** Ses coupes ont la forme d'un éventail, presque triangulaire et naissent d'une très petite fenêtre acoustique. Ces sondes sont utilisées quand la zone d'accès est petite. Elles sont les plus utiles pour la partie supérieure de l'abdomen et pour les examens gynécologiques et cardiologiques (Fig. 7b).

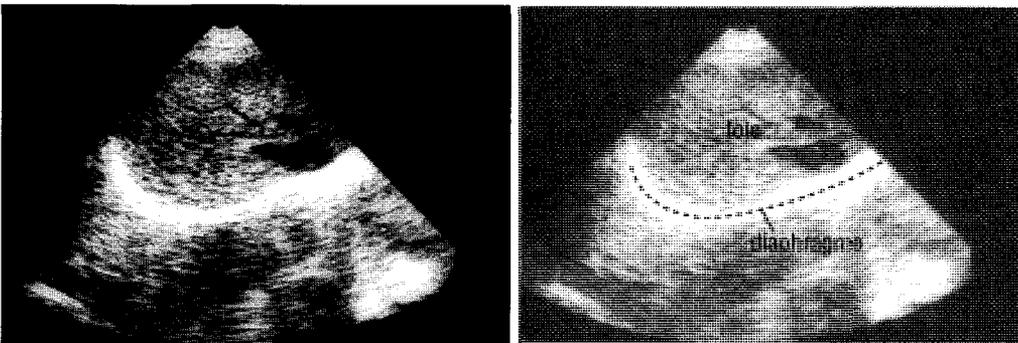
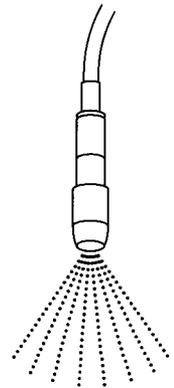


Fig. 7b. L'image en forme d'éventail d'une sonde sectorielle.



3. **Sonde convexe.** Elle réalise des images intermédiaires entre les sondes linéaires et les sondes sectorielles et sont donc utiles pour toutes les parties du corps sauf pour l'échographie spécialisée (Fig. 7c).

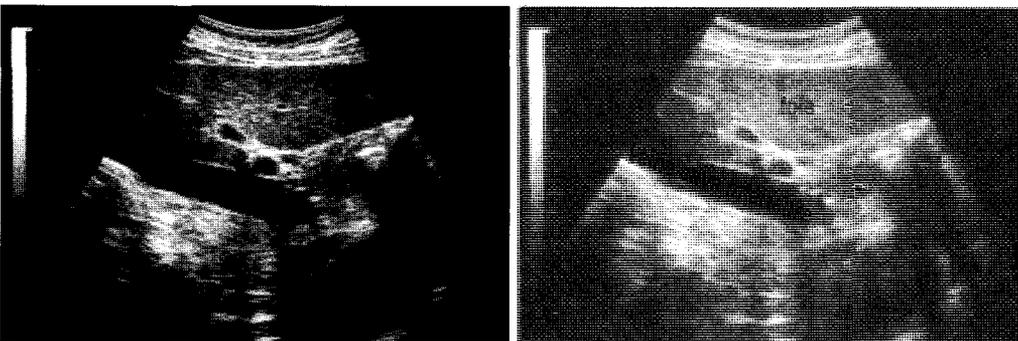
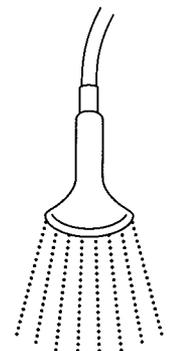


Fig. 7c. La grande image en forme d'éventail au sommet courbé et large construite par une barrette convexe.



## Résumé

<b>Mode-A:</b>	Des pics et les distances. Pas souvent utilisé.
<b>Mode-B:</b>	Images bi-dimensionnelles dans lesquelles l'amplitude de l'écho se traduit par des points de brillance différente.
<b>Temps réel:</b>	Montre le mouvement pendant qu'il se produit.
<b>Mode-M:</b>	Montre le mouvement en fonction du temps. Utilisé pour les examens cardiaques.
<b>Doppler:</b>	Démontre et mesure le courant sanguin.
<b>Doppler couleur:</b>	Traduit les différentes vitesses du flux par différentes couleurs.

## **CHAPITRE 2**

# **Choix d'un appareil à ultra-sons**

**L'écran 18**

**L'échographe 18**

**Entretien de l'appareil 18**

**Quels réglages effectuer sur l'appareil? 18**

**Enregistrement de l'image 19**

**Choix d'un transducteur approprié 20**

**Equipement d'une salle d'échographie 21**

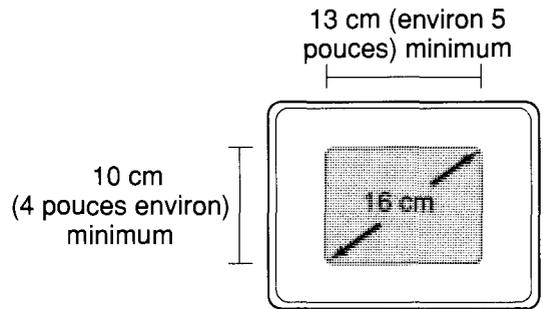
**Quelle prise de courant électrique faut-il? 21**

**Livraison de l'appareil 22**

Choisissez un appareil adapté aux types d'examen dont votre hôpital a besoin: il n'y a pas de raison d'acheter des accessoires ou des gadgets qui ne seraient pas utilisés très souvent. L'appareil doit au moins répondre aux spécifications données en Annexe (p. 321). En dehors de ces spécifications techniques quelques règles de base doivent être suivies lors du choix d'un appareillage.

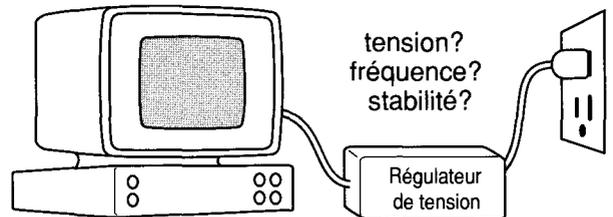
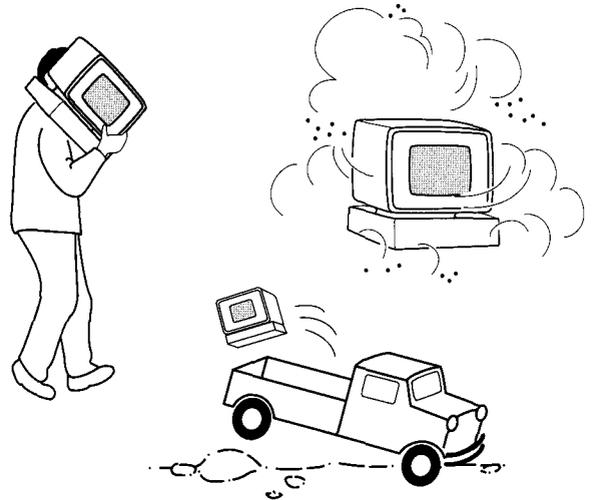
## L'écran

L'écran de visualisation doit mesurer au moins 13 x 10 cm (ou environ 16 cm de diagonale).



## L'échographe

1. L'appareil doit être mobile et assez léger pour être porté à la main sur 100 mètres.
2. L'appareil doit pouvoir être utilisé dans les conditions climatiques locales c'est-à-dire être étanche à la poussière ou capable de fonctionner sous des températures élevées ou basses selon le cas.
3. L'appareil doit être assez robuste pour résister aux transports et aux conditions d'entreposage. Il ne doit pas être endommagé par les secousses dans un avion ou un véhicule sur mauvaise route.
4. L'appareil doit fonctionner d'une manière satisfaisante avec la source d'énergie dont dispose l'hôpital ou la clinique où il va être utilisé. Cette exigence doit être vérifiée et re-vérifiée avant d'accepter l'appareil. Il doit être compatible avec la tension et la fréquence du réseau local et capable de réguler les fluctuations de l'alimentation électrique.



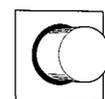
## Entretien de l'appareil

Un service de maintenance doit être disponible à une distance raisonnable. Il peut être sage de faire l'achat d'un appareil semblable aux autres déjà en service dans la région de manière à disposer d'un expert compétent et de pièces de rechange.

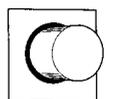
## Quels réglages effectuer sur l'appareil?

L'appareillage à ultra-sons doit être équipé d'un écran de visualisation (TV) et pour régler les images, il faut:

1. Un réglage de la sensibilité globale pour modifier la quantité d'information sur l'écran vidéo.
2. Un réglage séparé de l'intensité des échos de surface (proximaux) et des échos profonds (distaux). C'est le contrôle du gain proximal et du gain distal.
3. Un dispositif de "gel d'image" sur l'écran pour permettre son observation aussi longtemps que nécessaire.



gain proximal

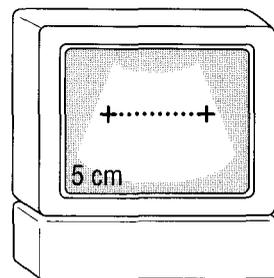


gain distal



gel d'image

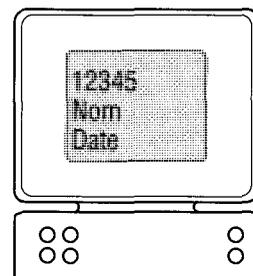
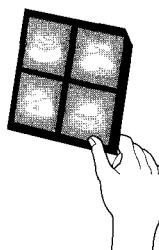
4. Un dispositif pour mesurer la distance entre 2 points de l'image. Il doit être électronique, constitué habituellement par 2 petits repères à positionner à chaque extrémité de la distance à mesurer. Cette distance doit s'afficher automatiquement en centimètres ou en millimètres sur l'écran. Il est utile de disposer de tables biométriques (pour l'obstétrique).



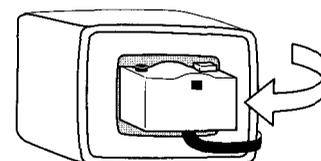
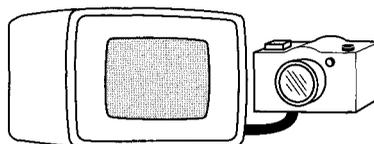
## Enregistrement de l'image

Il doit être possible d'inscrire électroniquement sur l'image le nom du patient et d'autres renseignements. Il est extrêmement souhaitable qu'un enregistrement des examens importants figure dans le dossier du malade. Il y a plusieurs manières d'y parvenir, de qualité et de prix de revient variables.

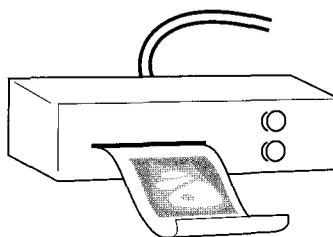
1. La meilleure, et la plus coûteuse méthode est l'enregistrement de l'image sur film radiographique. Cela demande une caméra spéciale, un système de développement pouvant nécessiter une chambre noire. On peut utiliser du film RX courant, mais les meilleurs résultats sont obtenus avec du film RX à couche unique qui est plus cher. L'image sur papier est moins coûteuse, mais pas toujours de la même qualité, (voir § 3 ci-dessous).



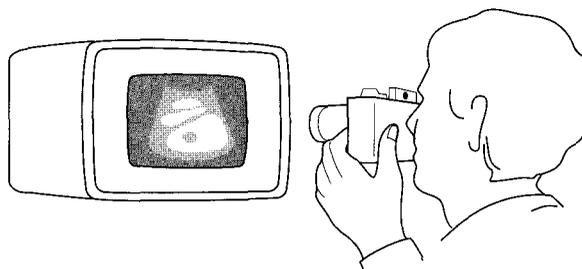
2. Une autre bonne méthode est onéreuse elle aussi. Elle nécessite une caméra avec film à auto-développement (type polaroid), spécialement conçue pour être fixée sur l'appareil. Caméra et films sont coûteux et les films ne sont pas toujours facilement disponibles. Néanmoins les résultats sont bons et le cliché peut être examiné presque immédiatement.



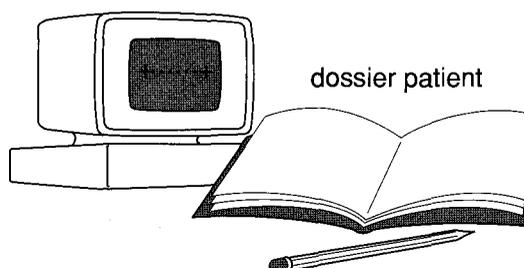
3. Il existe des enregistreurs capables d'imprimer l'image sur un papier spécial (ce qui revient moins cher que d'utiliser du film). Les images sont tout à fait satisfaisantes pour les examens courants, mais le papier doit être mis à l'abri d'une chaleur excessive et de la lumière.



4. L'image sur l'écran peut être photographiée sur film noir et blanc en utilisant la plupart des appareils reflex 35 mm. Une bonnette additionnelle peut être nécessaire. Le film est à développer et à traiter selon le mode habituel. Cela peut demander du temps surtout en milieu rural.



5. S'il n'est pas possible de disposer d'un système d'enregistrement les détails exacts des constatations et les mesures effectuées doivent être notées dans le dossier du malade lors de l'examen.

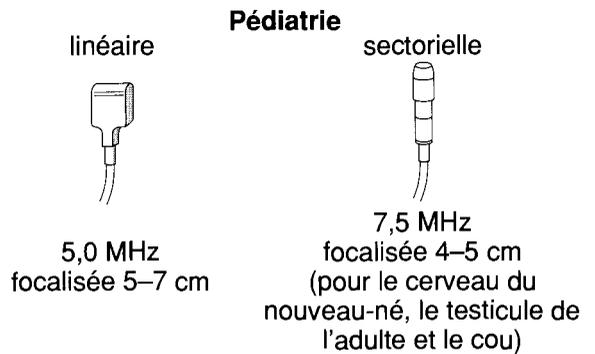
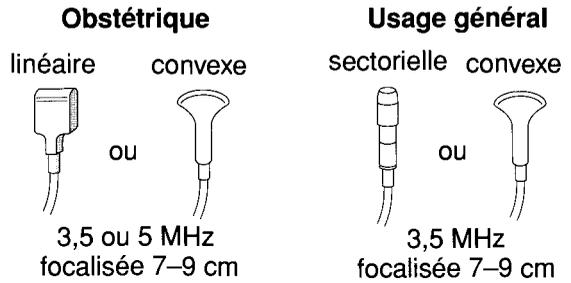


**Ne pas compter sur sa mémoire.**

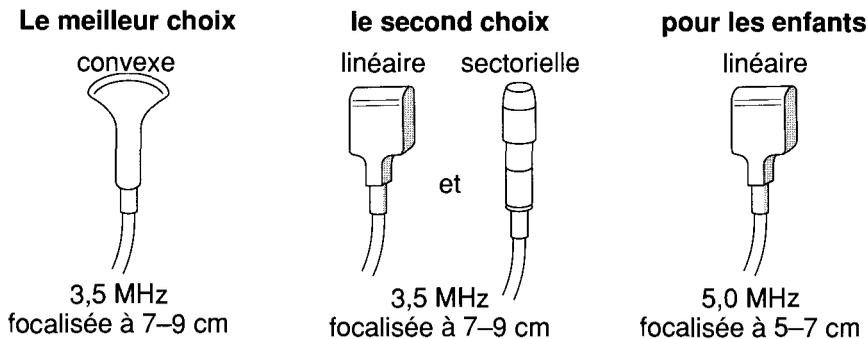
## Choix d'un transducteur approprié

Le meilleur transducteur d'usage général sera une sonde convexe de 3,5 MHz, focalisée à 7-9 cm. Si on peut disposer de ce type de sonde, il sera nécessaire de disposer à la fois d'une sonde linéaire et d'une sonde sectorielle de 3,5 MHz. Si on a à examiner des enfants et des adultes minces, une sonde supplémentaire de 5 MHz focalisée à 5-7 cm sera utile.

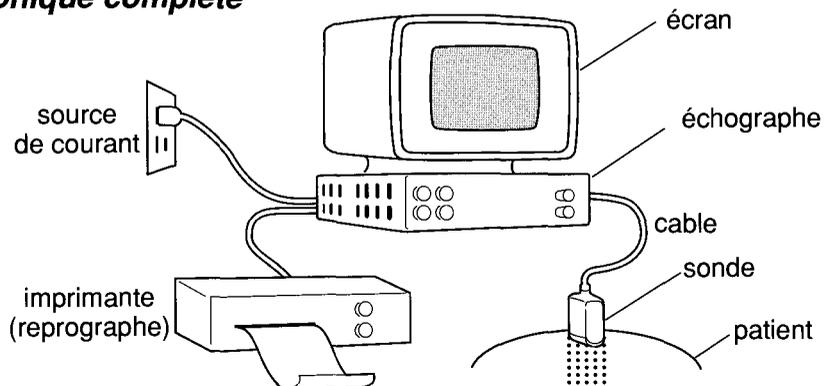
1. **Echographie obstétricale.** Si la plupart des échographies consistent en examens d'obstétrique générale, la sonde doit être linéaire ou convexe, de 3,5 ou 5 MHz, focalisée à 7-9 cm. Si on ne peut se procurer qu'une sonde, choisir une 3,5 MHz. La sonde de 5 MHz est plus adaptée aux premiers stades de la grossesse, la sonde de 3,5 MHz au stade tardif.
2. **Echographie générale.** Si les examens doivent porter sur la partie supérieure de l'abdomen des adultes et sur le pelvis, ainsi que l'obstétrique, une sonde sectorielle ou convexe de 3,5 MHz focalisée à 7-9 cm est la plus souhaitable.
3. **Echographie pédiatrique.** Pour les enfants une sonde de 5,0 MHz focalisée à 5-7 cm est nécessaire. Si on doit effectuer des échographies du cerveau du nouveau-né, alors une sonde sectorielle de 7,5 MHz focalisée à 4-5 cm sera nécessaire (et pourra être utilisée pour le testicule de l'adulte et le cou).



## Résumé



## Installation échographique complète



## Equipped d'une salle d'échographie.

**Aucune protection n'est nécessaire.**

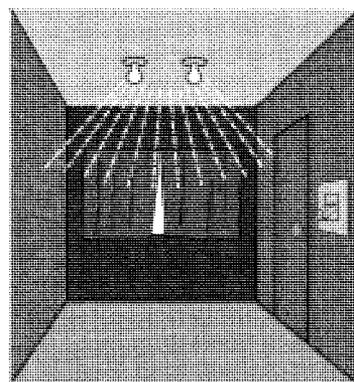
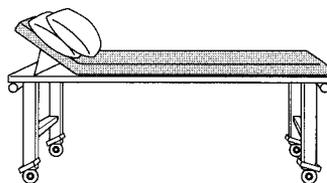
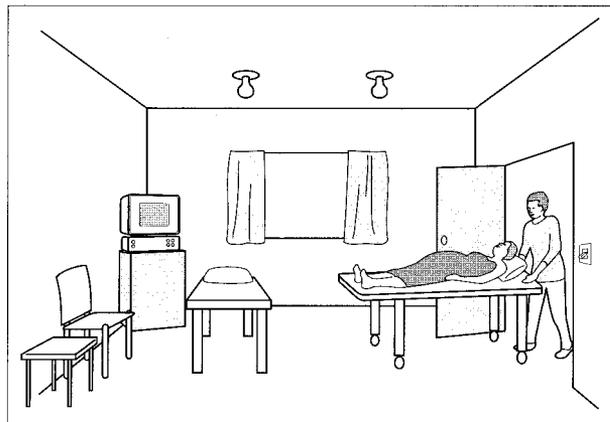
Un échographe n'émet aucune radiation dangereuse et tout matériau peut convenir pour les murs. Néanmoins la pièce doit être maintenue au sec et à l'abri de la poussière.

La salle doit être assez grande pour y loger l'appareil, un lit d'examen, une chaise, une petite table ou un bureau. Elle doit être assez large pour permettre l'entrée d'un chariot et le transfert du malade sur le lit d'examen. Il doit y avoir une porte pour assurer l'intimité.

Le lit d'examen doit être ferme mais confortable et il doit être possible d'en soulever l'extrémité pour que le malade repose confortablement. Si ce lit a des roulettes, il doit y avoir de bons freins. On doit pouvoir disposer de 2 oreillers fermes. Ce lit d'examen doit être facile à nettoyer.

Il doit y avoir un point d'eau, de préférence dans la salle, pour pouvoir se laver les mains et disposer d'eau potable. Des toilettes doivent se trouver à proximité.

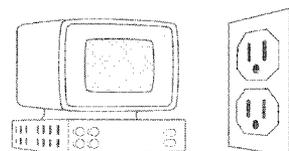
Il doit y avoir une fenêtre ou toute autre source de ventilation, un éclairage approprié, de préférence avec un variateur de lumière ou tout autre moyen d'adapter l'éclairage. La lumière vive du soleil doit être tamisée ou masquée par des rideaux. En effet si la lumière dans la salle est trop intense, il n'est pas facile d'examiner les images sur l'écran vidéo.



## Quelle prise de courant électrique faut-il?

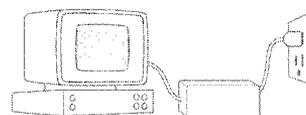
Il n'y a pas besoin de prise de courant spéciale: une prise murale ordinaire est tout ce qu'il faut, par exemple 220 V-5 A ou 110 V-10 A. Il n'y a pas besoin de connexion électrique spéciale mais les caractéristiques exactes du matériel doivent être vérifiées avec le fournisseur. Il est essentiel que l'appareil à ultra-sons dont l'acquisition est prévue puisse fonctionner avec l'alimentation électrique disponible; la firme qui vend cet équipement doit le vérifier et le confirmer par écrit.

L'alimentation électrique de nombreux hopitaux et cliniques, en particulier dans les pays en développement, est très variable en voltage comme en fréquence. Si ces fluctuations sont trop importantes l'appareil peut être endommagé ou, à tout le moins, mal fonctionner. Il peut être nécessaire d'acheter un bon régulateur de tension. Ceci doit être précisé avant l'achat de l'équipement.



220 V  
(110 V)

220 V  
(110 V)



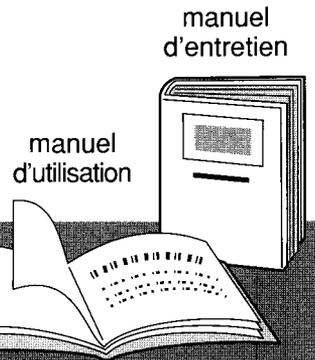
régulateur de  
tension

## Livraison de l'appareil

Il est important de vérifier point par point l'appareillage US avant le départ de la personne qui l'a livré. Quoiqu'il en soit, prenez le temps de le faire car, après son départ, il peut être trop tard.

Tout échographe neuf doit être livré avec un manuel d'utilisation détaillé et un manuel d'entretien, séparés ou combinés. Vérifiez cette livraison. Vérifiez que ces manuels soient bien complets, surtout s'il s'agit d'un classeur à feuilles mobiles.

Ouvrez le manuel de l'utilisateur et lisez bien les instructions. Parcourez-les en effectuant, une par une, les opérations décrites dans le manuel. Assurez vous que vous suivez bien les instructions.



