

COMMENT J'EXPLORE...

Apport de l'échographie 3D/4D en obstétrique

F. CHANTRAINE (1), J.P. SCHAAPS (2), J.M. FOIDART (3)

RÉSUMÉ : La technique 3D est devenue, au cours des dernières années, un outil performant dans la visualisation par ultrasons. En échographie obstétricale en particulier, où elle occupe, à côté du 2D temps-réel et du Doppler couleur une place de plus en plus importante. Nous discuterons les avantages et les défauts actuels de cette nouvelle technologie.

MOTS-CLÉS : *Echographie - Obstétrique - Fœtus*

THE BENEFIT OF 3D/4D ULTRASOUND IN OBSTETRICS

SUMMARY : During recent years, 3D has become an important tool in ultrasound. In obstetrics, the classic 2D examination with Doppler is now often completed by 3D. In this article the strengths and weaknesses of this technique are discussed.

KEYWORDS : *3D echo- Obstetrics - Fetus*

INTRODUCTION

Les premières publications concernant l'échographie 3D remontent aux années 90 (1). La réduction du coût des appareils et, surtout, l'augmentation de la vitesse de calcul, des capacités de mémoire, associés à une convivialité homme/machine en croissance ont suscité depuis quelques années un nombre important de publications.

Malgré tout, de nombreux échographistes se posent toujours la question du bénéfice réel qu'apporte la saisie électronique d'un volume 3D qu'auparavant, il fallait reconstruire mentalement sur base du seul raisonnement de l'examineur.

C'est donc le moment de faire le point sur l'échographie 3D en obstétrique en 2007.

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU 3D

Toutes les techniques d'imagerie ont connu le même parcours. Le principe de base est identique : un émetteur de vecteurs d'information (RX ou son de haute fréquence) crée une ligne d'information captée par un récepteur. C'est le mode unidirectionnel (mode A). Si on parvient à mettre en mémoire plusieurs lignes en tenant compte de leur relation spatiale, on obtient une coupe bidimensionnelle (mode B ou 2D).

L'échographie «classique» 2D se définit par une image issue d'une mémoire matricielle faite de points mémoriels (pixels). La position de chaque pixel est définie selon les deux axes X et Y. La technique 3D cumule maintenant une succession de ces plans 2D pour créer le volume 3D. Dans ce volume, chaque point mémoriel volumique (voxel) est donc positionné dans les trois plans de l'espace (x, y, z).

Un volume 3D peut être réalisé selon plusieurs méthodes :

- L'acquisition manuelle : l'opérateur balaye, avec une sonde standard 2D, la zone d'intérêt et

l'appareil d'échographie accumule les images 2D en un volume. Cette technique nécessite un mouvement lent et constant de la main de l'opérateur pour limiter les artéfacts. Il faut savoir qu'avec ce mode de saisie, des mesures de distance ne sont pas possibles. La reconstruction spatiale est imparfaite et les mesures de distance dans le volume ne sont pas fiables.

- L'acquisition 3D automatique nécessite une sonde mécanique spécifique 3D. L'opérateur pose la sonde sur la zone d'intérêt et déclenche le balayage qui se réalise ensuite automatiquement. Le volume acquis est plus précis avec moins d'artéfacts. Il peut être retravaillé ultérieurement avec des programmes spécifiques.

- Le 4D consiste en l'acquisition rapide de volumes successifs par balayage ininterrompu. L'imagerie devient donc du temps réel permettant l'appréciation des mouvements.

- La technique STIC (Spatio-Temporal Image Correlation) est utilisée en imagerie cardiaque. Il s'agit d'acquérir, pendant une durée prédéterminée, une succession de volumes du cœur au cours de plusieurs cycles cardiaques. Par repérage informatique de certaines structures identifiables et servant de repères, l'ordinateur reconstruit un cycle cardiaque en resynchronisant tous les volumes acquis.

- Les sondes matricielles électroniques, technologie en développement, sont le futur de l'échographie 3D/4D. Il n'y a plus de système de balayage mécanique. La nouveauté est que la sonde n'est plus linéaire, mais surfaciale, permettant un balayage direct du volume. Mais, pour être utilisable en échographie obstétricale, une certaine évolution reste encore indispensable. Actuellement, la qualité de l'image est, en effet, insuffisante.