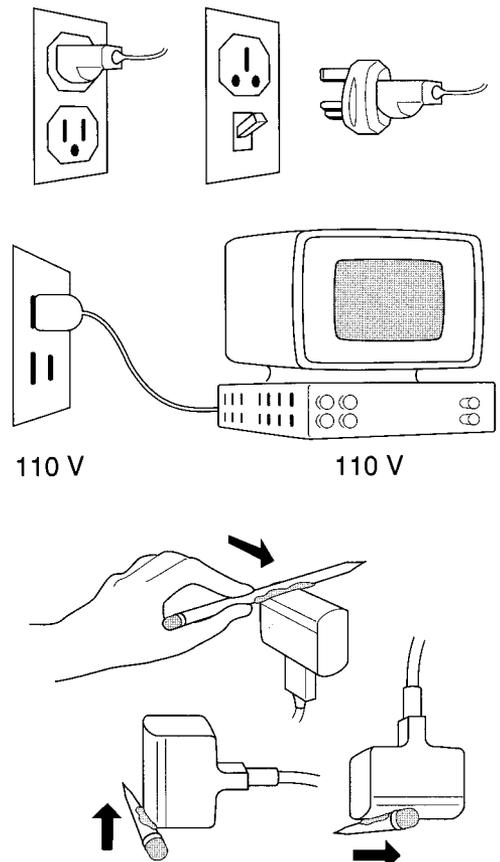
**Suivez une par une les instructions du manuel. Prenez le temps de le faire. Cela peut économiser de l'argent et éviter une déception!**

**Il n'est pas suffisant d'observer le démonstrateur lors de la livraison.**

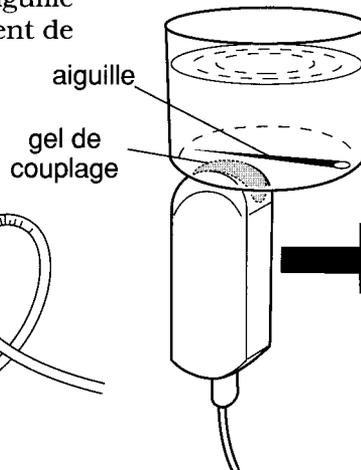
**Essayez vous-mêmes les réglages et chaque fonction de l'appareil.**

Suivez les étapes de cette liste d'instructions:

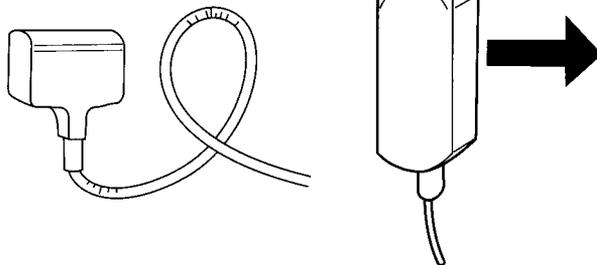
1. Vérifiez que la prise de courant mâle fournie s'adapte bien à l'installation électrique.
2. Assurez vous que le voltage mentionné sur le matériel est bien le même que celui de l'installation électrique.
3. Tournez vous vers l'appareil; assurez vous qu'il n'y a pas d'image parasite ou d'interférence sur l'écran. (Si l'installation alimente par ailleurs un conditionneur d'air, une diathermie chirurgicale, un déclancheur de tube fluorescent défectueux ou tout autre équipement électrique, il peut y avoir des artefacts sur l'écran.) Essayez l'appareillage sur un malade ou un confrère. Vérifiez tous les réglages un par un.
4. Le fonctionnement de tous les transducteurs et de leur cablage doit être testé en déplaçant un crayon enduit de gel de contact le long de la surface de la sonde. L'image ne doit pas disparaître du moniteur tant que le crayon est en contact avec tout point ou dans toute position (recommencer l'examen avec la sonde au-dessus, au-dessous ou latéralement par rapport à l'objet examiné). Assurez vous que les mouvements du câble unissant la sonde à l'appareil ne provoquent aucun flou, aucune perte de netteté ou modification de l'image.



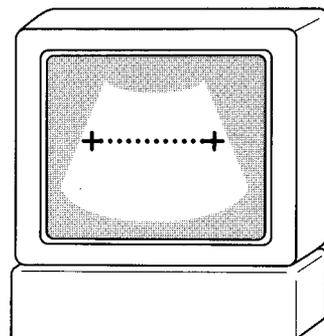
5. Une sonde sectorielle peut être testée en examinant une aiguille hypodermique à travers le côté ou le fond mince d'un récipient de verre plein d'eau. L'image de l'aiguille doit être stable si on ne déplace pas l'aiguille.



6. La torsion du câble, la sonde étant maintenue en place, ne doit entraîner aucune modification et en particulier aucun déplacement ou aucun flou de l'image.

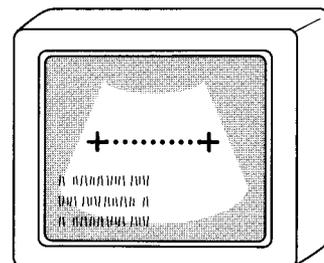


7. Vérifier chaque système de mesure des distances en s'assurant que les marqueurs électroniques sont nettement visibles sur l'écran et que les distances sont bien lisibles.



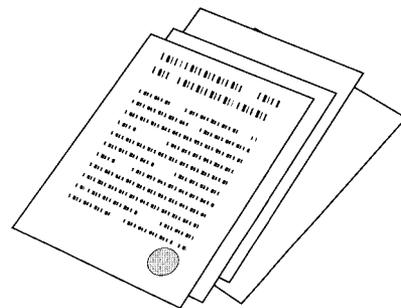
8. Si l'appareil est livré avec une biométrie intégrée ou des tables de mesures, les passer toutes en revue pour s'assurer que les données sont facilement accessibles et bien lisibles.

9. Toutes les mesures biométriques ou tables intégrées dans l'appareil doivent être testées pour s'assurer que les données annoncées sont bien disponibles dans l'appareillage.



10. Vérifier la présence du manuel d'entretien et de dépannage et qu'il est bien complet.

11. Vérifier la présence d'une garantie, écrite détaillée et datée.



12. Différer le paiement final du matériel jusqu'à ce qu'il ait été utilisé et ait fonctionné correctement pendant un mois.

**Apprenez à employer l'appareil en examinant des sujets normaux (c'est sans danger) le manuel à votre côté. Avec du temps et de la pratique vous devriez être capable de reconnaître sur l'écran les images normales présentées dans ce manuel et d'identifier tous les repères anatomiques.**

**Notes**

## CHAPITRE 3

# Règles de base de l'échographie

**Orientation de l'image 26**

**Tonalité de fond de l'image 27**

**Renforcement acoustique et ombre acoustique 28**

**Fréquence et résolution 29**

**Focalisation du faisceau d'ultra-sons 29**

**Sensibilité et gain 30**

**Artéfacts 32**

**Contrôle de qualité 40**

## Orientation de l'image

Il est possible d'inverser les images sur l'écran, de telle sorte qu'en coupe transversale, le côté gauche du malade soit vu du côté droit de l'écran. Bien qu'il puisse y avoir un repère sur le transducteur, il est essentiel de contrôler visuellement avant l'examen quel côté du transducteur construit quel côté de l'image. La meilleure méthode est d'appliquer un doigt à une extrémité du transducteur et de regarder où il apparaît sur l'écran. Si c'est du mauvais côté, tourner le transducteur de 180° et reconstrôler (Fig. 8a). Sur une coupe longitudinale, la tête du patient doit se situer du côté gauche et les pieds du côté droit de l'écran.

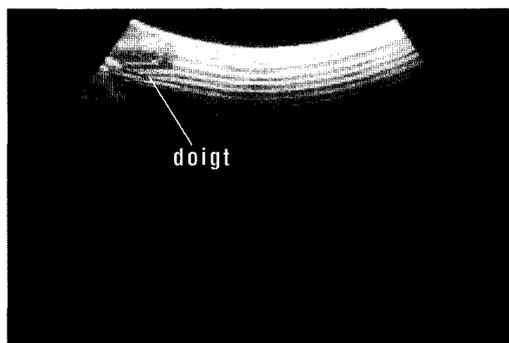
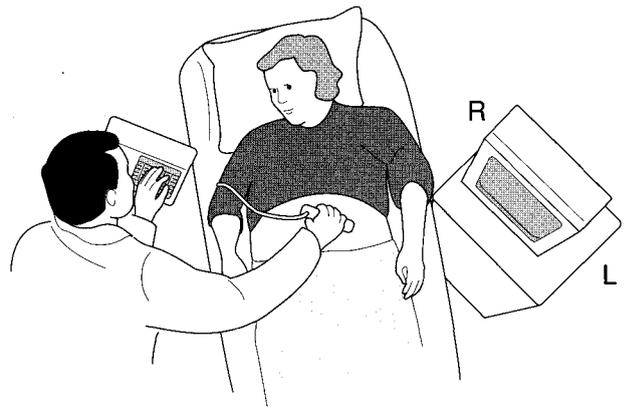


Fig. 8a. Le doigt sur le transducteur doit apparaître sur l'écran du même côté. Si l'image est du mauvais côté tourner le transducteur de 180°.

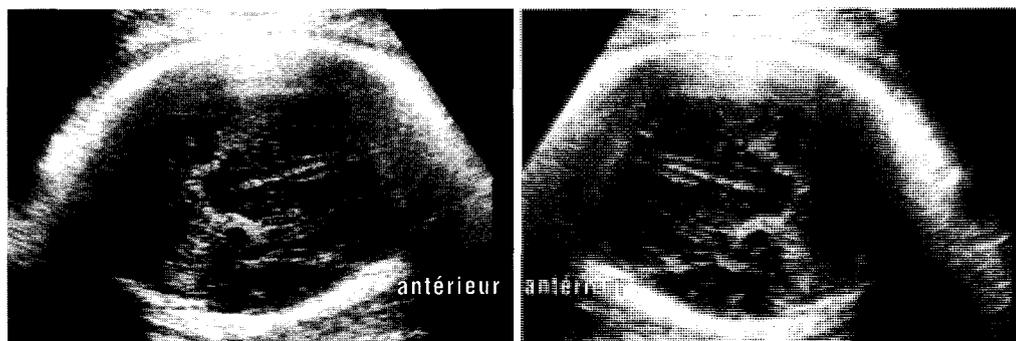
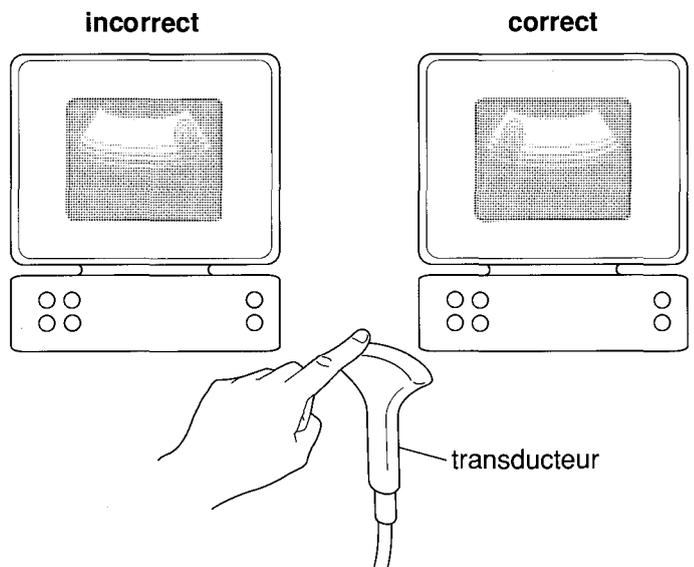
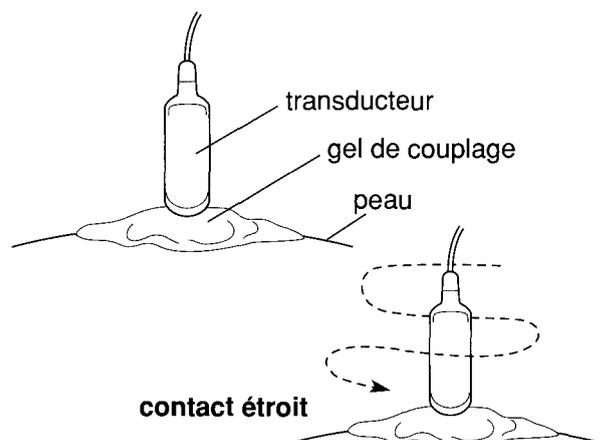


Fig. 8b. 2 coupes axiales de la même tête foetale mais inversées de 180°. En commençant l'examen, l'image doit être contrôlée comme indiqué sur la Fig. 8a.

## Contact avec la peau du patient

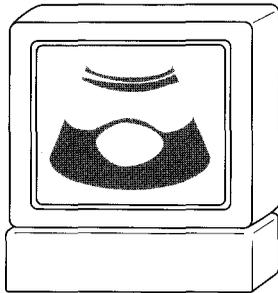
Il faut déplacer le transducteur sur le patient; il convient donc d'enduire largement la région à examiner d'un agent de couplage (voir pp. 44-45) permettant la transmission du faisceau ultrasonore et le glissement facile du transducteur.

Pendant les mouvements du transducteur sur le patient, on doit toujours le maintenir en contact étroit avec la peau à travers l'agent de couplage; les mouvements doivent être continus et progressifs tandis que l'opérateur observe attentivement l'image sur l'écran.

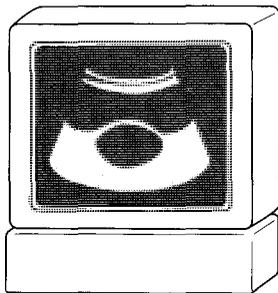


## Tonalité de fond de l'image

Sur l'écran l'image peut être à dominante noire ou à dominante blanche. Ainsi le fond peut être blanc avec des échos noirs (Fig. 9-en haut); ou noir avec des échos blancs, sous forme de points ou de lignes (Fig. 9-en bas). Il existe d'ordinaire un interrupteur pour réaliser ce changement; sinon un technicien doit régler l'appareil de telle façon qu'il montre toujours *un fond noir avec des échos blancs* (Fig. 9-en bas).



échos noirs sur fond blanc (incorrect)



échos blancs sur fond noir (correct)

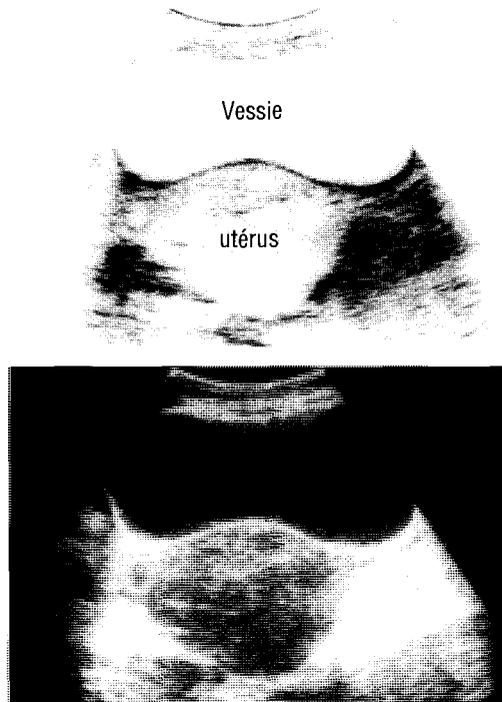
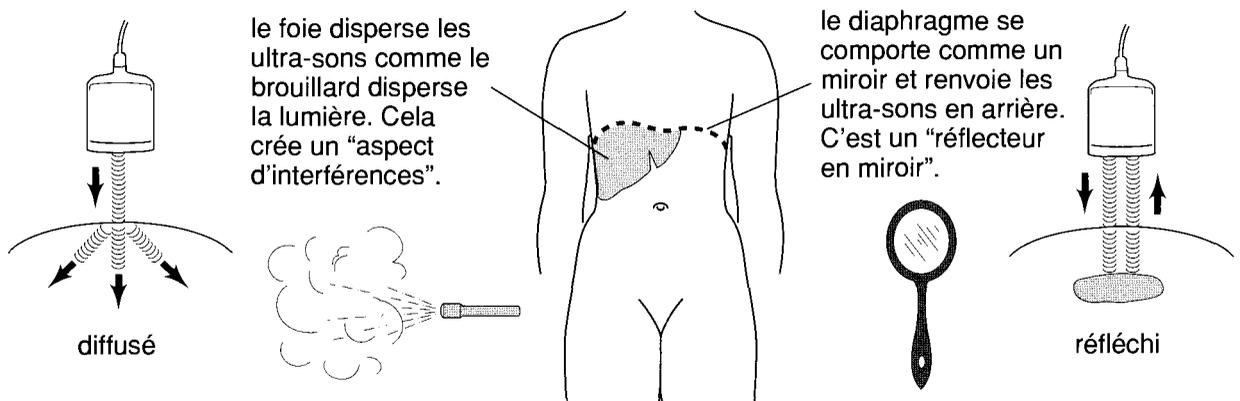


Fig. 9. Coupes transversales d'un volumineux utérus, avec changement de la tonalité du fond.

## Distribution du faisceau ultra-sonore

Les tissus de l'organisme réfléchissent les ultra-sons de deux manières différentes. Certains tissus se comportent comme des miroirs, renvoyant directement les ondes vers l'arrière. D'autres diffusent les ondes de la même manière que le brouillard diffuse la lumière. Par exemple, le diaphragme est un "miroir" connu du point de vue technique comme un "réflecteur en miroir". L'écran en montrera une image nette et précise qui correspond exactement à la forme et à la situation du diaphragme. Au contraire, le foie disperse les ultra-sons si bien que la situation des points lumineux sur l'écran ne reflète pas exactement des détails précis du parenchyme. Il apparaît donc un "aspect d'interférences" lié à la diffusion des ondes dans différentes directions. Dans un cas comme dans l'autre, l'utilisation d'un fond noir avec des échos blancs permet une meilleure différenciation.



## Renforcement acoustique et ombre acoustique

Une structure liquidienne transparente permet au faisceau ultra-sonore une traversée directe sans altération notable de telle sorte que les échos rétroliquidiens sont habituellement amplifiés (plus brillants). Ce phénomène est connu sous le nom de "renforcement acoustique" (Fig. 10a). Boire assez d'eau pour remplir l'estomac déplacera les gaz intestinaux et procurera "une fenêtre acoustique". Ceci est particulièrement utile pour visualiser le corps et la queue du pancréas.

Les gaz situés dans l'intestin ou ailleurs peuvent présenter en échographie des aspects variables. Le faisceau peut être diffusé, réfléchi, absorbé, réfracté, rendant très difficile la visualisation des structures sous-jacentes. C'est pourquoi on ne peut utiliser l'échographie pour examiner un poumon normal ou mettre en évidence une lésion pulmonaire qui ne serait pas périphérique. Une radiographie thoracique apporte plus d'informations.

Les milieux denses comme les os ou les calculs (lithiase) projettent des ombres sur les structures qui leurs sont postérieures car les ultra-sons ne peuvent les traverser. Le phénomène est appelé "ombre acoustique". Par exemple, les côtes peuvent obstruer le champ de vision, de telle sorte que les structures sous-jacentes doivent être examinées en oblique à travers les espaces inter-costaux (Fig. 10b, c) (voir aussi p. 35).

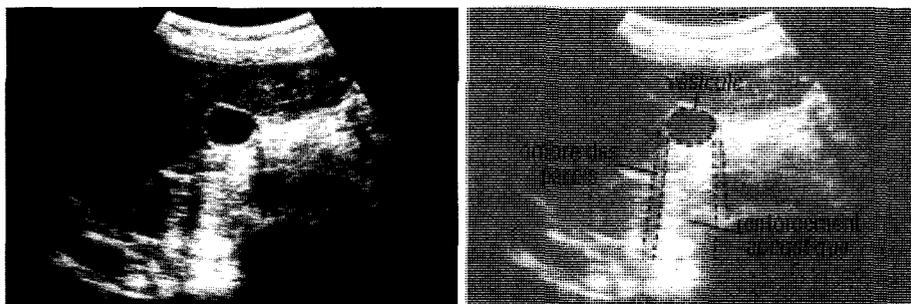
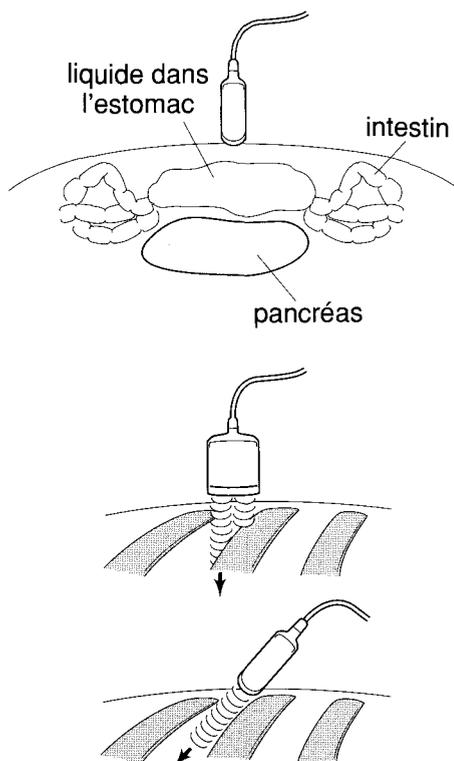


Fig. 10a. Une structure liquidienne, la vésicule, avec renforcement postérieur dû à la faible absorption des ultra-sons. Les parois de la vésicule provoquent 2 ombres latérales.

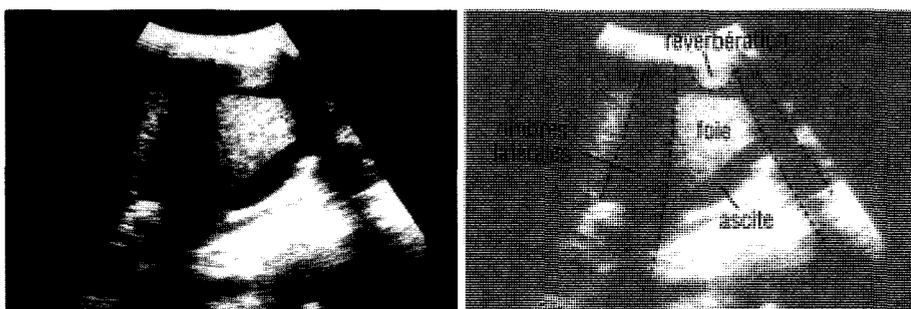


Fig. 10b. Quand le foie et les ascites sont explorés à travers les côtes, celles-ci projettent des ombres et il y a des images de réverbération en strates dans l'ascite (voir aussi p. 37).

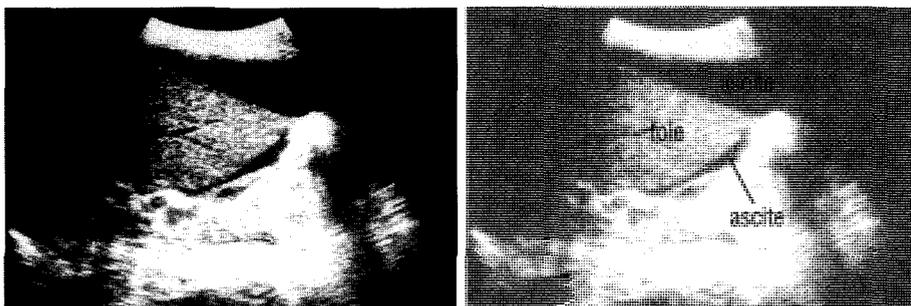


Fig. 10c. L'examen du même patient en oblique à travers un espace intercostal élimine l'ombre des côtes et la réverbération.

## Fréquence et résolution

Plus la fréquence des ultra-sons est élevée, et meilleure est la résolution. Cela signifie que des détails plus petits deviennent visibles avec une fréquence plus haute. Néanmoins, la pénétration des ultra-sons dans les tissus sera moindre. L'échographie est donc un compromis: il faut toujours utiliser la fréquence la plus haute susceptible de pénétrer suffisamment dans les tissus (Fig. 11) (voir aussi pp. 9 et 11).

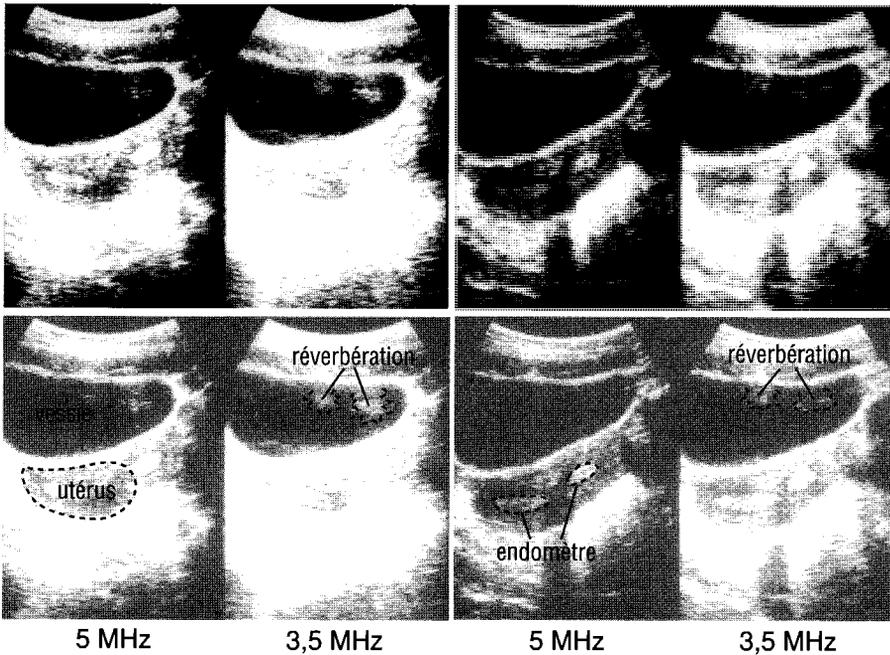


Fig. 11. Images d'un utérus examiné à différentes fréquences. La qualité s'apprécie mieux en comparant les détails de l'endometre. Il y a de la réverbération dans la vessie pleine d'urine.

## Focalisation du faisceau d'ultra-sons

Comme les organes et les parties du corps auxquels on s'intéresse sont situés à des profondeurs différentes la focalisation idéale d'une sonde devrait être réglable (pp. 10 et 20). Si la distance focale est fixe, il faudra choisir la sonde la plus adaptée à un examen déterminé. Le meilleur choix est précisé dans chaque partie de ce manuel.

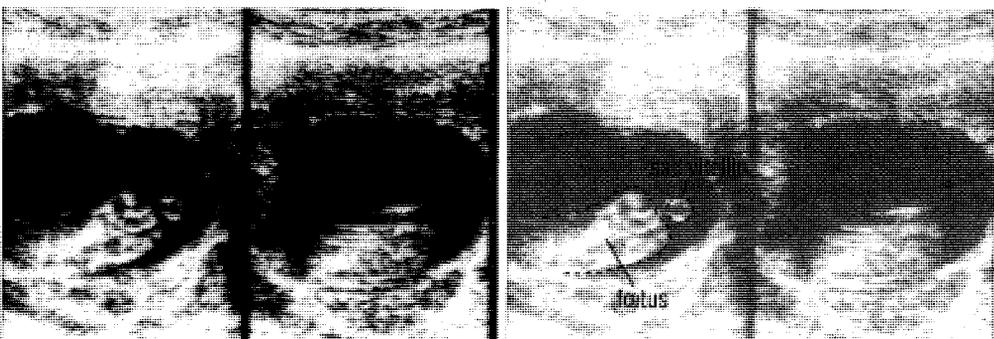
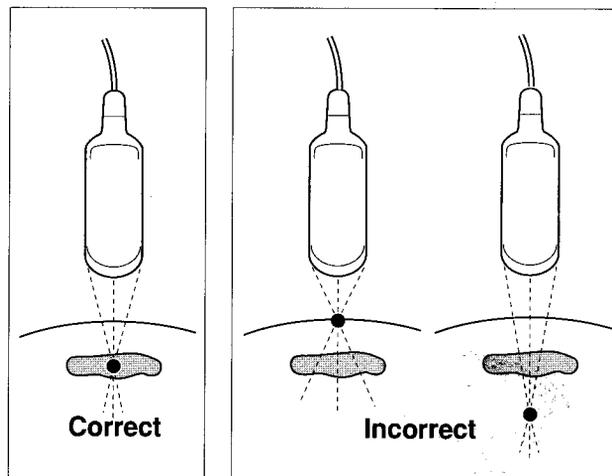


Fig. 12. A gauche, la focalisation est correcte, montrant des détails du sac vitellin; à droite, les détails ne sont pas visibles en raison d'une focalisation trop profonde.

## Sensibilité et gain

**Il est important de noter qu'un mauvais réglage du gain peut donner lieu à un diagnostic incorrect ou même impossible**

Fig. 13 Démonstration des effets du réglage de la sensibilité et du gain.

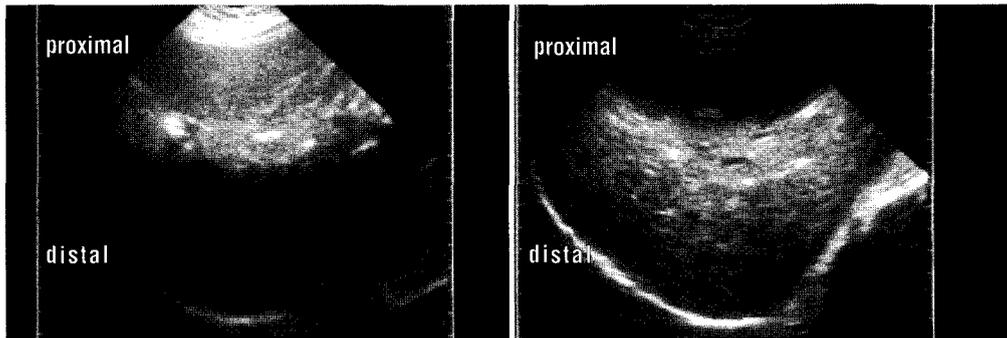


Fig. 13a. Echographie du foie. A gauche, gain distal faible. A droite, gain proximal faible.

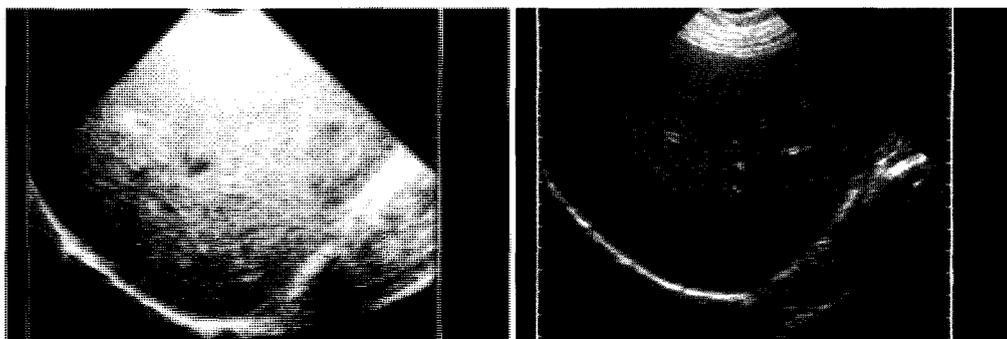


Fig. 13b. Echographie du foie. A gauche, gain global élevé. A droite, gain global faible.

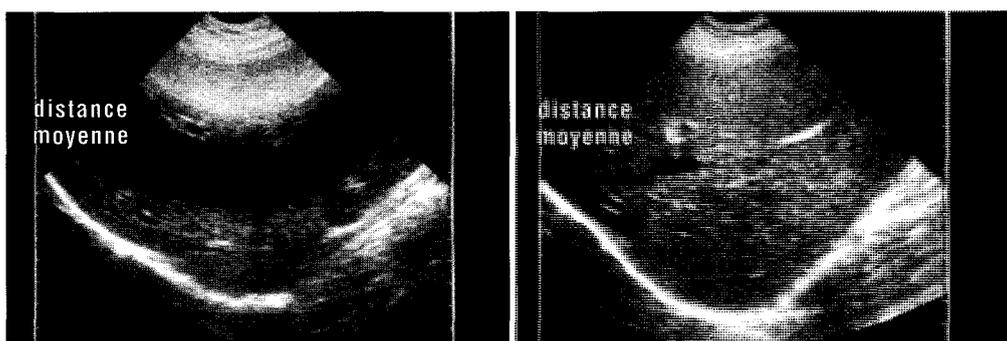


Fig. 13c. Echographie du foie. A gauche, gain à distance moyenne faible. A droite, réglage correct du gain.

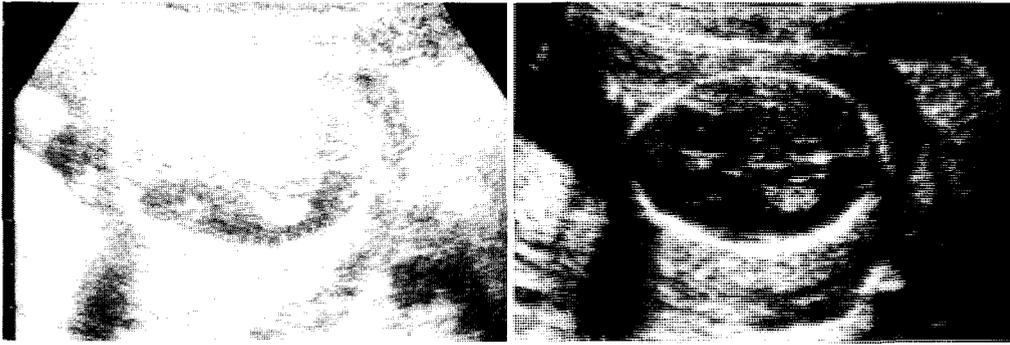


Fig. 13d. Crâne foetal. A gauche, sensibilité globale trop élevée. A droite, la sensibilité globale est maintenant correcte mais néanmoins trop élevée pour mesurer avec précision le diamètre bi-pariétal.

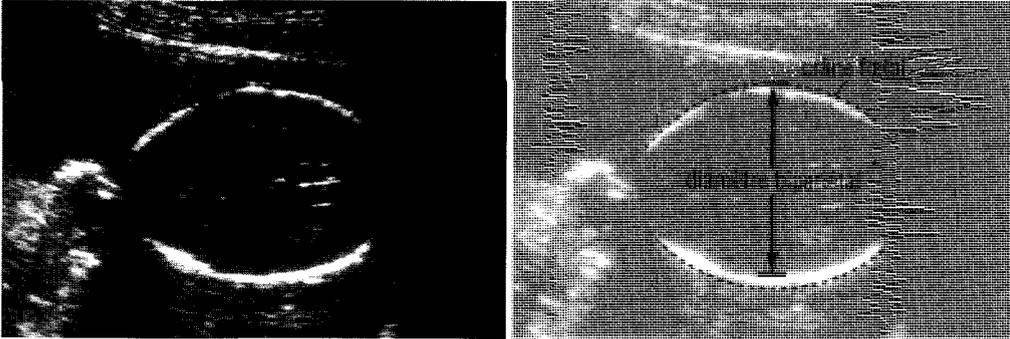


Fig. 13e. La sensibilité globale est maintenant trop faible pour un examen d'ensemble mais correcte pour la mesure du diamètre bi-pariétal.

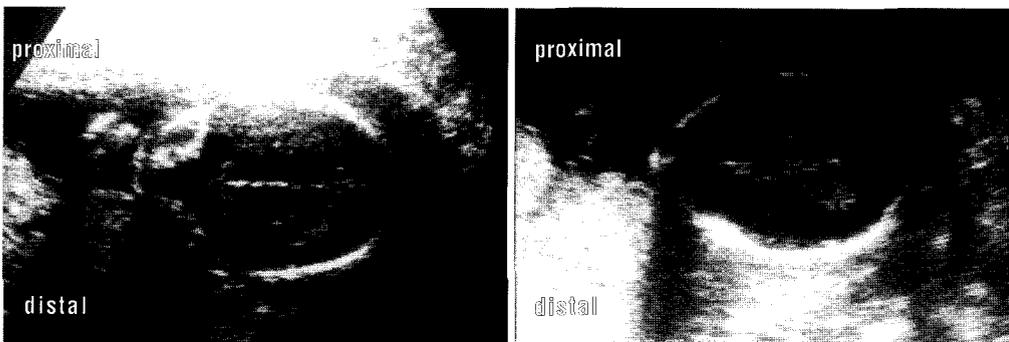


Fig. 13f. A gauche: mauvaise définition en raison d'un gain proximal trop élevé. Comparer l'image indistincte de la partie proximale du crâne avec l'image beaucoup plus claire de la moitié distale (comparer avec Fig. 13d et e; voir aussi p. 33). A droite: le gain a été surcorrigé; le gain proximal est maintenant trop faible et le gain distal est trop élevé.

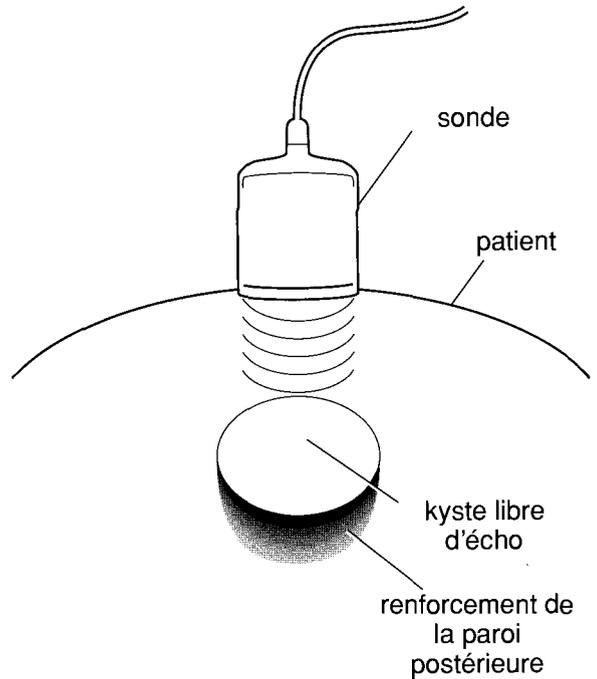
**Si l'intensité de l'image reste faible même après avoir corrigé le gain appliquer plus de gel de couplage.**

## Artéfacts

Un artéfact est une image supplémentaire manquante, ou déformée non conforme à l'image réelle de la région examinée. Les artéfacts ne proviennent pas du faisceau ultra-sonore primaire, ni d'échos directs issus de la région examinée: ils naissent de la déformation ou de l'atténuation de l'image. Les causes en sont nombreuses. Il est important de reconnaître de tels artéfacts car ils peuvent être trompeurs; ils peuvent même en imposer pour une anomalie importante, avec des conséquences diagnostiques. D'autres artéfacts peuvent fournir des informations complémentaires importantes et comme tels, il faut savoir les reconnaître et les utiliser.

## Kyste

Un kyste se présente habituellement comme une zone libre d'échos, avec renforcement des structures rétrokystiques: aucun écho ne naît dans les kystes car il n'y a pas dans le liquide d'interface modifiant l'impédance. Comme le liquide n'absorbe pas autant les ultra-sons que les tissus, les échos générés derrière le kyste sont sur-compensés par l'appareillage et apparaissent plus intenses — l'effet de renforcement de la paroi postérieure (Fig. 14.a,b).



**Un kyste se présente comme une région sans échos avec renforcement de la paroi postérieure. S'il existe des échos dans le kyste ils peuvent être réels ou dus à des artéfacts.**

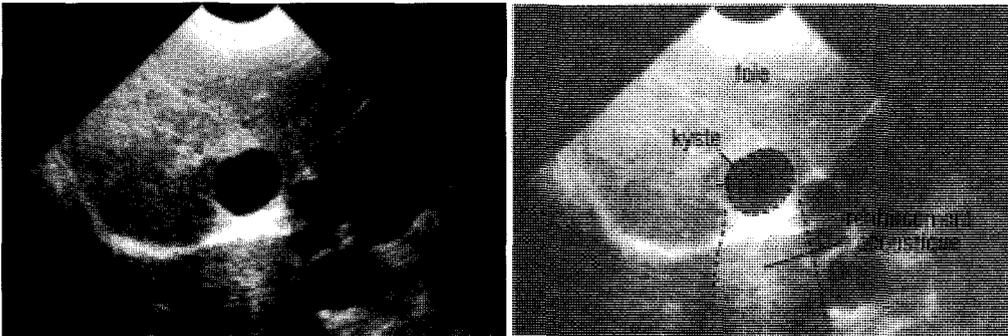


Fig. 14a. Un kyste du foie à contenu liquide: il n'y a pas d'échos internes; l'effet de "renforcement postérieur" est très net.

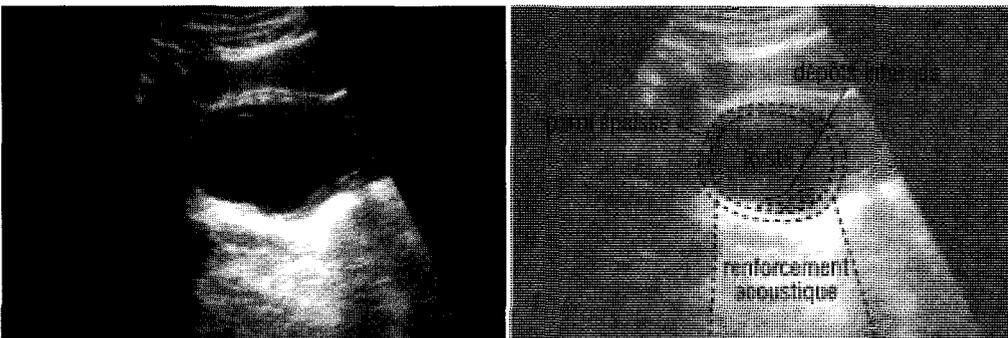


Fig. 14b. Ce kyste ovarien a des parois épaisses et contient des dépôts. Cela provoque des échos dans le kyste, qui se modifieront probablement en examinant la malade dans différentes positions (voir aussi pp. 34-35).

Si le gain est *trop faible*, une masse solide peut apparaître kystique, sans échos internes. Mais il n'y aura pas de renforcement acoustique postérieur.

Si le gain est *trop élevé*, une masse liquidienne peut se remplir d'échos et ressembler à une masse solide.



Fig. 14c. Coupe longitudinale: le gain est mal réglé; les contours du rein et la périphérie du foie ne sont pas nettement visibles.

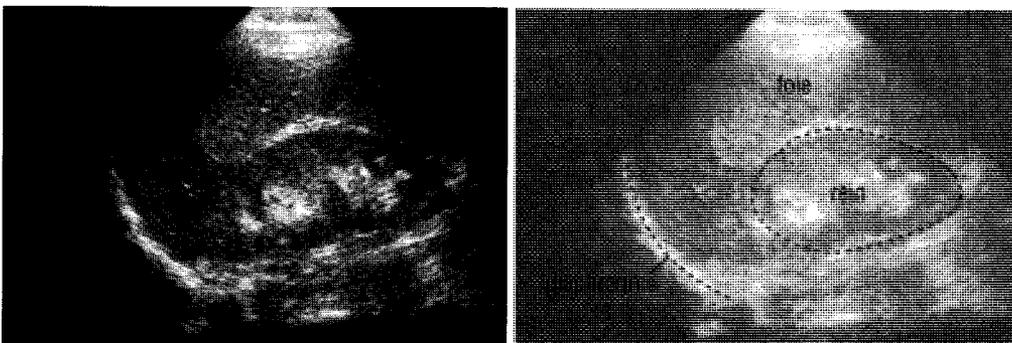


Fig. 14d. Coupe longitudinale avec un gain correct: les contours du rein et ses détails internes, ainsi que le foie sont maintenant bien visibles.

Le gain proximal et le gain distal doivent aussi être correctement réglés (Fig. 14e-f).

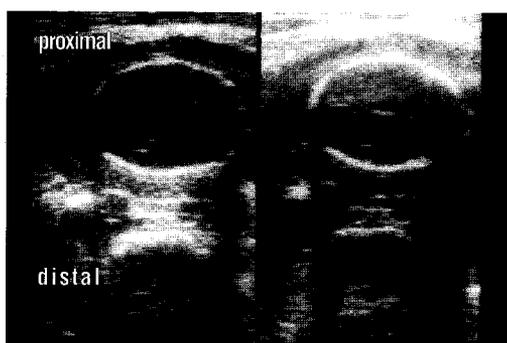


Fig. 14e. Images d'une tête foetale. A gauche: cliché équilibré avec gain faible. A droite: gain proximal trop élevé; il faut le réduire tout en augmentant le gain global pour obtenir une bonne image de l'ensemble de la tête.



Fig. 14f. A gauche: image bien équilibrée. A droite: gain distal trop élevé, gain proximal trop faible. Le gain distal doit être réduit et le gain proximal augmenté.

Une zone kystique à liquide clair apparaît libre d'échos sur l'écran. Les parois du kyste réfléchissent les ultra-sons sous un angle tel que l'information ne retourne pas au transducteur. Il en résulte des ombres acoustiques latérales, mais derrière le kyste, les échos seront amplifiés (renforcement acoustique postérieur) (Fig. 15).

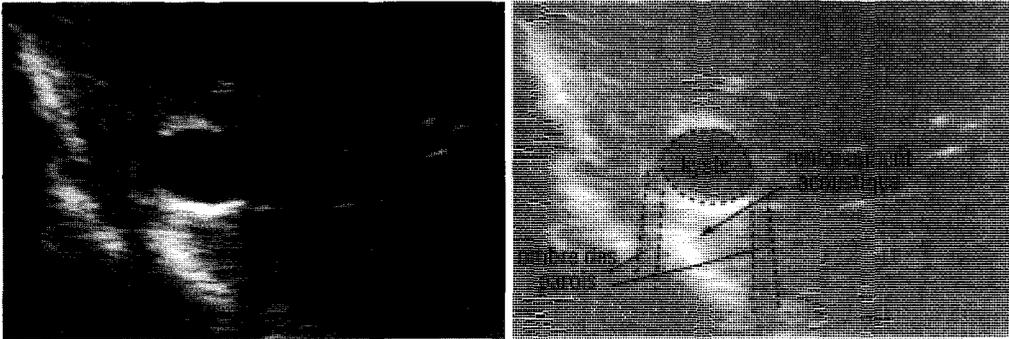


Fig. 15a. Kyste hépatique: le liquide interne est clair, sans échos. Les parois du kyste réfléchissent les ultra-sons en dehors de l'axe de la sonde, causant des ombres latérales.

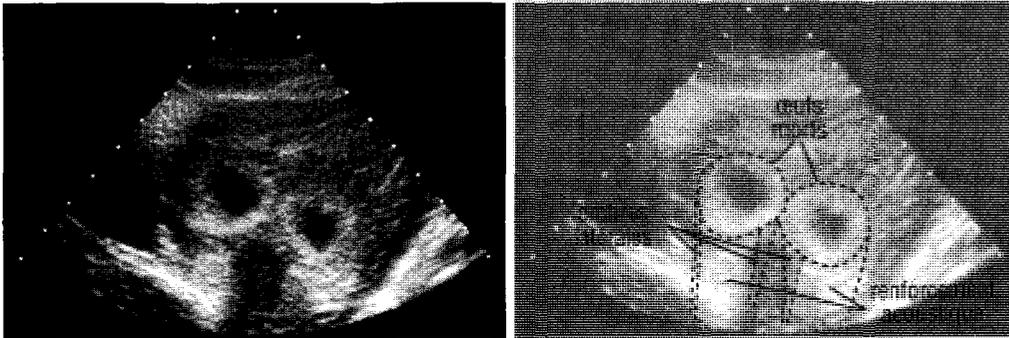


Fig. 15b. Oeufs morts: 2 espaces remplis de liquide avec ombres latérales et renforcement postérieur.

Des artéfacts peuvent se voir dans toute structure kystique (comme la vessie ou la vésicule biliaire), surtout en avant; ils deviennent moins intenses en profondeur. Les mouvements de la sonde peuvent les faire disparaître ou changer d'aspect. Mais les structures intrakystiques réelles, comme des cloisons, gardent leur situation quels que soient les mouvements de la sonde. De vrais échos peuvent provenir d'une réflexion sur des caillots sanguins, sur du pus ou des débris nécrotiques qui tendent à se placer en position déclive. S'ils ne sont pas adhérents aux parois, ils pourront se déplacer avec les changements de position du patient (Fig. 16).