Après ces informations sur l'image 3D, il ne faut pas perdre de vue que les applications 3D/4D sont basées sur l'accumulation d'images 2D dont la qualité influencera celle du volume reconstitué. Un réglage optimal en 2D (profondeur, focus, intensité,...) reste essentiel.

Une fois un volume 3D acquis, il est possible de le retravailler en utilisant l'appareil d'échographie ou un logiciel spécial installé sur une station de tra-

(1) Chef de clinique adjoint, (2) Professeur, Chef de Service adjoint, (3) Professeur, Chef de Service, Service de Gynécologie-Obstétrique, CHR Citadelle, Liège.

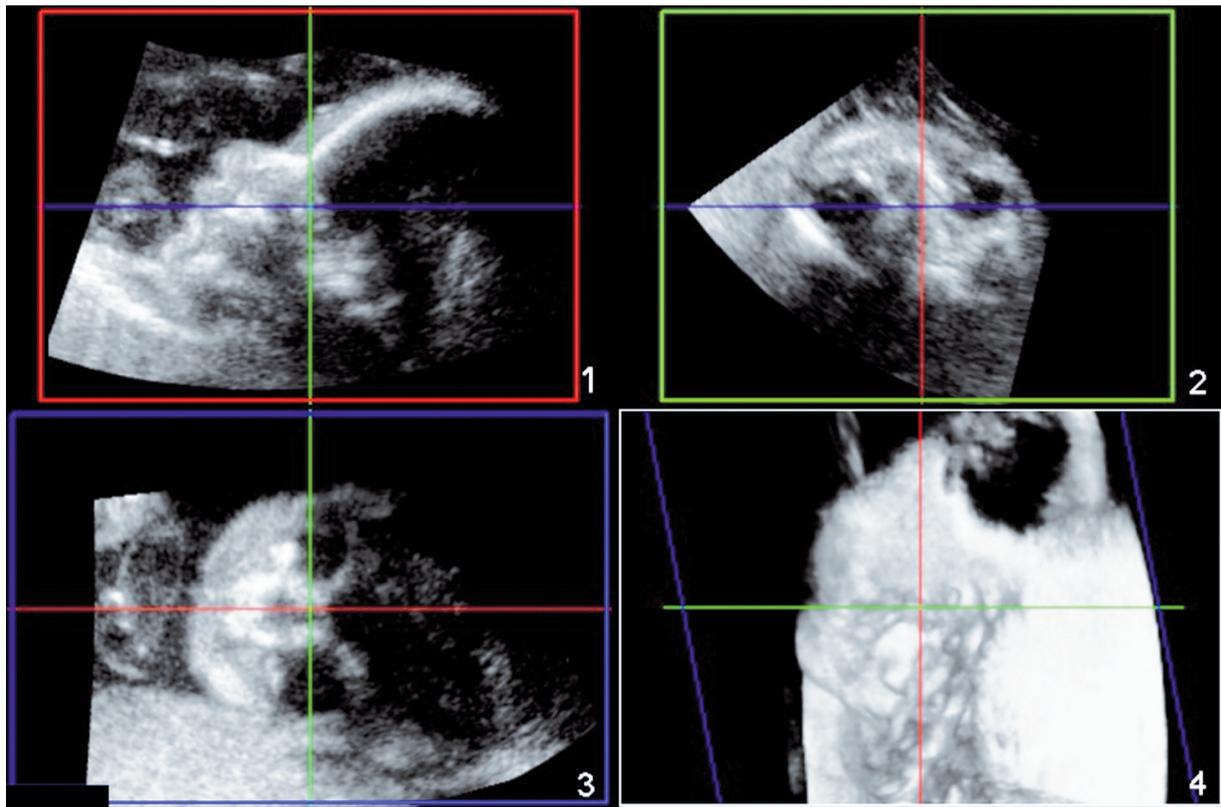


Figure 1. Mode multi-plans affichant les trois plans orthogonaux du volume 3D. 1 : coupe sagittale médiane. 2 : coupe orthogonale sur le repère vert (plan des orbites). 3 : plan C sur le repère bleu qui est impossible à acquérir en 2D.



Figure 2. Mode surface : face fœtale à 22 semaines.