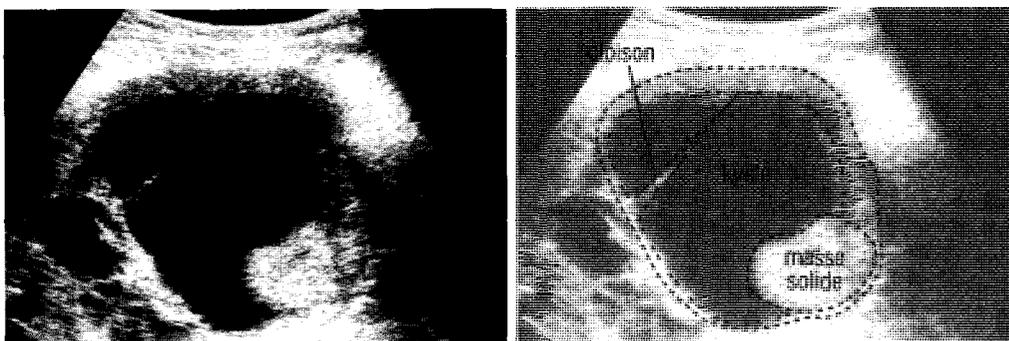


Fig. 16a. Kyste malin de l'ovaire: volumineux kyste avec un cloisonnement interne dont l'aspect ne s'est pas modifié lors des changements de position du patient.

Des débris dans un kyste peuvent flotter, formant un niveau variable lors des changements de position (Fig. 16b, c).

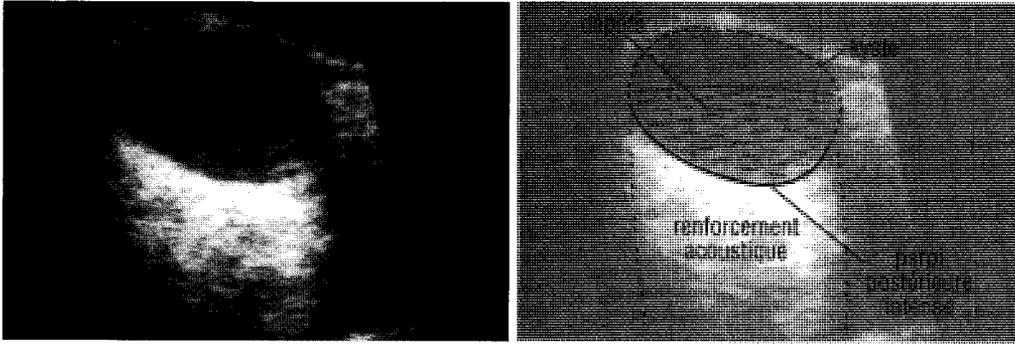


Fig. 16b. Un kyste avec important renforcement postérieur, ombres latérales et dépôts internes.

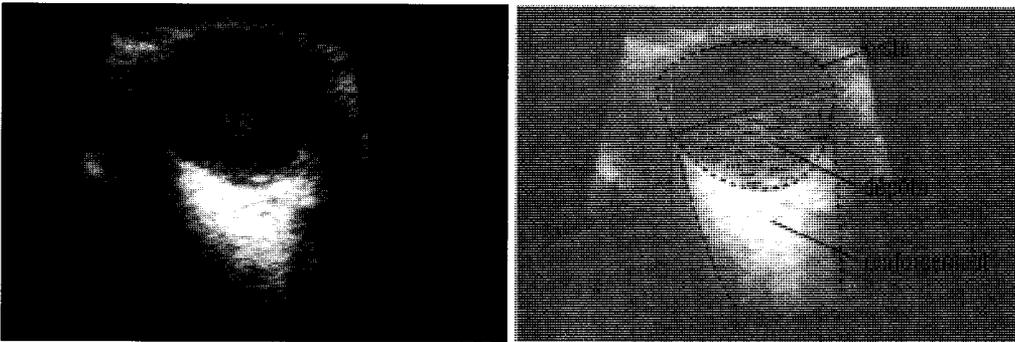


Fig. 16c. Le même patient que sur la Fig. 16b examiné en diverses positions. Les dépôts flottants se sont déplacés.

### ***Ombres acoustiques***

L'os, les calculs et les calcifications entraînent une ombre acoustique. Les ultra-sons ne peuvent traverser l'os, sauf s'il est très mince (par exemple, le crâne d'un nouveau-né). Pour voir ce qui se trouve derrière on doit explorer sous un abord différent (Fig 17a, b).



Fig. 17a. Importante ombre acoustique en arrière d'un calcul vésiculaire.

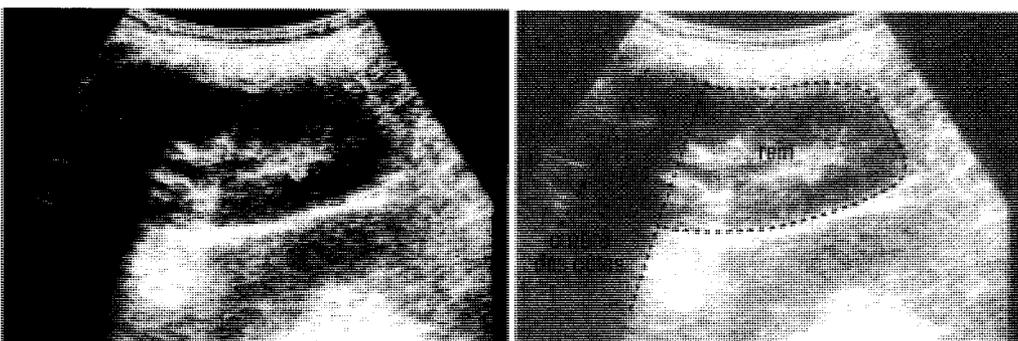


Fig. 17b. Cette image d'un rein est en partie masquée par l'ombre d'une côte. L'examen au cours de différents stades de la respiration peut faire sortir le rein de la zone d'ombre.

### Paroi abdominale

Une quantité notable de graisse sous-cutanée et la musculature peuvent diffuser les ultra-sons, rendant moins nettes les images des structures sous-jacentes. Parfois, les muscles peuvent provoquer un dédoublement de l'image donnant une fausse impression de division: il peut en résulter un diagnostic incorrect (par exemple: des jumeaux): utilisez toujours de multiples incidences sous des angles différents pour confirmer toute anomalie suspecte (Fig. 18).

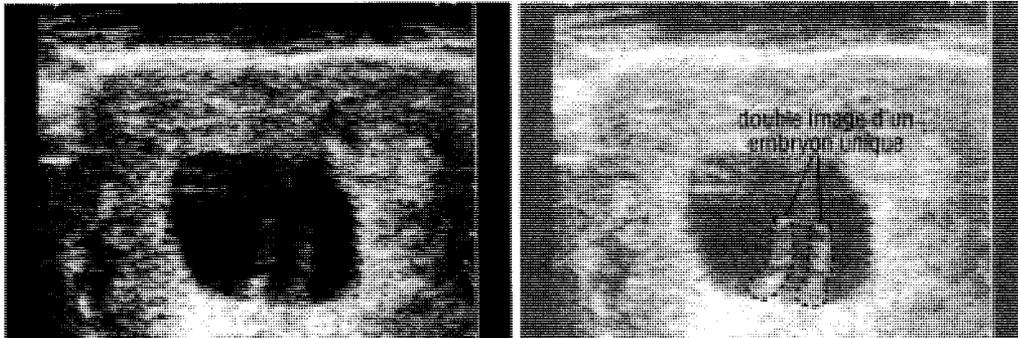


Fig. 18. Les muscles, et en particulier les muscles abdominaux, peuvent se comporter comme des lentilles convexes. Cette grossesse au début ressemble à une grossesse gémellaire, car l'effet de lentille des muscles droits de l'abdomen entraîne une image double des bords du sac gestationnel. Sur une coupe longitudinale, cet effet de dédoublement ne pourrait se retrouver.

### Gaz intestinaux

Les gaz réfléchissent les ultra-sons et masquent les tissus postérieurs en raison de la réfraction et de l'effet d'ombre acoustique. Les gaz intestinaux peuvent ainsi rendre invisibles le foie, le pancréas, les ganglions lymphatiques péri-aortiques, l'utérus ou les ovaires. Il est parfois facile de mobiliser les gaz de l'intestin: ainsi une vessie pleine permet presque toujours une bonne visualisation de l'utérus et des ovaires: les intestins sont refoulés vers le haut, en dehors du champ d'examen. Dans d'autres cas, des coupes obliques, latérales ou postérieures, sur un patient assis puis debout, peuvent être nécessaires (Fig. 19).

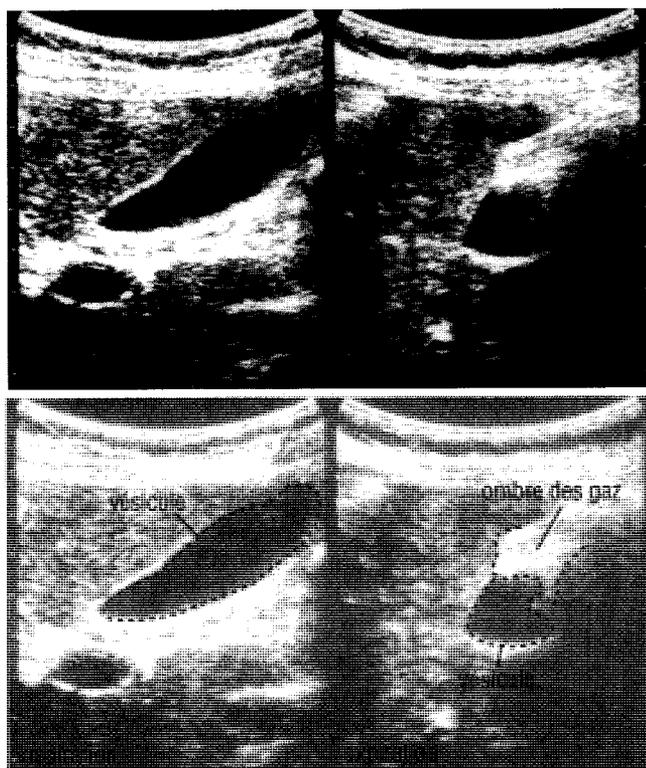
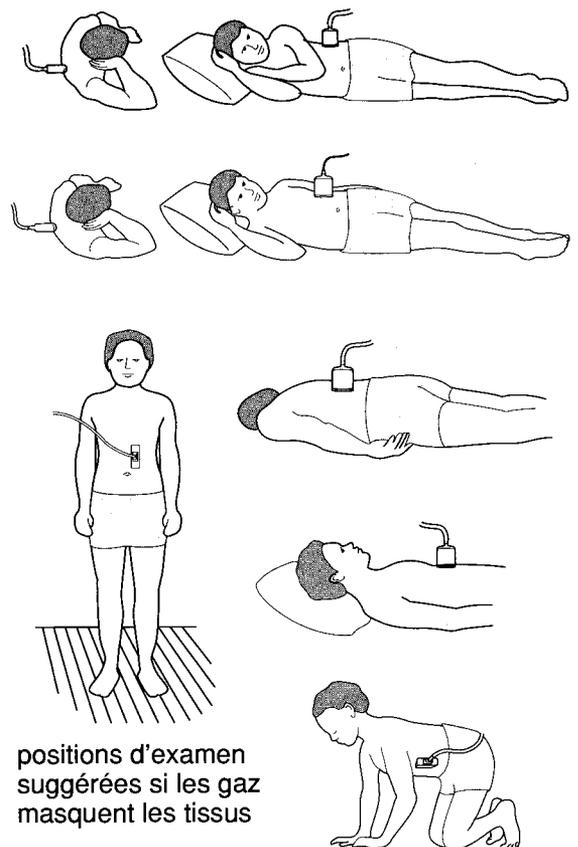


Fig. 19. L'image obtenue pendant l'inspiration (à gauche) montre toute la vésicule, mais pendant l'expiration (à droite) plus de la moitié de la vésicule est masquée par les gaz intestinaux.



positions d'examen suggérées si les gaz masquent les tissus

## Réverbération

Une réverbération se produit quand le faisceau ultra-sonore passe d'un tissu à un autre doté d'une impédance acoustique très différente, par exemple des gaz de l'intestin au foie ou aux côtes: la réverbération peut masquer les tissus situés en arrière (Fig. 20a).

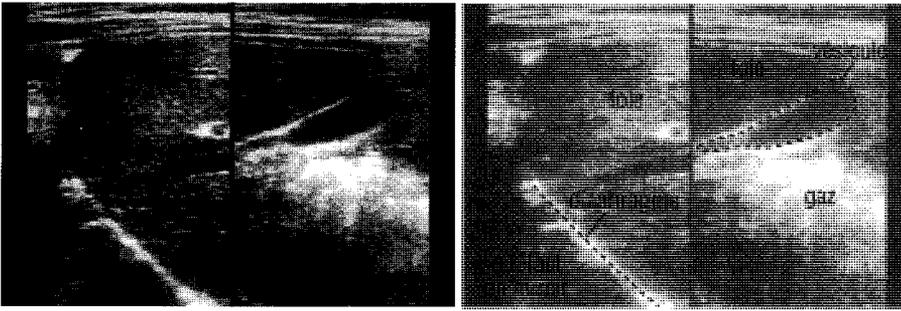


Fig. 20a. Artéfacts par gaz à gauche: il y a une répétition de l'image du foie derrière le diaphragme; ce sont des artefacts causés par l'air dans les poumons. A droite: ces artefacts caractéristiques par gaz intestinaux, en arrière de la vésicule, pourraient être interprétés comme des structures organiques.

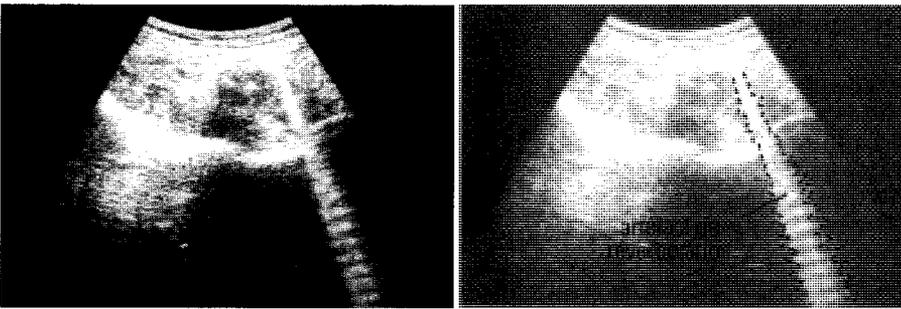


Fig. 20b. Réverbérations: ces lignes sont provoquées par de multiples réflexions entre la bulle et la surface du corps. Les artefacts par gaz peuvent masquer les structures sous-jacentes par absorption, réflexion oblique et réfraction.

Les réverbérations peuvent altérer totalement l'image en créant soit des lignes parallèles, soit des images en miroir. Par exemple, des réverbérations entre les couches parallèles de tissus sous la peau peuvent apparaître sous l'aspect d'images linéaires parallèles dans la vessie (Fig. 20c).

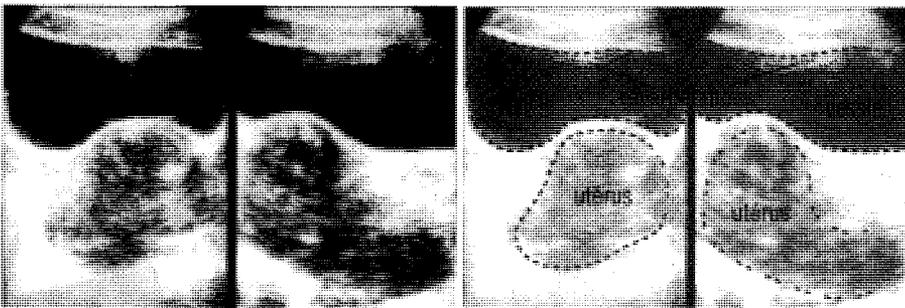


Fig. 20c. Quand l'utérus est examiné à travers une vessie pleine, les couches parallèles de la paroi abdominale peuvent provoquer une réverbération, aboutissant à des échos antérieurs dans une vessie normalement sans échos. La coupe transversale (à gauche) apparaît différente de la coupe longitudinale (à droite) en raison de la position différente de la sonde.

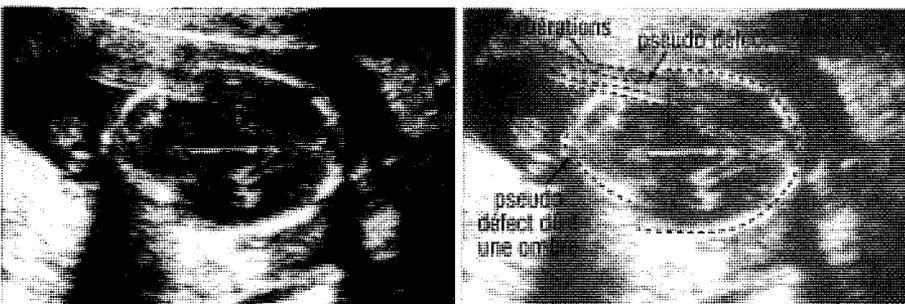


Fig. 20d. Ombres et réverbération de l'onde ultra-sonore dans les couches sous-cutanées de cette tête foetale donnent une fausse impression de défauts dans le crâne.

### Représentation incomplète

Les artéfacts par représentation incomplète sont une source d'erreur: seule la portion des tissus ou de l'objet située réellement dans le faisceau acoustique apparaît sur l'image. Ainsi, dans le cas d'une grossesse, une partie seulement du squelette foetal peut être visible, le reste du squelette ne s'étant pas trouvé dans le faisceau. En conséquence, l'os peut apparaître incomplet ou plus court qu'en réalité (Fig. 21a, b).

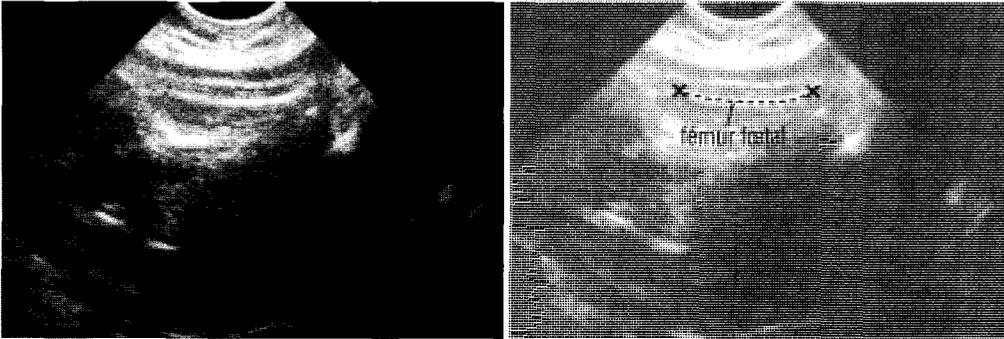


Fig. 21a. Un os incomplètement représenté.

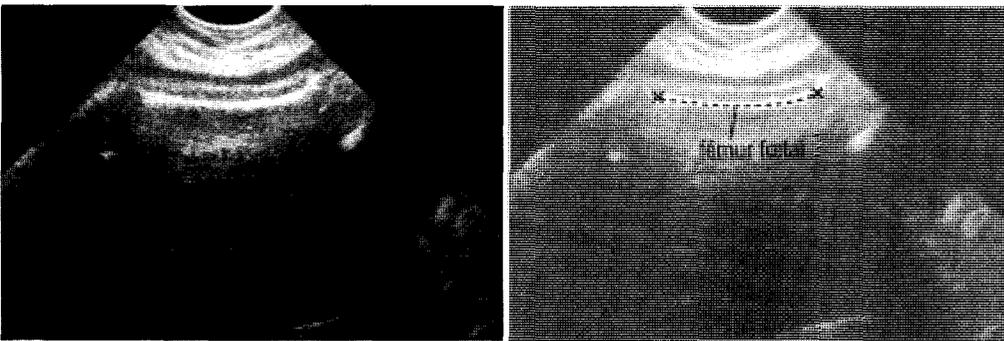


Fig. 21b. Le même os maintenant représenté en totalité.

En pratique, le plus important artéfact de ce type survient au cours du guidage ultra-sonore d'une aiguille de biopsie ou de ponction. Si l'extrémité de l'aiguille n'est pas dans le plan de coupe, on ne la verra pas sur l'écran et l'image sera celle d'une aiguille beaucoup plus courte (Fig. 21c) (voir aussi Chapitre 22, p. 317).

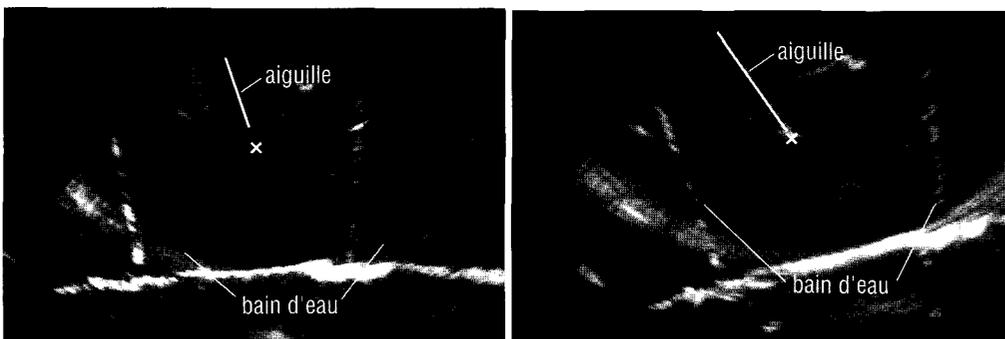


Fig. 21c. Images d'une aiguille dans l'eau. A gauche, l'aiguille n'est pas située en totalité dans le plan de coupe et apparaît, de ce fait, plus courte qu'en réalité (la croix indique la profondeur réelle). A droite, l'aiguille est vue en totalité.

## Une échographie est une recherche.

Chaque exploration ultra-sonore doit fournir une information en 3 dimensions sur la région d'intérêt et sur tous les organes voisins. Ceci exige des coupes multiples sous diverses incidences. Très rare est le cas où une coupe unique en un seul plan, aboutit à une information suffisante pour le bon diagnostic. N'hésitez pas à multiplier les coupes.

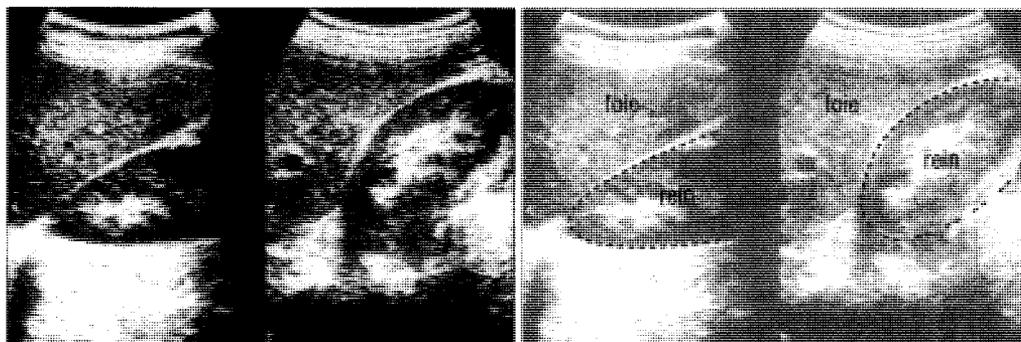
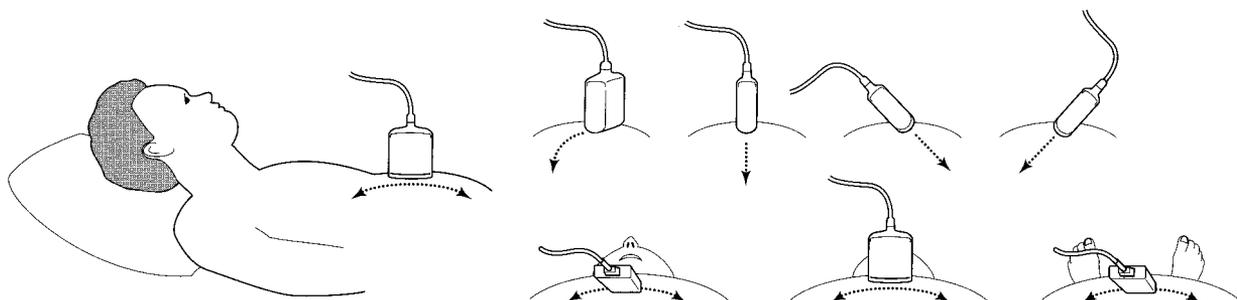
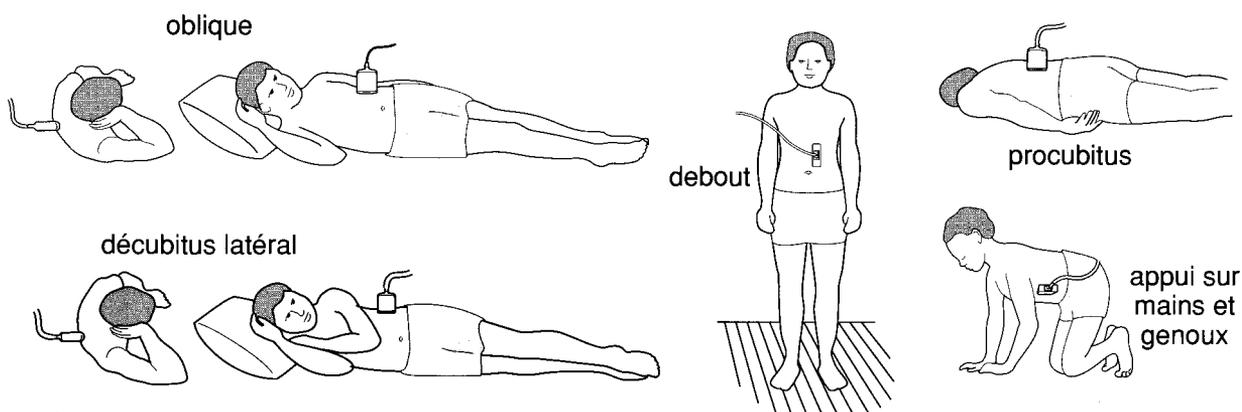


Fig. 22. Visualisation de la même structure (rein) à partir de différentes positions et angulations de la sonde. A gauche: seul le pôle supérieur du rein est bien visible; à droite: le pôle supérieur est flou, mais le reste du rein est net.

Si vous n'arrivez pas à voir ce que vous souhaitez, tournez le patient en oblique; ou encore examinez le debout ou en appui sur les mains et les genoux.

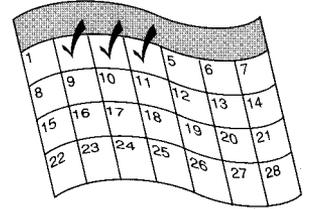


Si l'image est médiocre, même après augmentation du gain, appliquer plus d'agent de couplage.



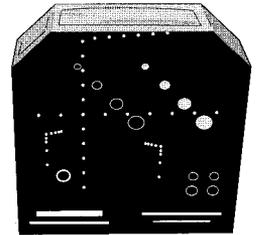
## Contrôle de qualité

Tout appareil à ultra-sons doit être contrôlé chaque jour avant son utilisation clinique. Bien qu'un certain contrôle élémentaire de qualité soit essentiel, un contrôle de qualité approfondi et fiable demande une instrumentation électronique et physique complexes. Seul un physicien expérimenté peut l'effectuer convenablement; il ne s'agit pas d'une pratique courante en dehors des grands départements hospitaliers. Mais le contrôle de qualité simple n'est pas difficile et doit être effectué régulièrement.



Il existe dans le commerce des "fantômes" en échelle de gris permettant la vérification régulière de la résolution et de la sensibilité de l'appareil échographique; il faut procéder à ce type de vérification au moins tous les trois mois, et même plus souvent de préférence.

**Chaque appareil doit être contrôlé, en particulier lors de sa première mise en service (voir p. 22).**



Fantôme

**La qualité d'un appareil échographique peut varier après une certaine période d'utilisation.**

1. Des coupes de bonne qualité doivent montrer le cavum septi pellucidi chez un fœtus de 35 semaines (Fig. 23) (voir p. 247). Si on ne dispose pas de fantôme, cette méthode peut être utilisée comme test de fonctionnement correct pour l'appareil. Ce test doit être renouvelé tous les 3 mois.

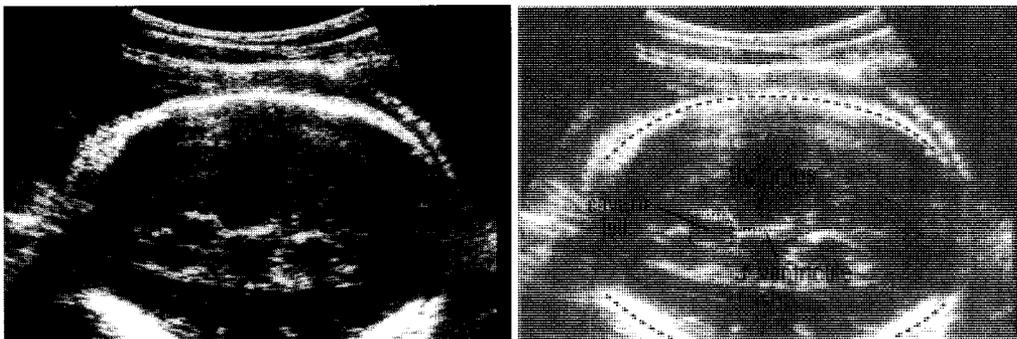
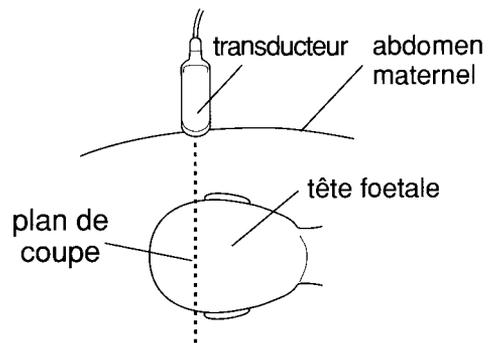


Fig. 23a. Avec tout appareil, il doit être possible de voir le cavum septi pellucidi dans la tête d'un fœtus de 35 semaines.

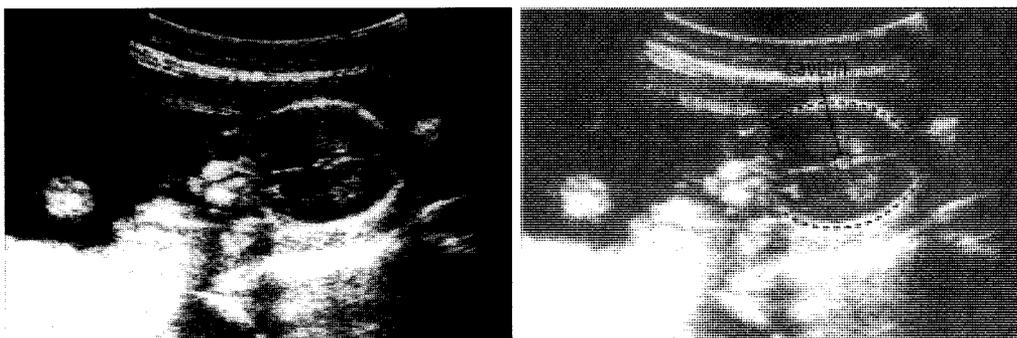


Fig. 23b. Avec un appareillage de grande qualité, le cavum peut être identifié beaucoup plus tôt.

2. L'artère mésentérique supérieure doit être visible sous forme d'une lacune arrondie ou ovale au contact du pancréas d'un adulte normal (Fig. 24). La meilleure manière de tester l'appareillage de façon sérieuse consiste à regarder votre propre artère mésentérique. Conservez un cliché après chaque test pour comparaison.

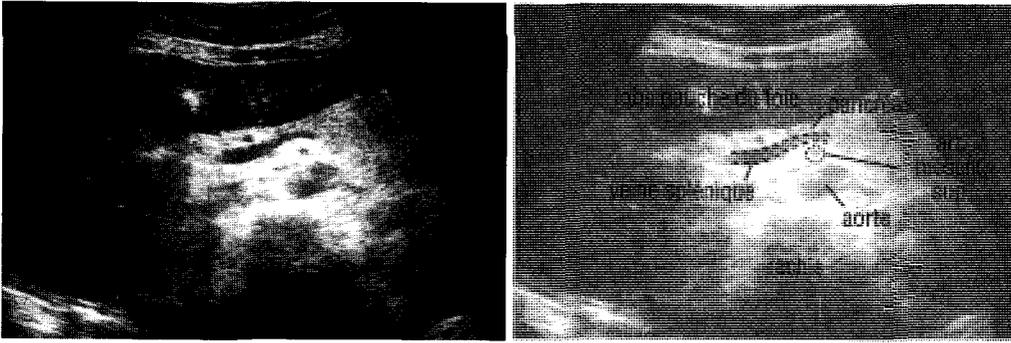


Fig. 24. Coupe transversale: l'artère mésentérique supérieure apparaît comme une lacune arrondie, entourée de graisse échogène au contact du pancréas.

3. Des veines hépatiques de petit calibre, 3 mm de diamètre, doivent être visibles en explorant à 45° un foie normal (Fig. 25).

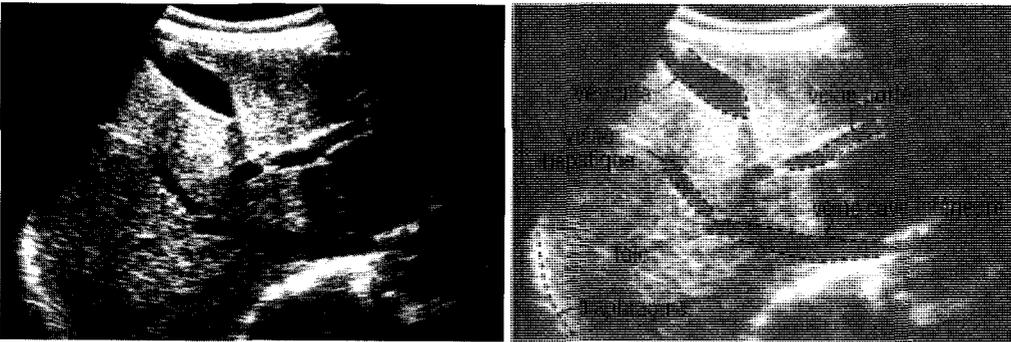


Fig. 25. Un appareil de bonne qualité doit montrer des veines de 3 mm dans le foie. Ceci est à utiliser régulièrement comme test de qualité de l'image.

4. Chez un adulte normal, le parenchyme hépatique doit être légèrement plus brillant que le cortex rénal voisin (Fig. 26).

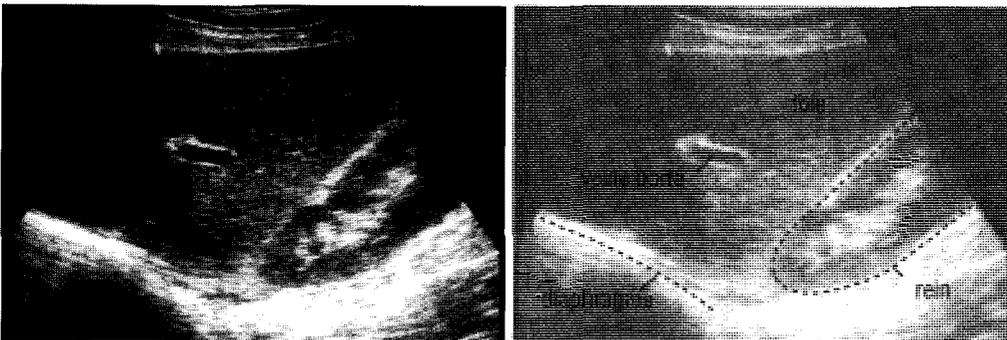


Fig. 26. Coupe longitudinale du foie et du rein droit: le parenchyme hépatique normal est plus réfléchissant que le parenchyme rénal normal. C'est un autre procédé courant de contrôle de la qualité de l'image.

**Contrôlez la qualité de votre appareillage au moins tous les trois mois. Vos patients méritent d'une manière constante des résultats précis. Archivez des clichés de tous les tests.**

**Notes**

## CHAPITRE 4

# **Agents de couplage acoustique**

**Introduction 44**

**Composition 45**

**Préparation 45**

## Introduction

Si, lors d'une échographie, de l'air se trouve piégé entre le transducteur et la peau du patient, il formera une barrière qui réfléchira la presque totalité des ondes ultra-sonores et interdira leur pénétration. Pour obtenir une bonne image, un intermédiaire liquide est nécessaire pour établir une continuité entre le transducteur et la peau du patient. Ce fluide est appelé agent de couplage acoustique; le plus souvent on parle de "gel".

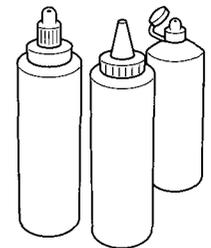
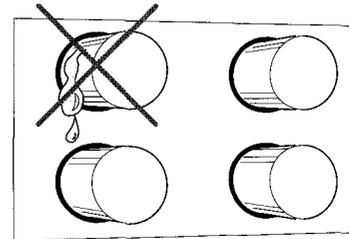
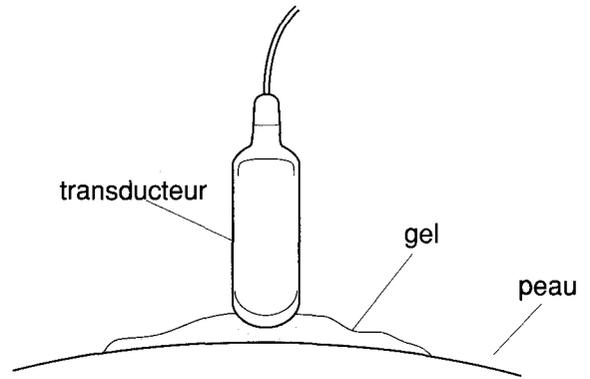
L'eau n'est pas un bon agent de couplage car elle s'évapore rapidement en raison de la chaleur du corps; d'autre part, elle s'écoule du patient à mesure que la sonde se déplace. Elle n'est utilisable qu'en cas d'urgence, si on ne dispose de rien d'autre.

L'huile, minérale ou végétale, est un bon agent de couplage, mais en utilisation prolongée, elle risque de dissoudre le caoutchouc ou le plastique recouvrant le matériel. De plus, l'huile imprégnant inévitablement les doigts de l'opérateur, peut endommager les boutons de contrôle de l'appareil.

Le meilleur agent de couplage est un gel hydrosoluble. Bon nombre sont disponibles dans le commerce, mais ils sont habituellement coûteux et parfois difficiles à obtenir. Il n'est pas nécessaire d'utiliser un agent de couplage particulier pour un équipement donné bien que le constructeur suggère souvent que c'est important. Les agents de couplage spéciaux ne donnent pas une meilleure image. La formule d'un agent de couplage d'usage général, utilisable avec tous les transducteurs est donnée page 45.

La meilleure façon d'appliquer l'agent de couplage est d'utiliser un flacon de plastique souple, duquel on fait tomber des gouttes sur la peau du patient. On évite ainsi la contamination du produit. Toute bouteille en plastique souple que l'on peut remplir est susceptible de convenir. Mais elle doit être parfaitement propre et sèche avant d'être remplie d'agent de couplage. S'il existe une plaie ouverte, une déchirure cutanée ou tout autre risque d'infection, recouvrir le transducteur (ou la peau) d'un plastique mince. Appliquer le gel des deux côtés du plastique. Le transducteur doit être nettoyé après chaque malade.

L'agent de couplage doit être retiré et essuyé avec du tissu en papier, du papier ou une serviette de toilette. Il doit être enlevé en totalité pour ne pas souiller les vêtements du malade.



**Se souvenir: si l'image n'est pas nette ou si la sensibilité est réduite, ne pas modifier les réglages avant d'avoir appliqué du gel de couplage sur la peau du malade.**

**Il n'y a jamais trop de gel de couplage.**

## Composition

Pratiquement tout hôpital ou pharmacie commerciale doit être capable de préparer un gel convenable. Tous sont composés de résines synthétiques, de polymères d'acide acrylique ou d'autres liquides qui deviennent solubles dans l'eau après neutralisation par un agent alcalin approprié.

1. **Carbomère.** C'est une molécule synthétique de poids moléculaire élevé; polymère de l'acide acrylique, en liaison croisée avec un allylsucrose contenant 56-68% de fonction acide carboxylique. C'est une poudre blanche, duveteuse, hygroscopique avec une légère odeur caractéristique.

Neutralisé par des hydroxydes alcalins ou des amines, il est très soluble dans l'eau, l'alcool, le glycérol.

Il existe 3 carbomères. Celui qui convient le mieux est le carbomère 940 qui forme un gel clair avec un véhicule aqueux ou non aqueux. Si on ne peut se procurer du carbomère 940, on peut utiliser du carbomère 934 ou 941. Néanmoins, ils peuvent être moins faciles à mélanger (comme décrit ci-dessous) que le carbomère 940.

2. **EDTA (acide édétique).** C'est une poudre blanche cristalline, très légèrement soluble à l'eau, soluble dans les solutions d'hydroxydes alcalins (comme la soude ou la potasse).
3. **Propylène glycol.** C'est un liquide incolore, inodore, visqueux, hygroscopique, avec un léger goût sucré.  
Densité = 1,035-1,037 g/ml.
4. **Triolamine (triéthanolamine).** C'est un mélange de bases contenant au moins 80% de triéthanolamine, avec de la diéthanolamine et une petite quantité d'éthanolamine. C'est un liquide clair, incolore ou légèrement jaune, inodore, visqueux, hygroscopique. Densité = 1,12-1,13 g/ml.

## Formule

Le gel est préparé avec les quantités suivantes d'ingrédients:

Carbomère	10,0 g
Propylène-glycol	75,0 g (72,4 ml)
EDTA	0,25 g
Trolamine	12,5 g (11,2 ml)
Eau distillée	jusqu'à 500 g (500 ml)

## Préparation

1. Dissoudre l'acide édétique dans 400 g (400ml) d'eau, en s'assurant qu'il est bien dissous en totalité, puis ajouter le propylène-glycol.
2. Ajouter le carbomère au dessus de la solution et agiter vigoureusement, si possible avec un mélangeur à grande vitesse, en prenant soin d'éviter la formation de grumeaux.
3. Attendre que le mélange prenne en gel et qu'il n'y ait plus de bulles.
4. Ajouter l'eau restante pour arriver à un total de 500 g de gel.
5. Remuer soigneusement; *ne pas secouer (agiter)* pour éviter la formation de bulles d'air dans le gel.

La formule recommandée n'irrite pas la peau, ne tache pas les habits, et est facile à enlever.

Ce gel peut devenir plus liquide si le malade transpire, car il est affecté par une concentration en sel élevée. On peut éviter ce phénomène en nettoyant et en séchant la peau du malade avant d'appliquer le gel.

Ce gel peut se liquéfier s'il est soumis à la lumière directe du soleil. Il est incompatible avec les cations divalents ou trivalents, comme le calcium, le magnésium et l'aluminium. Si on doit envisager une conservation prolongée, il est prudent de le conserver dans l'obscurité. La stabilité du carbomère dépend considérablement du pH, qui doit être maintenu entre 5 et 10. Hors de ces limites sa viscosité diminue.

## CHAPITRE 5

# Abdomen

**Indications 49**

**Préparation 49**

**Technique d'exploration 51**



## Indications

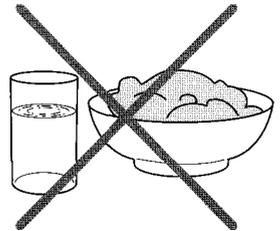
Lorsque les symptômes cliniques orientent vers un organe donné, se reporter au chapitre particulier le concernant, par exemple, foie, rate, aorte, pancréas, reins, etc.

Indications d'un examen général de l'abdomen:

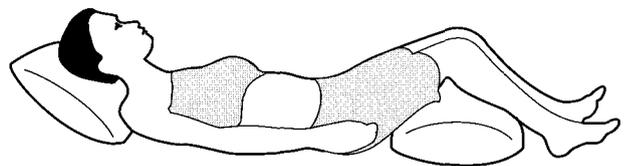
1. Douleur abdominale localisée sans caractère clinique précis.
2. Suspicion de suppuration intra-abdominale. Fièvre d'origine inconnue.
3. Masse abdominale indéterminée.
4. Suspicion d'épanchement intra-abdominal (ascite).
5. Traumatisme de l'abdomen.

## Préparation

1. **Préparation du malade.** Le malade ne doit *rien* absorber par voie orale (être à jeun) pendant les 8 heures précédant l'examen. Si une prise de liquide est essentielle pour éviter une déshydratation, ne donner que de l'eau. En cas de symptomatologie aiguë pratiquer l'examen sans attendre. Pour les enfants — si la situation clinique le permet — ne *rien* leur donner par voie orale pendant les 2 heures avant l'examen.



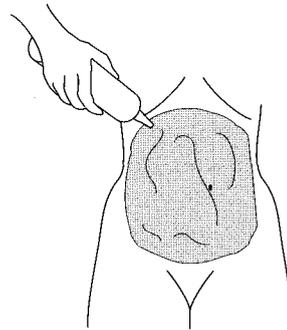
Au cours de l'examen, s'il n'existe pas de contre-indication clinique, il peut être utile de faire boire de l'eau au patient surtout pour l'examen du pancréas, de la partie inférieure de l'abdomen et du pelvis (voir p. 113 et p. 196).



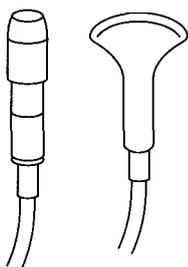
2. **Position du malade.** Le malade doit être allongé confortablement sur le dos (décubitus) la tête reposant sur un petit oreiller; si l'abdomen est très sensible, on peut placer un autre coussin sous les genoux.

Etaler le gel de couplage sur l'abdomen.

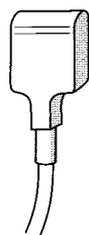
On peut permettre au malade de respirer tranquillement, mais lors de l'examen d'un organe particulier, il doit retenir sa respiration.



3. **Choix du transducteur.** Utiliser une sonde de 3,5 MHz pour les adultes. Prendre une sonde de 5 MHz pour les enfants ou les adultes minces. Des sondes courbes ou sectorielles sont préférables si on en dispose.



3,5 MHz  
adultes



5 MHz  
enfants

4. **Réglage correct.** Commencer en plaçant le transducteur sur la ligne médiane de l'abdomen dans sa partie haute (l'angle xyphoïde) et le maintenir en place en demandant au malade une inspiration profonde bloquée.

Incliner le transducteur vers la droite pour voir le foie. Régler le gain de façon à obtenir une image d'homogénéité et de structure normales. Il doit être possible d'identifier la structure linéaire extrêmement réfléchissante du diaphragme au contact de la partie postérieure du foie (Fig. 27a).

Les branches portes et les veines sus-hépatiques doivent être visibles sous forme de structures tubulaires à la lumière vide d'échos. Les parois des veines portes peuvent présenter quelques échos brillants, mais les parois des veines sus-hépatiques sont moins échogènes (Fig. 27b).