Figure 3. Mode transparence : visualisation de structures osseuses (colonne et omoplate gauche).

vail externe. Plusieurs modes de visualisation sont possibles :

- Mode multi-plans : une fois le volume de la région d'intérêt acquis, il peut être analysé plan par plan dans les trois axes orthogonaux de l'espace (Fig. 1). Chaque mouvement dans un plan est aussi montré dans les deux autres pour qu'un repérage dans l'espace soit possible. C'est le mode le plus intéressant parce qu'on peut obtenir n'importe quel plan de coupe dans le volume, saisi même s'il est inaccessible en 2D (p.ex. le plan perpendiculaire au faisceau des rayons d'ultrasons).

- *Mode surface* : c'est «la technique 3D» connue dans le grand public, qui autorise la visualisation d'une surface. Un impératif est à ce mode, la présence d'une quantité de liquide suffisante entourant la zone d'intérêt pour que l'appareil d'échographie ait suffisamment de contraste permettant la réalisation d'une surface bien nette (Fig. 2)

- *Mode transparence* : le logiciel permet de diminuer ou d'augmenter l'intensité de chaque voxel en fonction de sa valeur de base. Ainsi, sont atténuées les structures molles et les os voient leur

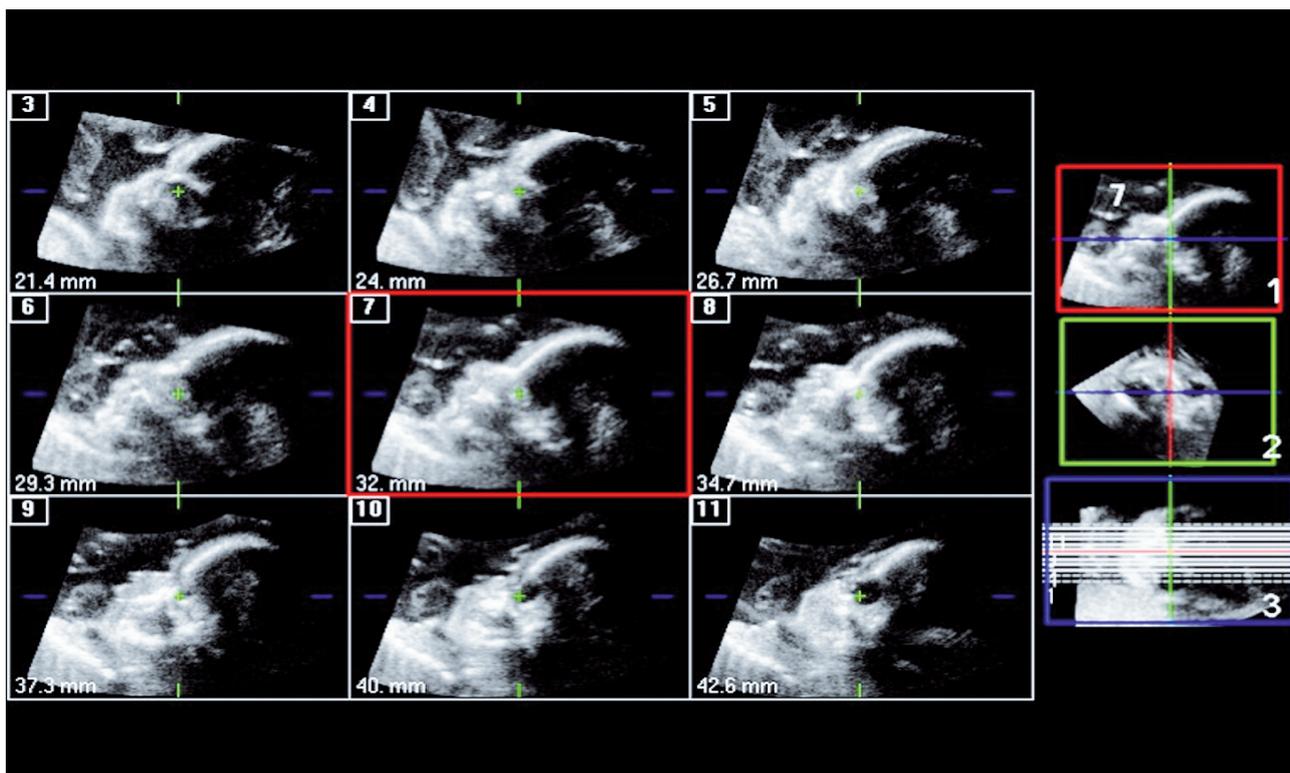


Figure 4. Mode multi-coupes : volume céphalique avec sélection du plan recherché permettant d'objectiver précisément l'os propre du nez (coupe numéro 7)