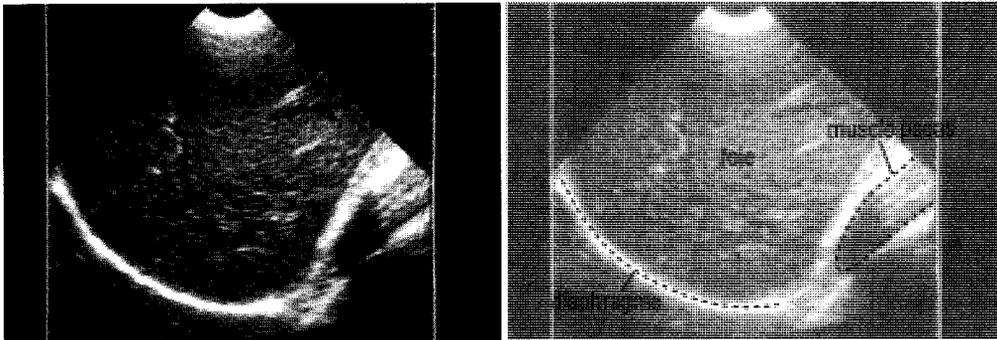
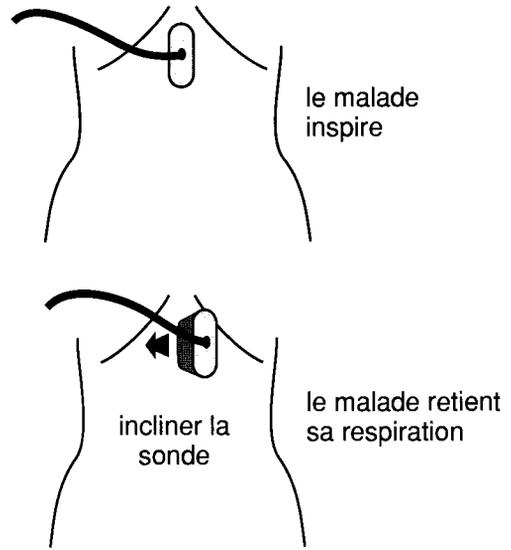


Fig. 27a. Coupe longitudinale: foie normal et diaphragme.

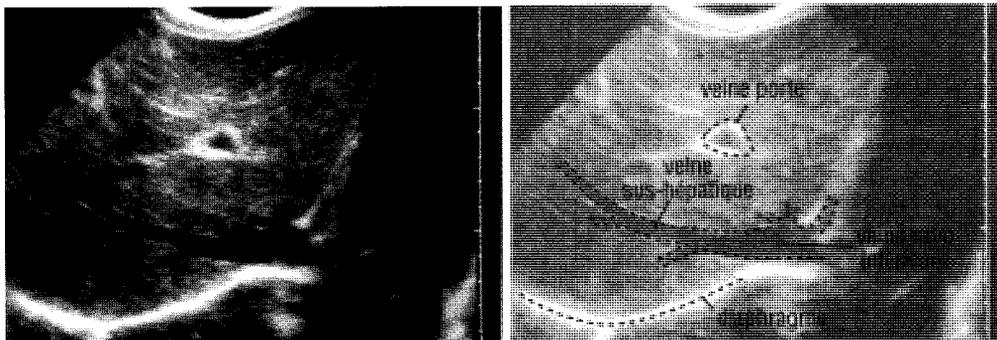


Fig. 27b. Coupe longitudinale: veine porte et veine sus-hépatique.

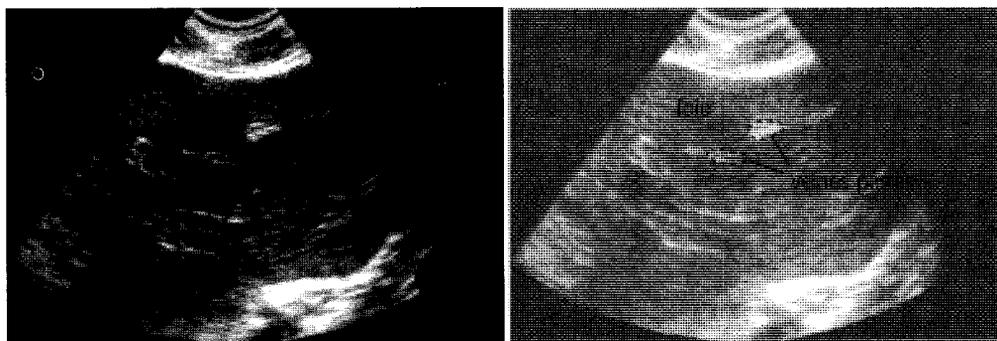


Fig. 27c. Coupe transversale d'un foie normal.

## Technique d'exploration

Après réglage du gain, déplacer lentement le transducteur de la ligne médiane vers la droite, en s'arrêtant pour analyser l'image tous les 1 cm environ. Recommencer à différents étages. Lorsque le côté droit a été exploré examiner le côté gauche de la même façon. La sonde peut être inclinée sous des angles variables pendant cette phase pour fournir plus d'information et de meilleurs repères. Il est très important d'explorer l'abdomen dans sa totalité: si, la partie supérieure du foie et/ou de la rate n'ont pas été visualisés même après avoir incliné le faisceau, une exploration par voie intercostale peut être nécessaire.

Après ces coupes transversales, tourner la sonde de 90° et repartir de la ligne médiane dans l'angle xyphoïde, sous les côtes. De nouveau reconnaître le foie et si besoin, demander au malade d'inspirer profondément pour le voir plus nettement. S'assurer que le réglage du gain est correct. Si nécessaire incliner la sonde vers la tête du malade. Pratiquer des coupes par voie intercostale pour mieux voir le foie et la rate.

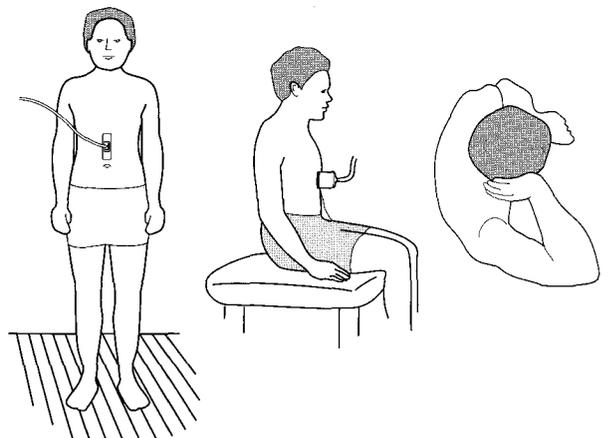
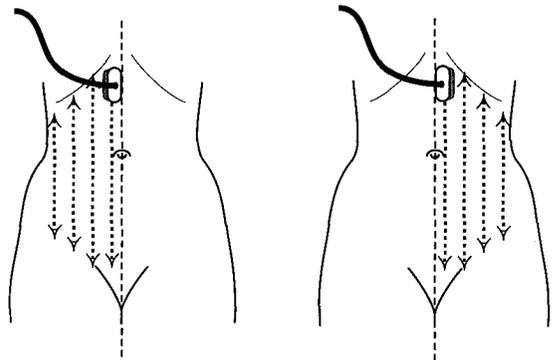
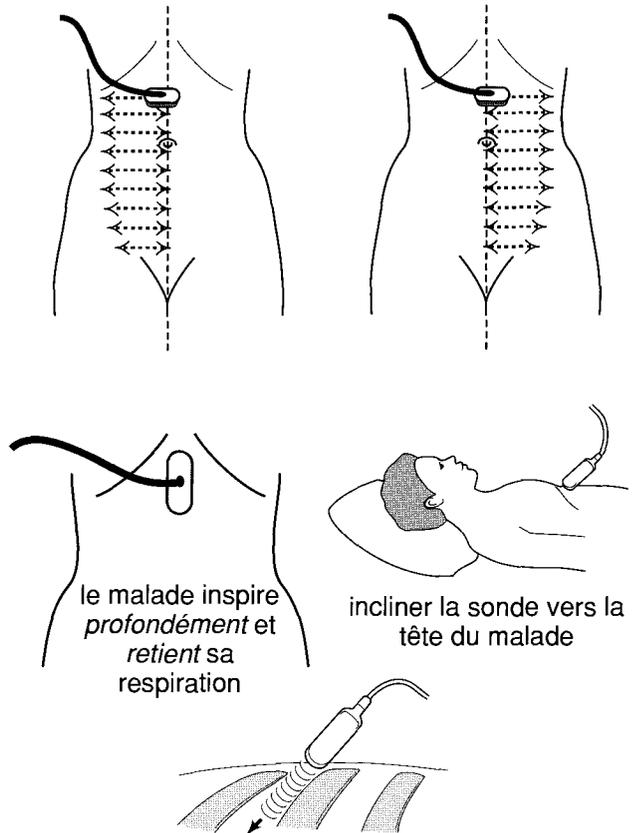
Sous les côtes, maintenir la sonde en position verticale, puis la déplacer verticalement vers les pieds. Recommencer en différents plans pour explorer la totalité de l'abdomen.

Si une région quelconque de l'abdomen n'est pas bien vue, le malade doit être examiné en position assise ou en station debout. Si nécessaire recommencer l'exploration en décubitus latéral. Ceci est particulièrement utile pour visualiser le rein ou la rate. Ne pas hésiter à tourner le malade. Si on suspecte une anomalie quelconque, utiliser la technique décrite au chapitre concernant l'organe.

Il est essentiel d'identifier:

1. L'aorte et la veine cave inférieure.
2. Le foie, la veine porte, les veines sus-hépatiques.
3. Les voies biliaires et la vésicule.
4. La rate.
5. Le pancréas.
6. Les reins.
7. Le diaphragme.
8. La vessie (si elle est remplie).
9. Les organes pelviens.

Si une pathologie quelconque est suspectée au cours de l'exploration abdominale, se reporter au chapitre spécial de ce manuel.



**Notes**

## **CHAPITRE 6**

# **Aorte abdominale**

**Indications 54**

**Préparation 54**

**Technique d'exploration 54**

**Aorte abdominale normale 56**

**Situation atypique (déplacement) de l'aorte 57**

**Anévrisme 58**

**Dissection aortique 60**

**Rétrécissement de l'aorte 61**

**Prothèse aortique 62**

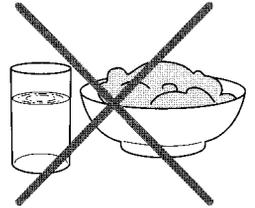
**Aortite idiopathique 63**

## Indications

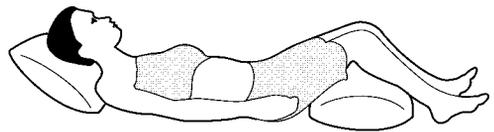
1. Masse pulsatile abdominale.
2. Douleurs sur la ligne médiane de l'abdomen.
3. Troubles circulatoires des membres inférieurs.
4. Traumatisme abdominal récent.
5. Suspicion d'une aortite idiopathique (malade âgé de moins de 40 ans avec des symptômes vasculaires relevant de l'aorte ou de ses branches principales).

## Préparation

1. **Préparation du malade.** Le malade doit être à jeun pendant les 8 heures précédant l'examen. Si une prise de liquide est souhaitable ne donner que de l'eau. Si la symptomatologie est aiguë, procéder à l'examen. Pour les enfants, si leur état clinique le permet, ne rien leur donner pendant 3 heures avant l'examen.

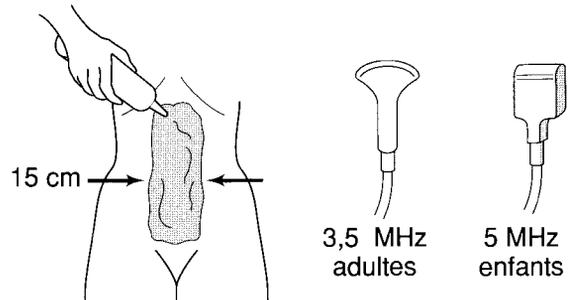


2. **Position du malade.** Le malade doit être allongé confortablement sur le dos (décubitus), la tête reposant sur un petit oreiller; si l'abdomen est très sensible, on peut disposer un coussin sous les genoux.

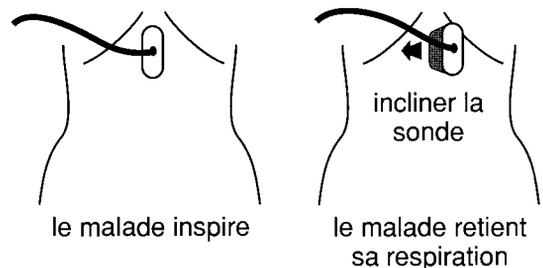


Appliquer le gel de couplage en descendant sur la ligne médiane de l'abdomen sur une largeur de 15 cm, depuis les côtes jusqu'à la symphyse pubienne.

Les résultats de l'examen sont meilleurs lorsque le malade retient sa respiration, mais il peut respirer tranquillement jusqu'à ce qu'une région particulière nécessite un examen plus attentif.

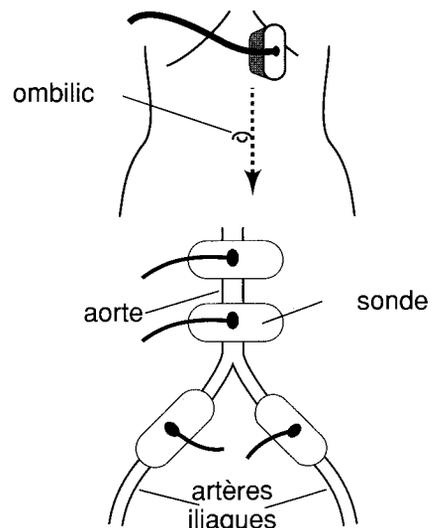


3. **Choix du transducteur.** Prendre une sonde de 3,5 MHz pour les adultes. Utiliser une sonde de 5 MHz pour les enfants et les adultes minces.



4. **Réglage correct du gain.** Commencer par placer la sonde sur la ligne médiane à la partie supérieure de l'abdomen (angle xyphoïde).

Incliner le faisceau vers la droite de façon à obtenir l'image du foie. Régler le gain pour obtenir la meilleure image possible (voir p. 50).



## Technique d'exploration

Déplacer lentement la sonde de la ligne médiane vers la gauche jusqu'à identifier une structure tubulaire pulsatile. La suivre en direction de l'ombilic où on la voit se diviser: c'est la bifurcation aortique (Fig. 28a, b).

Pratiquer des coupes transversales pour mesurer le diamètre de l'aorte à différents niveaux. Visualiser les artères iliaques en angulant légèrement la sonde vers la droite et vers la gauche, juste sous la bifurcation aortique.

Lorsque l'on met en évidence sur l'aorte une zone de variation de calibre (Fig. 28c) ou d'irrégularité, explorer ce niveau par coupes transversales ainsi que les segments voisins au-dessus et en-dessous. Chez les malades âgés le trajet de l'aorte peut varier, on peut observer un certain degré de déplacement ou de changement de direction, mais il ne doit pas exister de variation significative du diamètre aortique. Si l'aorte ne peut être identifiée, explorer par voie dorsale en direction du rein gauche.

### Gaz intestinaux

S'il existe une gêne liée à des gaz intestinaux, exercer une légère pression et incliner la sonde. Utiliser une incidence latérale ou oblique si nécessaire; on peut aussi aborder l'aorte de chaque côté de la colonne vertébrale.

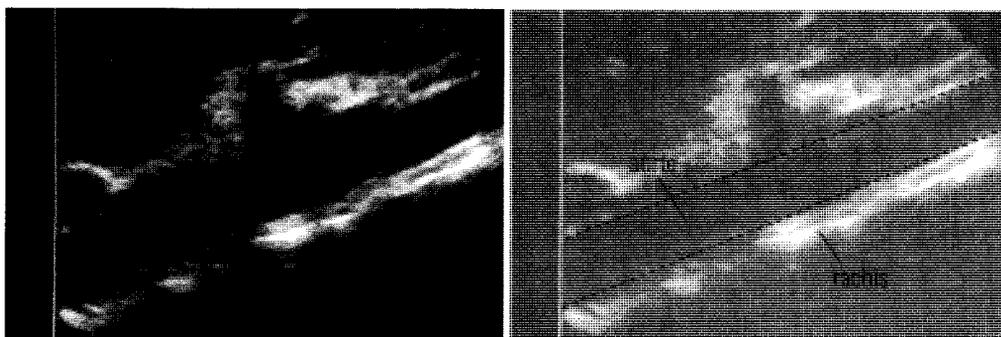
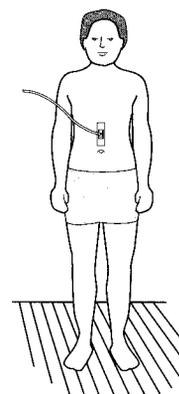
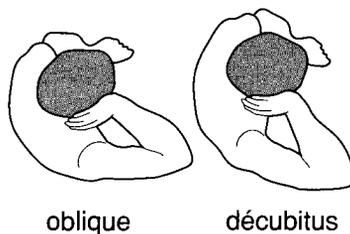


Fig. 28a. Coupe longitudinale: aorte normale.

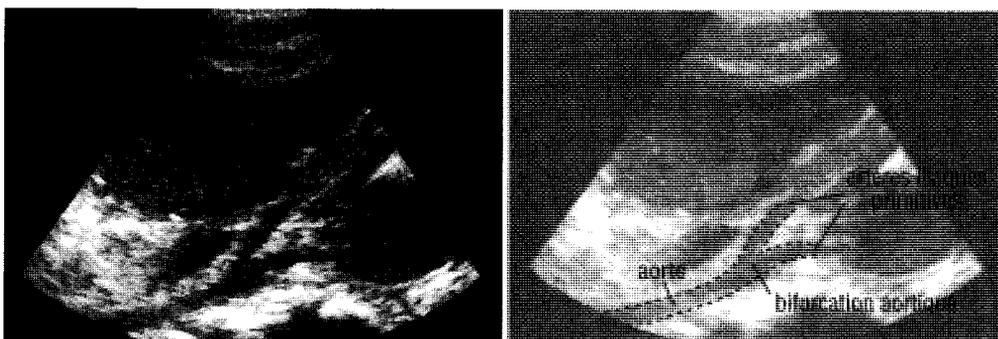


Fig. 28b. Coupe frontale: segment inférieur de l'aorte, bifurcation aortique.

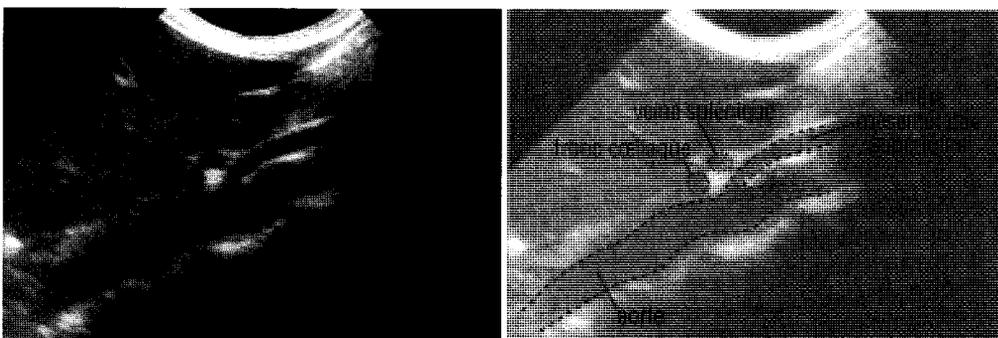


Fig. 28c. Coupe longitudinale: irrégularités de l'aorte chez un malade âgé.

**Au cours de l'examen de l'aorte, le tronc coeliaque et l'artère mésentérique supérieure sont des repères essentiels.**

## Aorte abdominale normale

Le diamètre transversal normal de l'aorte chez l'adulte (le diamètre interne maximum servant pour la mesure) varie de 3 cm au niveau de l'appendice xyphoïde jusqu'à 1 cm environ au niveau de la bifurcation.

Le diamètre transversal doit être égal au diamètre vertical.

Les mesures doivent être prises en différents points en descendant le long de l'aorte. Toute augmentation importante du diamètre en progressant vers la partie inférieure est anormale (fig. 29).

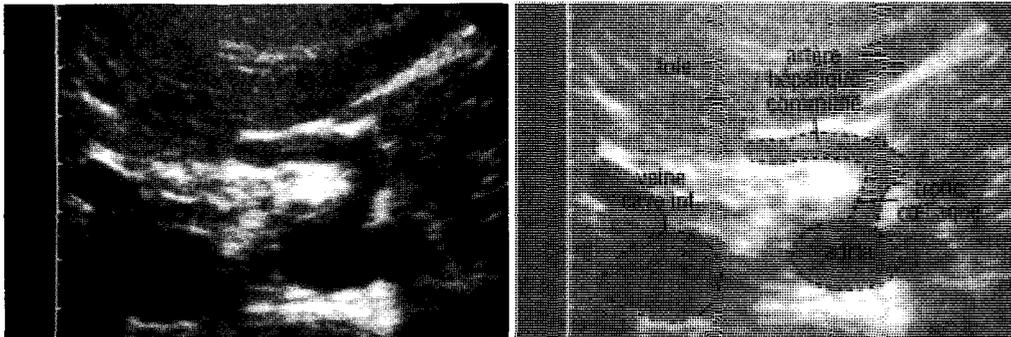
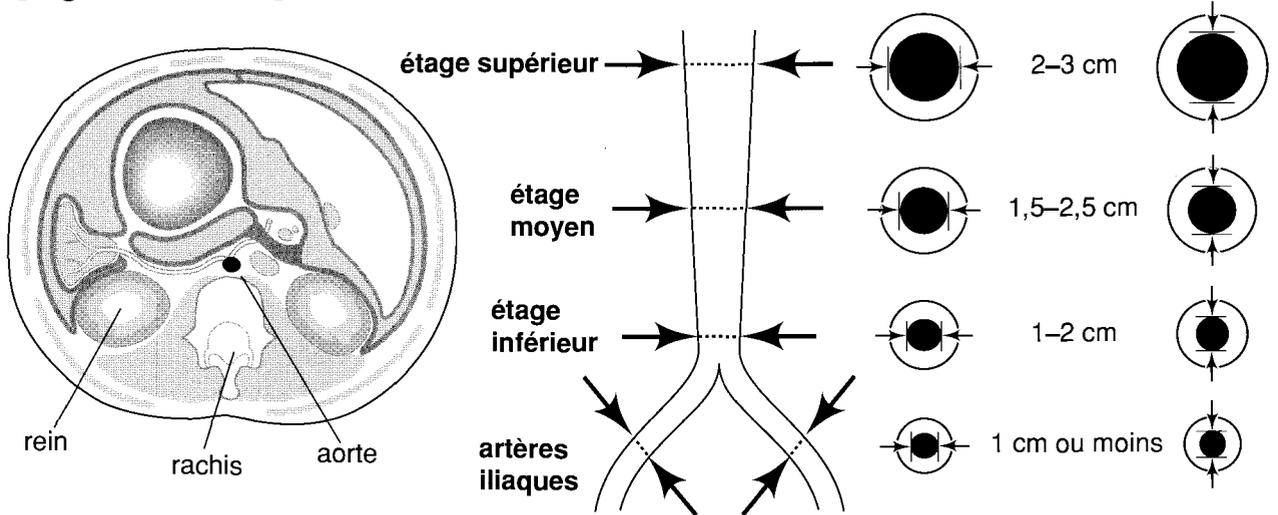


Fig. 29a. Coupe transversale: le segment supérieur de l'aorte abdominale et le tronc coeliaque.

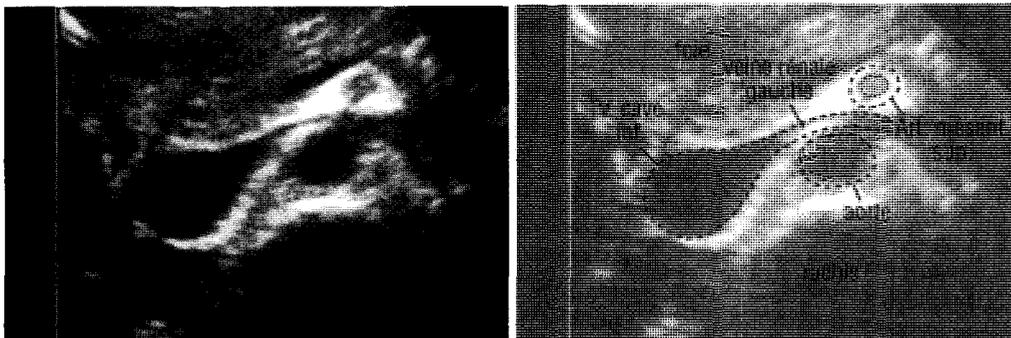


Fig. 29b. Coupe transversale: le segment moyen de l'aorte abdominale et artère mésentérique supérieure.

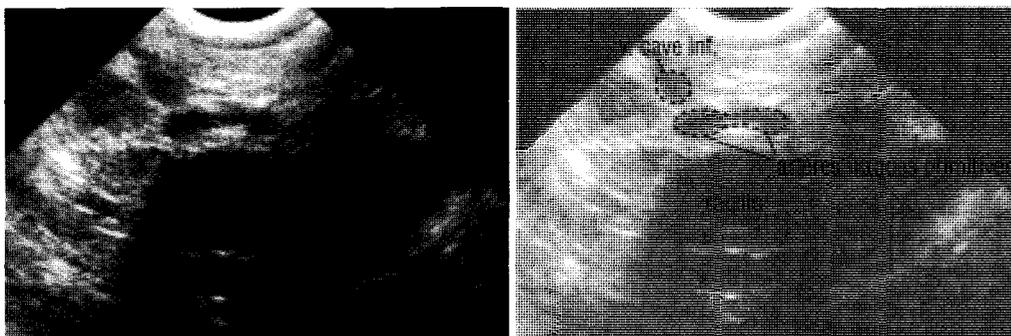


Fig. 29c. Coupe transversale: l'aorte au niveau de la bifurcation.

## Situation atypique (déplacement) de l'aorte

L'aorte peut être déplacée (déviation aortique) par une scoliose, par une masse rétro-péritonéale ou une adénopathie para-aortique. Chez certains patients, des adénopathies peuvent simuler un anévrisme. Des coupes transversales minutieuses seront nécessaires pour identifier l'aorte avec ses pulsations: les adénopathies ou les autres masses extra-aortiques sont situées en arrière ou tout autour de l'aorte (Fig. 30).

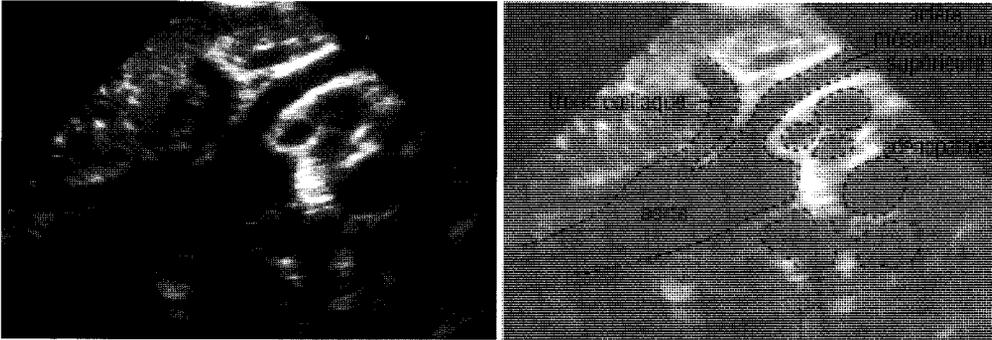
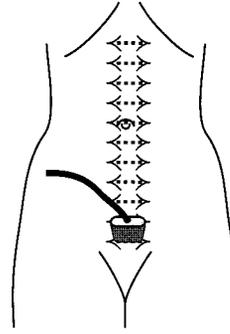


Fig. 30a. Coupe longitudinale: déplacement de l'aorte abdominale par des ganglions lymphatiques hypertrophiés.

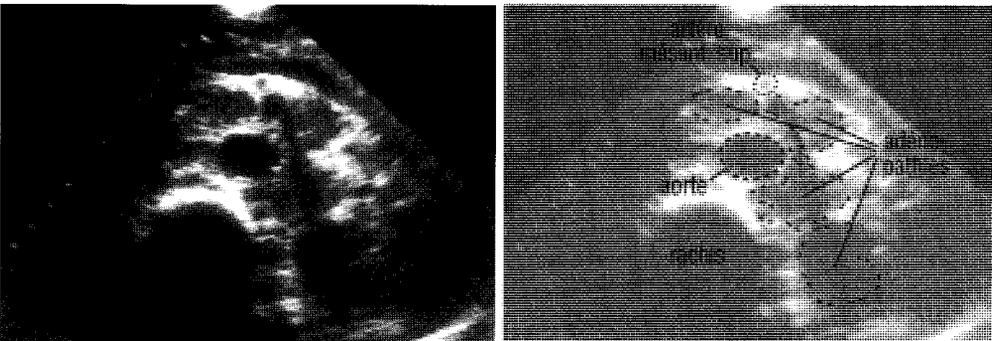


Fig. 30b. Coupe transversale: l'aorte abdominale est presque entièrement entourée par des adénopathies.

**Toute coupe transversale de l'aorte montrant un diamètre de plus de 5 centimètres, réclame d'urgence un examen clinique. Une aorte de cette taille présente un risque important de rupture.**

## Anévrisme

Une augmentation significative du diamètre aortique à mesure que l'on descend vers le pelvis est pathologique. Toute coupe aortique d'un diamètre supérieur à la normale correspond probablement à une dilatation anévrysmale. Cependant, il convient de différencier un anévrisme d'une dissection (p. 60); chez les malades âgés une aorte sinueuse peut être une source d'erreur. Un anévrisme peut être localisé ou étendu, symétrique ou asymétrique (sacculaire) (Fig. 31a, b). Des échos internes peuvent être dus à des caillots (thrombi) qui peuvent rétrécir localement la lumière aortique (Fig. 31c). En cas de thrombose, la mesure du diamètre doit couvrir à la fois le thrombus et la lumière libre d'échos. Il est également important de mesurer la longueur du segment aortique pathologique (voir aussi Dissection aortique, p.60 et Aortite idiopathique, p. 63).

Un rein "en fer à cheval" ou une masse, par exemple, des adénopathies peuvent être confondus à l'examen clinique avec un anévrisme pulsatile. Un rein en "fer à cheval" est anéchogène; il n'apparaît pulsatile que par son contact avec l'aorte qu'il recouvre. Des coupes transversales, et si besoin en oblique, permettront de différencier l'aorte du tissu rénal.

**La section transversale de l'aorte ne doit pas dépasser 3 cm à tout niveau. Si le diamètre est supérieur à 5 cm ou si la taille d'un anévrisme augmente rapidement (une augmentation du diamètre de 1 cm par an est considérée comme rapide), il existe une importante probabilité de rupture.**

**S'il existe une collection liquidienne au voisinage d'un anévrisme aortique tandis que le malade accuse des douleurs, la situation est grave. Une rupture peut avoir eu lieu.**

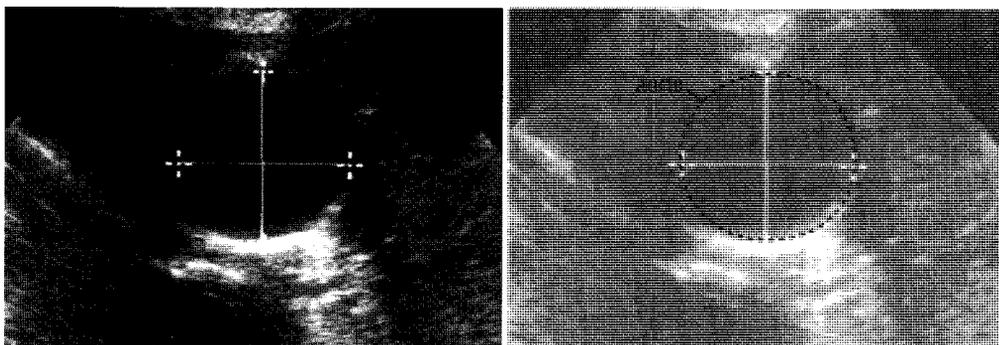


Fig. 31a. Coupe transversale: anévrisme symétrique de l'aorte abdominale.

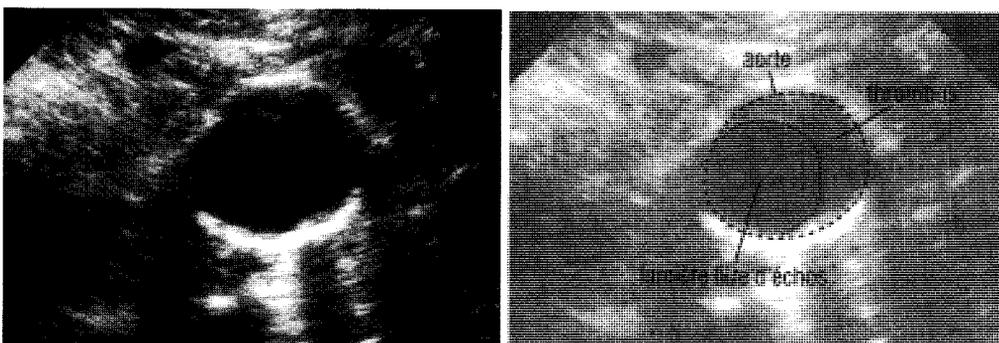


Fig. 31b. Coupe transversale: anévrisme asymétrique (sacculaire) de l'aorte abdominale avec thrombus dans la lumière.

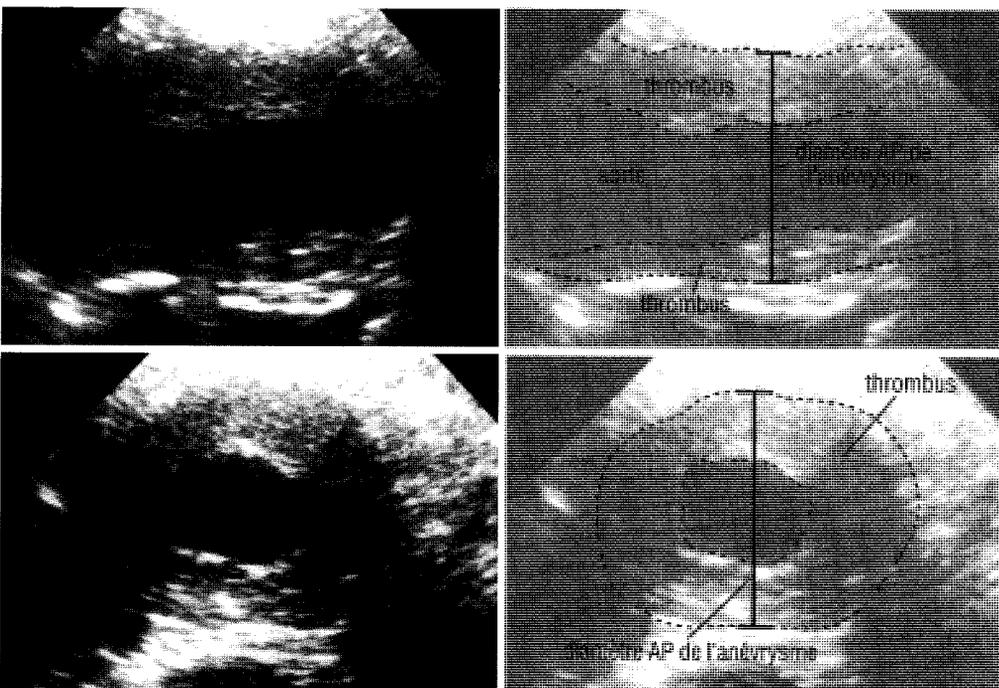


Fig. 31c. Coupes longitudinale (en haut) et transversale (en bas) d'un anévrisme aortique: la lumière est rétrécie par un thrombus.

## Dissection aortique

La dissection aortique peut se produire à n'importe quel niveau (Fig. 32a) sur un segment étendu ou limité. La dissection affecte le plus couramment l'aorte thoracique dont la visualisation par ultra-sons est difficile. L'image d'une dissection peut évoquer un dédoublement aortique ou une double lumière (Fig. 32b). La présence d'un caillot dans la lumière (thrombus) peut être une importante cause d'erreur car la lumière apparaît alors rétrécie (Fig. 31c, p. 59).

Dans tous les cas où il existe une modification du diamètre de l'aorte (élargissement ou rétrécissement), on doit suspecter une dissection. Des coupes longitudinales et transverses sont indispensables pour montrer la longueur totale de la dissection. Des coupes obliques sont aussi nécessaires pour évaluer avec précision la totalité de l'extension.

Après le diagnostic d'anévrisme ou de dissection, la situation des artères rénales doit être précisée avant tout acte chirurgical pour juger de leur implication (Fig. 32c). Si possible, il faut préciser aussi l'état des artères iliaques (voir aussi pp. 56-59).

**La constatation clinique d'une masse franchement pulsatile dans la partie moyenne de l'abdomen est une indication d'échographie.**

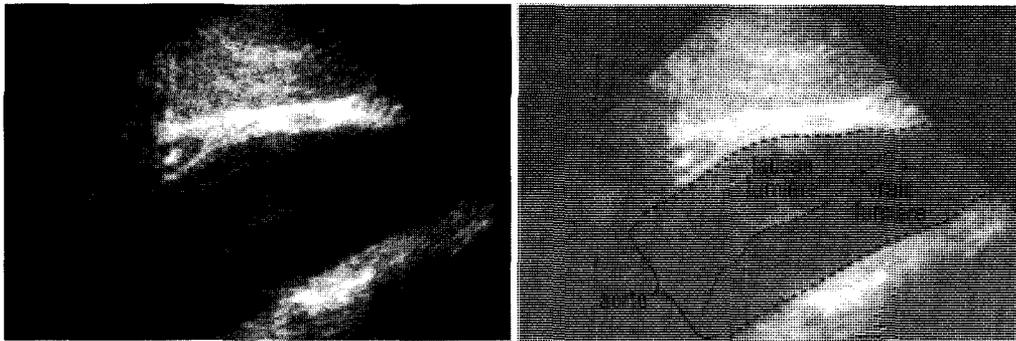


Fig. 32a. Coupe longitudinale: dissection aortique.

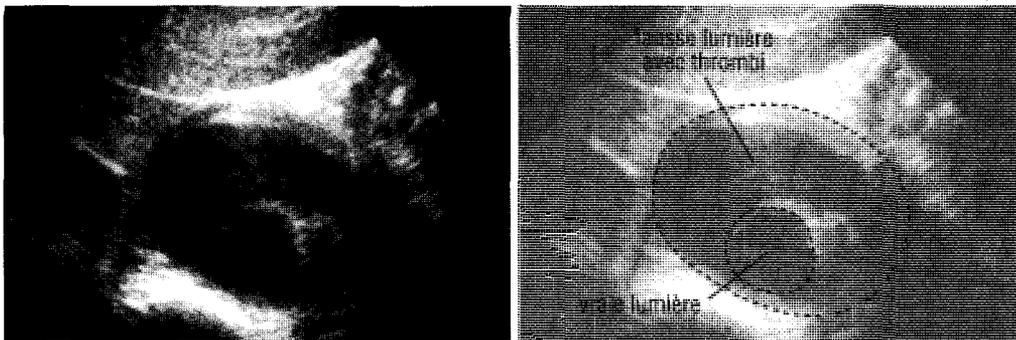


Fig. 32b. Coupe transversale: l'aorte apparaît dédoublée en raison de la dissection.

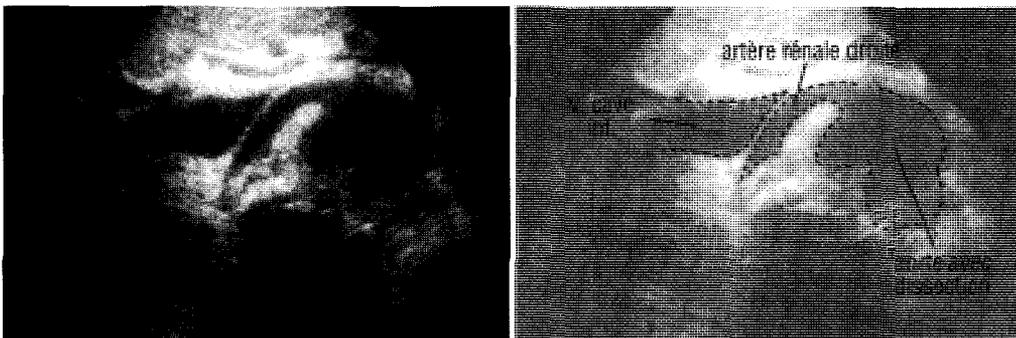


Fig. 32c. Coupe transversale: dissection de l'aorte abdominale au niveau des artères rénales.

## Rétrécissement de l'aorte

Tout rétrécissement localisé de l'aorte est significatif, doit être bien objectivé et mesuré dans tous ses diamètres avec coupes longitudinales et transversales pour déterminer l'étendue du rétrécissement.

L'importance des calcifications athéromateuses tout au long de l'aorte doit être établie. Dans la mesure du possible, l'aorte doit être suivie au-delà de la bifurcation jusqu'aux artères iliaques droite et gauche, qui doivent être examinées à la recherche de rétrécissements ou de dilatations (Fig. 33a, b) (voir p. 56 pour les mesures normales).

Chez les malades âgés, l'aorte peut être sinueuse ou rétrécie par de l'artériosclérose localisée ou diffuse. Les calcifications des tuniques de l'aorte peuvent provoquer des foyers d'ombre acoustique sur les coupes. Un thrombus peut se développer, surtout au niveau de la bifurcation aortique, avec pour conséquence l'occlusion du vaisseau. Un écho-Doppler ou une aortographie (radiographie avec produit de contraste) peuvent être nécessaires. Chaque segment aortique doit être étudié avant de porter le diagnostic de sténose ou de dilatation.

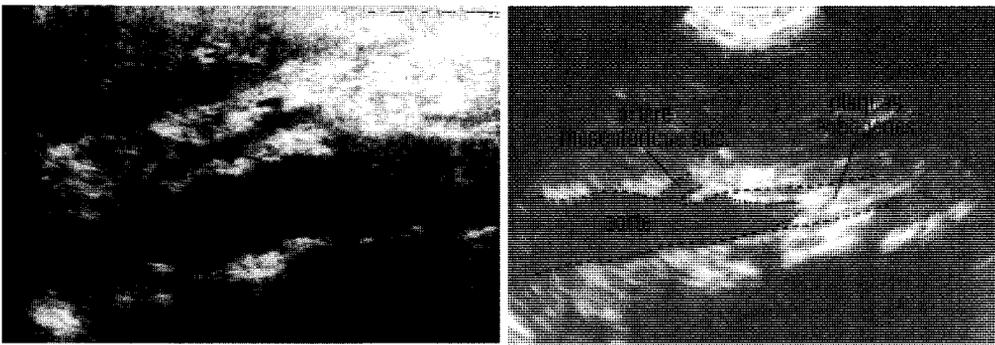


Fig. 33a. Coupe longitudinale: sténose de l'aorte abdominale due à une thrombose au voisinage d'une plaque d'athérome en partie calcifiée.

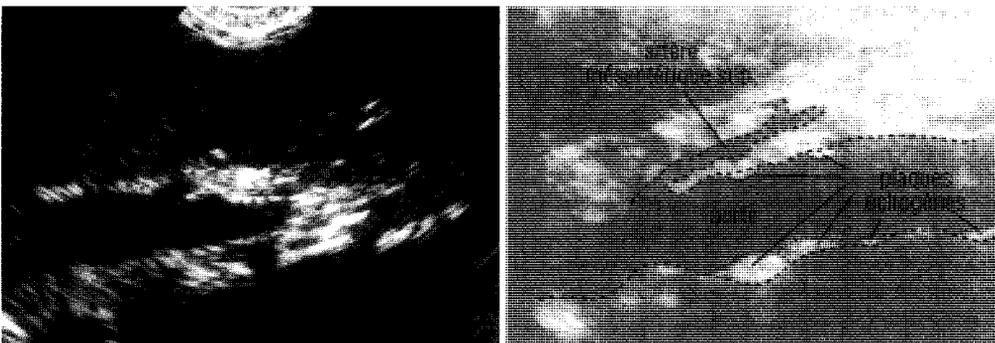


Fig. 33b. Coupe longitudinale: aorte sinueuse chez un malade âgé.

## Prothèse aortique

Lorsque le malade a fait l'objet d'une réparation chirurgicale de l'aorte, il est important de vérifier la situation et le calibre de la prothèse et d'éliminer, grâce à des coupes transversales une dissection ou un défaut d'étanchéité. Une collection liquidienne au voisinage d'une prothèse récemment posée peut traduire une hémorragie; mais peut aussi résulter d'un œdème post-opératoire ou d'une infection. Une confrontation avec le contexte clinique et un suivi échographique sont essentiels. Dans tous les cas la prothèse doit être examinée sur toute son étendue de même que l'aorte sus-, et sous-jacente (Fig. 34).

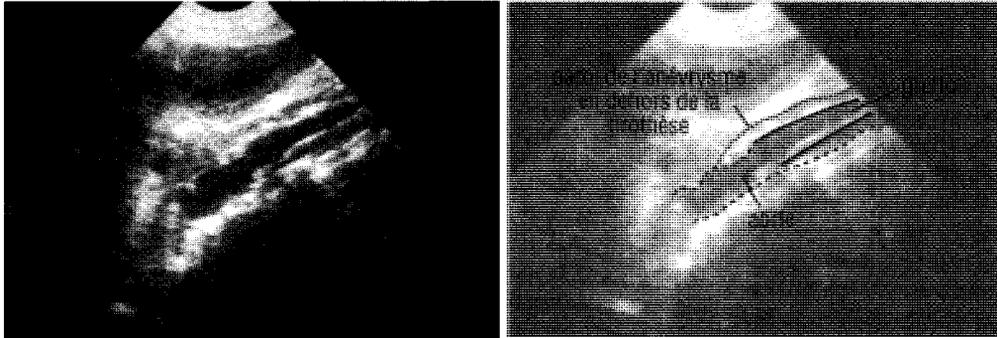


Fig. 34a. Coupe longitudinale: aorte avec prothèse intraluminaire.

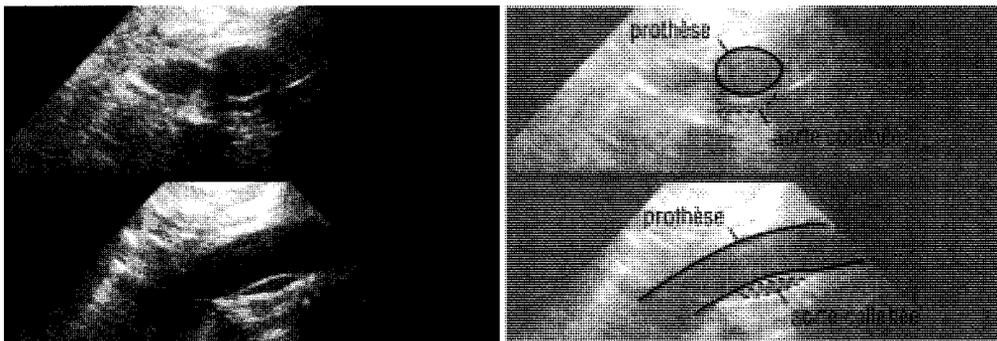


Fig. 34b. Coupes transversales (en haut) et longitudinales (en bas) d'un anévrysme de l'aorte avec prothèse chirurgicale.

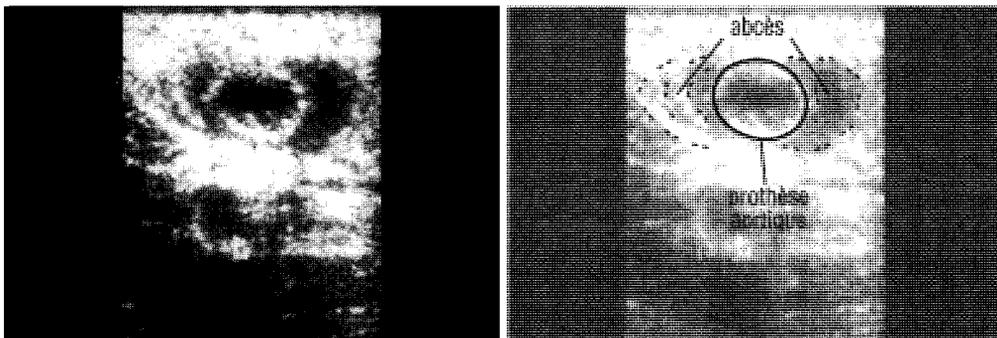


Fig. 34c. Coupe transversale: infection sur prothèse aortique ayant évolué vers l'abcès. Une fuite sanguine à partir d'un anévrysme peut offrir le même aspect.

## Aortite idiopathique

Les anévrysmes par aortite idiopathique surviennent surtout chez la femme de moins de 35 ans, mais peuvent se voir parfois chez les enfants. L'aortite peut affecter n'importe quel segment de l'aorte descendante et provoquer une dilatation tubulaire, une dilatation asymétrique ou une sténose. L'examen des aires rénales est indispensable pour vérifier la perméabilité des artères rénales. Les malades porteurs d'une aortite doivent être réexaminés tous les 6 mois, un segment sténosé pouvant secondairement se dilater et devenir anévrysmal. Comme l'aorte thoracique échappe à l'échographie, une aortographie est nécessaire pour explorer l'aorte dans sa totalité, depuis les valvules aortiques jusqu'à la bifurcation, et pour visualiser ses branches principales (Fig. 35).

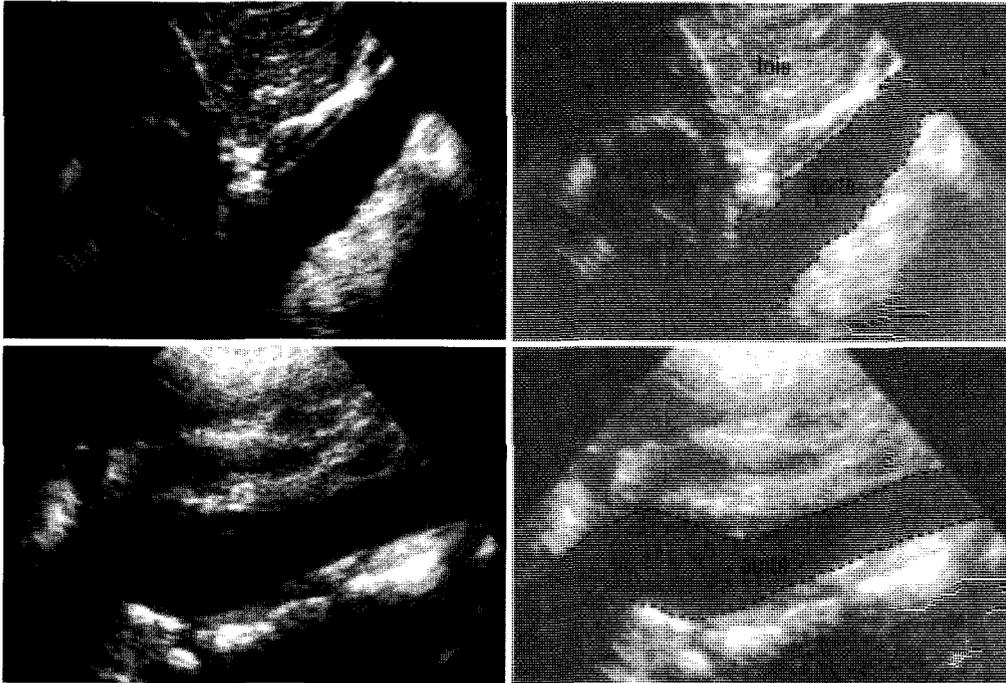


Fig. 35a. Coupes longitudinales: aortite idiopathique chez une fillette de 11 ans. La partie supérieure de l'aorte abdominale est dilatée et irrégulière (en haut); le vaisseau devient plus régulier et son diamètre normal dans la partie moyenne de l'abdomen (en bas).

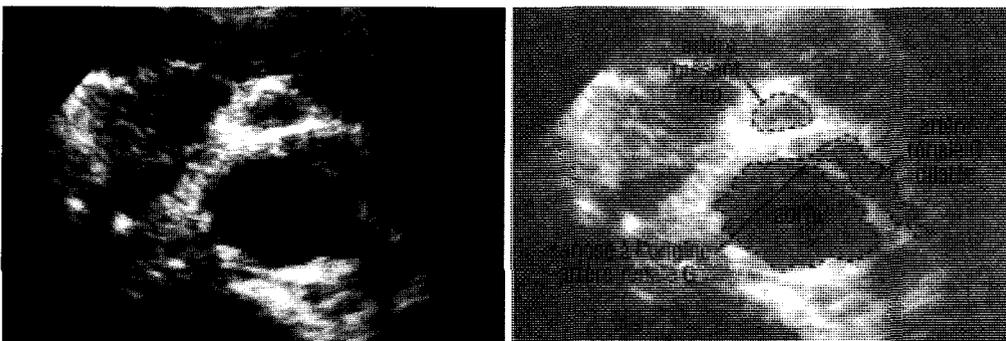


Fig. 35b. Coupe transversale de la même malade montrant une dilatation post-sténotique de l'artère rénale.

**Notes**

## CHAPITRE 7

# Veine cave inférieure

**Indications 66**

**Préparation 66**

**Technique d'exploration 66**

**La veine cave inférieure normale 67**

**Anomalies de la veine cave 68**

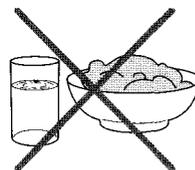
**Masses intra-caves 69**

## Indications

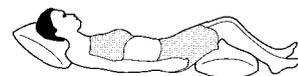
1. Survenue récente d'une dilatation des veines des membres inférieurs, avec ou sans phlébite (inflammation).  
Les varices ne sont pas une indication d'échographie.
2. Suspicion d'embolie pulmonaire, éventuellement multiple.
3. Tumeur rénale.

## Préparation

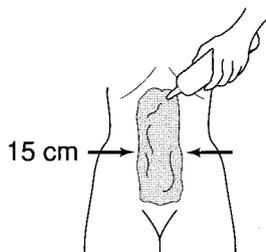
1. **Préparation du malade.** Le malade doit être à jeun pendant les 8 heures précédant l'examen. Si une prise de liquide est essentielle pour éviter une déshydratation, ne donner que de l'eau. Si la symptomatologie est aiguë, procéder à l'examen.



2. **Position du malade.** Le malade doit être allongé confortablement sur le dos (décubitus), la tête sur un oreiller; si nécessaire on peut placer un coussin sous les genoux.



Appliquer largement le gel de couplage sur une largeur de 15 cm, sur la ligne médiane en descendant des côtes à la symphyse pubienne.



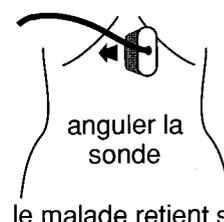
3. **Choix du transducteur.** Pour les adultes, prendre une sonde de 3,5 MHz curvilinéaire. Utiliser une sonde de 5 MHz chez les enfants ou les adultes minces.



4. **Réglage correct du gain.** Commencer par placer la sonde sur la ligne médiane, à la partie supérieure de l'abdomen (angle xyphoïde).



le malade inspire



le malade retient sa respiration

Incliner le rayon vers la droite pour visualiser l'image du foie. Régler le gain de façon à obtenir la meilleure image possible (voir p. 50).

## Technique d'exploration

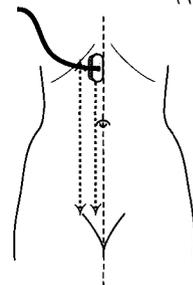
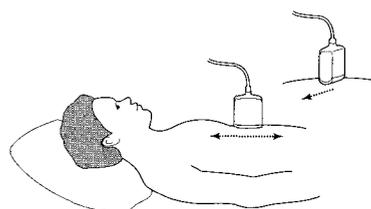
L'examen s'effectue normalement en inspiration profonde bloquée ou en respirant lentement. Faire retenir la respiration toutes les fois que l'on suspecte une image anormale.

Les coupes sont habituellement longitudinales et transversales. Si des gaz intestinaux perturbent l'image, un abord oblique ou latéral peut être nécessaire pour un meilleur résultat. Un examen en position debout peut également être utile.

Des coupes longitudinales montreront la veine cave dans sa longueur ainsi que son diamètre. Elle se présente comme une structure tubulaire, à contenu liquidien, située à droite de l'aorte. Des coupes transversales objectiveront le diamètre à différents niveaux.

Commencez l'examen en plaçant le transducteur au milieu de la partie supérieure de l'abdomen (angle xyphoïde). Angulez la sonde vers la droite de façon à voir la veine cave le long du bord droit du rachis.

En inspiration profonde bloquée, la veine cave inférieure se dilate et son image devient plus nette. Examinez ensuite la veine cave pendant les mouvements respiratoires. La paroi du vaisseau est mince, régulière et moins dense que celle de sa voisine, l'aorte. La veine cave est très nettement contrastée par rapport aux tissus voisins.



## La veine cave inférieure normale

Il doit se produire pendant la respiration des modifications du diamètre de la veine cave inférieure, qui normalement se collabre en inspiration, et se dilate en expiration: ces variations permettent de reconnaître la veine cave et de la différencier de l'aorte. En coupe transversale, la section de la veine cave apparaît aplatie, ovale, tandis que l'aorte est arrondie (Fig. 36a). La veine cave inférieure s'aplatit encore plus pendant l'inspiration; elle est plus ovale pendant l'expiration, particulièrement en expiration forcée bloquée (manoeuvre de Valsalva) (Fig. 36b).

Une fois la veine cave inférieure identifiée, une exploration attentive montrera les veines hépatiques et rénales et parfois les veines iliaques.

Chez les malades âgés, l'aorte déplace parfois la veine cave vers la droite et peut même passer en avant. Rarement, il peut exister deux veines caves, une de chaque côté de l'aorte. Le vaisseau supplémentaire peut être pris par erreur, en raison de son caractère hypo-échogène, pour une adénopathie. Les variations de dimensions de chacune des veines caves pendant la respiration permettront de les distinguer de telles structures solides.

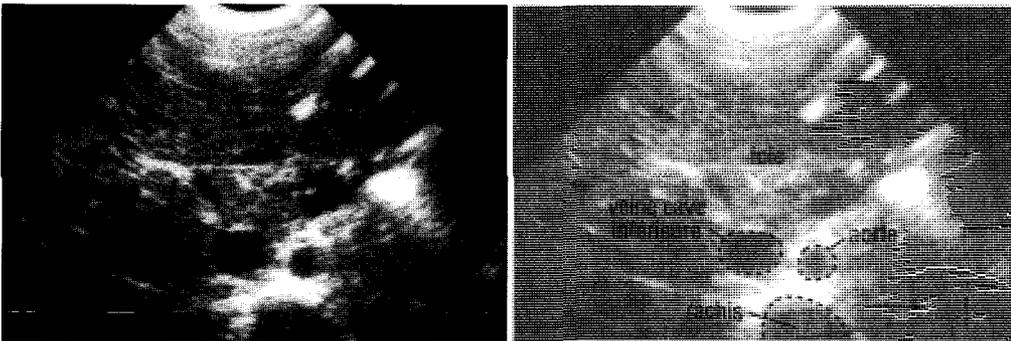


Fig. 36a. Coupe transversale: veine cave inférieure et aorte.

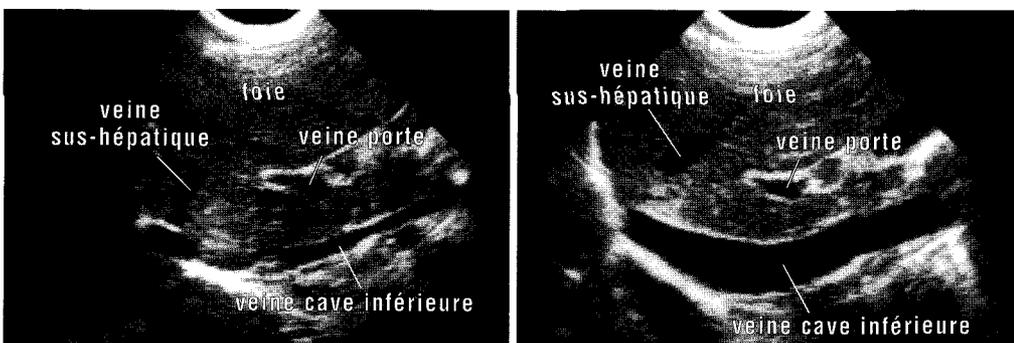


Fig. 36b. Coupes longitudinales: aplatissement de la veine cave en inspiration (à gauche) par rapport à l'expiration (à droite).

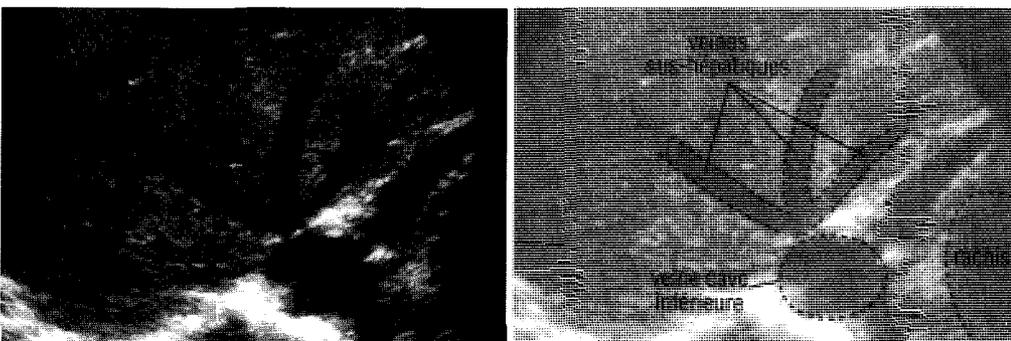


Fig. 36c. Coupe transversale: veine cave inférieure et veines sus-hépatiques.

## Anomalies de la veine cave

Une dilatation de la veine cave survient en cas d'insuffisance cardiaque. Il n'y a plus alors de variation significative du diamètre pendant la respiration; les branches majeures de la veine peuvent être dilatées elles-aussi (Fig. 37a).

Les tumeurs du foie, des adénopathies, une fibrose rétro-péritonéale peuvent entraîner une compression de la veine cave (Fig. 37b).

Un déplacement antérieur de la veine cave peut être provoqué par une déformation vertébrale, un abcès vertébral (par exemple un abcès tuberculeux du psoas) (Fig. 37c) ou une tumeur rétro-péritonéale comme un lymphome (Fig. 37d).

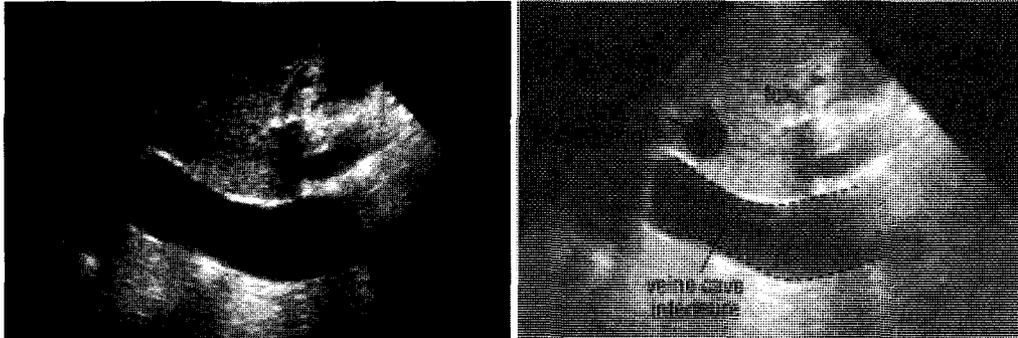


Fig. 37a. Coupe longitudinale: dilatation de la veine cave chez un malade atteint d'insuffisance cardiaque droite.

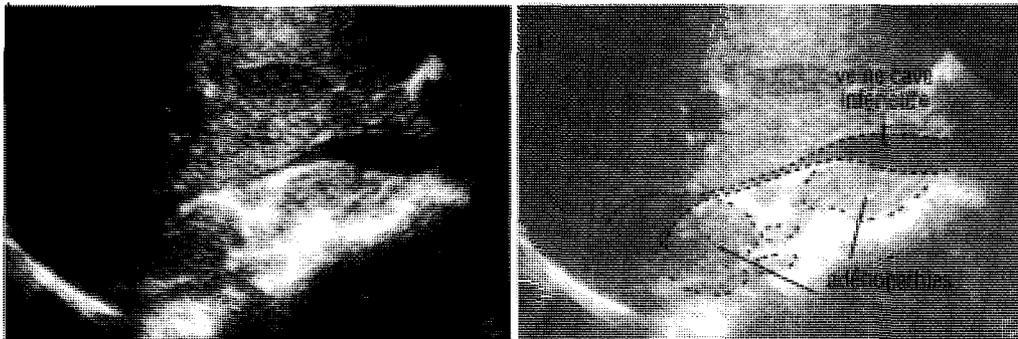


Fig. 37b. Coupe longitudinale: compression de la veine cave inférieure par hypertrophie ganglionnaire.

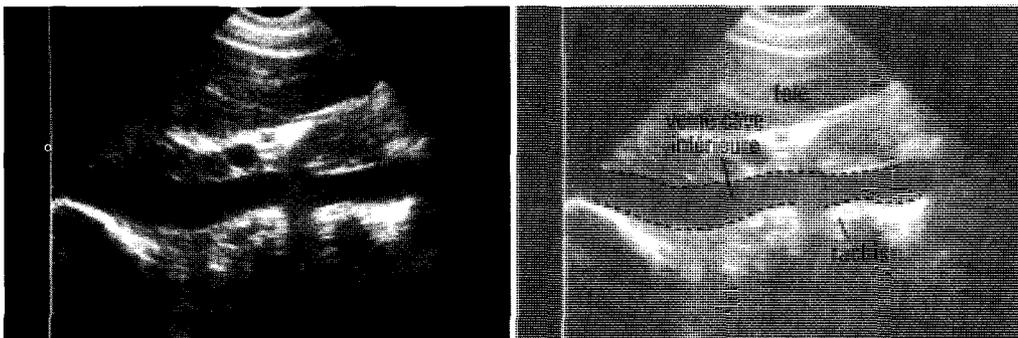


Fig. 37c. Coupe longitudinale: déplacement antérieur de la veine cave d'origine vertébrale.

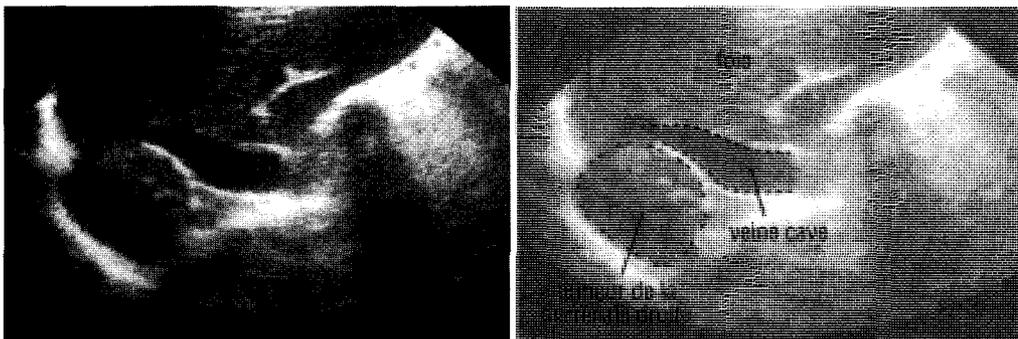


Fig. 37d. Déplacement et compression de la veine cave inférieure par une tumeur surrénalienne.

## Masses intra-caves

Des structures échogènes, bien limitées, situées dans la lumière de la veine cave sont probablement dues à un thrombus ou à l'extension d'une tumeur rénale (Fig. 38a). Vérifiez toujours le contour externe du rein après découverte de structures échogènes intra-caves. L'existence d'une large veine parallèle au trajet de la veine cave peut traduire la dilatation d'une veine ovarienne ou spermatique (Fig. 38b). Après mise en évidence d'échos très brillants avec ombre acoustique, à l'intérieur de la veine cave, l'histoire clinique doit permettre de préciser s'il s'agit d'un filtre intra-luminal (filtre de Greenfield) (Fig. 38c).

La suspicion d'une thrombose ou d'une tumeur rend essentielle l'exploration de la veine cave sur tout son trajet pour déterminer l'étendue du processus avant tout acte chirurgical. L'envahissement de la veine cave survient en cas de tumeur rénale, d'hépatocarcinome ou de carcinome surrénalien (voir Chapitre 13). En cas de doute, une cavographie, une scanographie, voire une IRM peuvent être nécessaires.

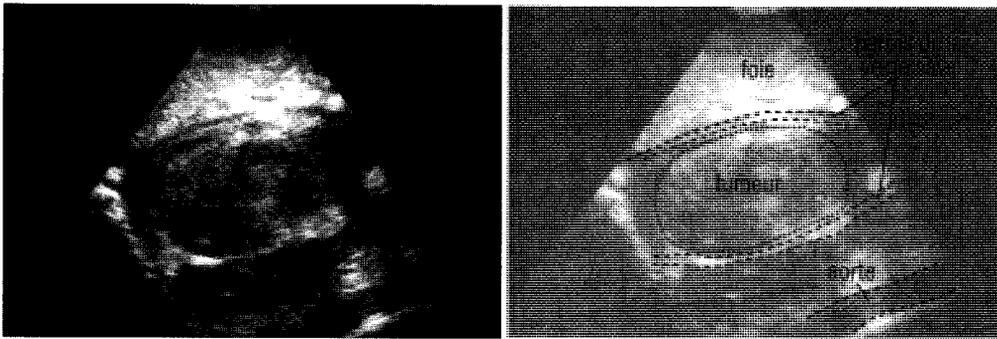


Fig. 38a. Coupe frontale: tissu tumoral occupant la lumière de la veine cave inférieure.

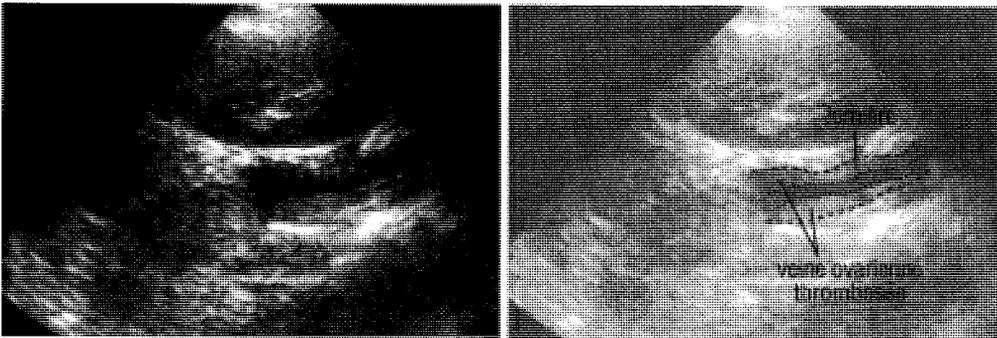


Fig. 38b. Coupe frontale: thrombose de la veine ovarienne.

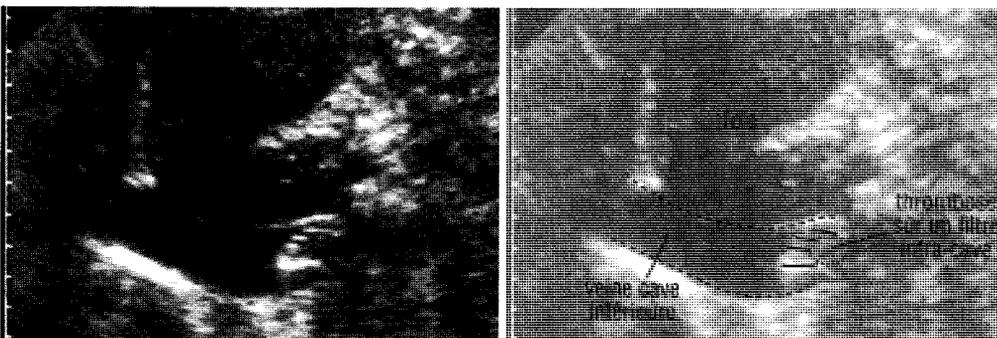


Fig. 38c. Coupe longitudinale: veine cave oblitérée par une thrombose autour d'un filtre intra-luminal.

**Notes**