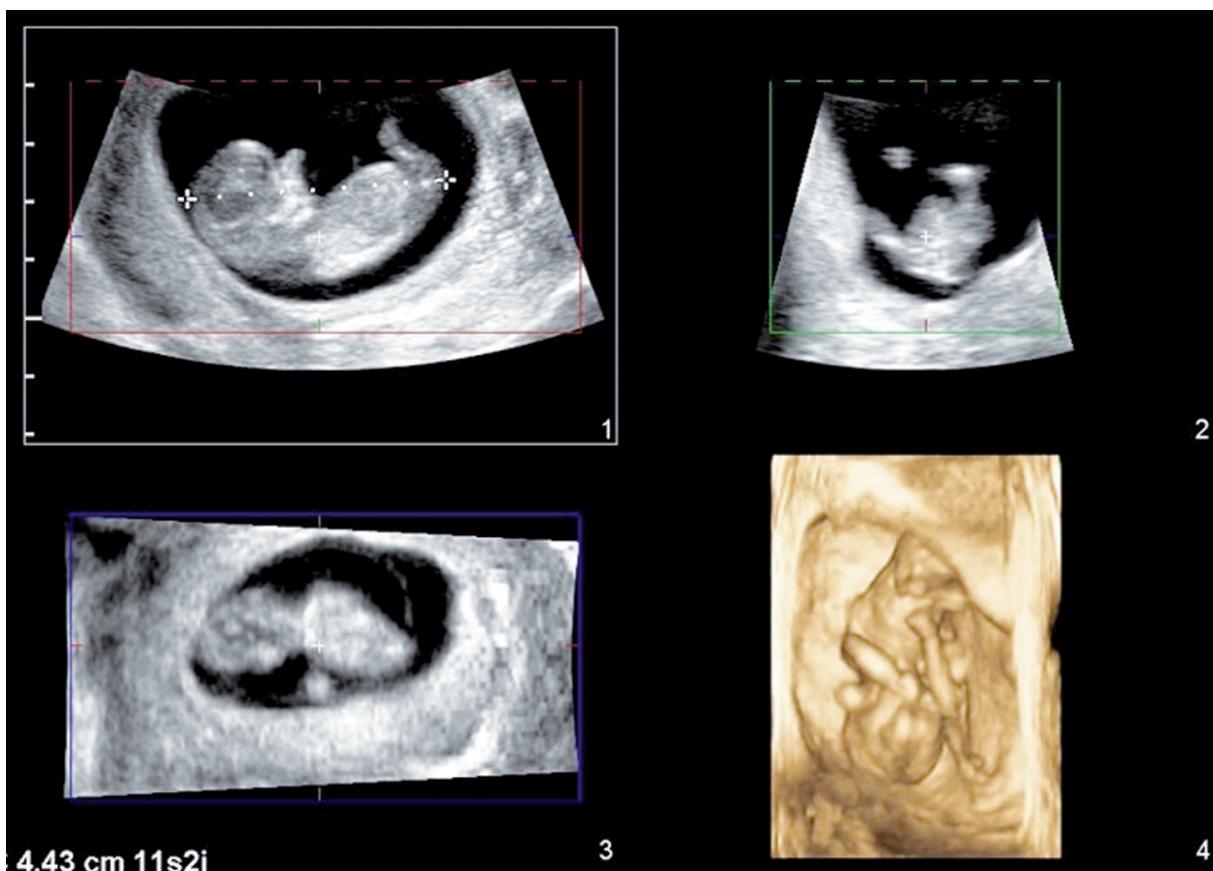


Figure 5. Mode multi-plans : Application de l'échographie volumique au premier trimestre : 1 : coupe sagittale de l'embryon (LCC mesure 44,3 mm), 2 et 3 : les deux autres plans perpendiculaires au plan 1. 4 : affichage du volume complet.

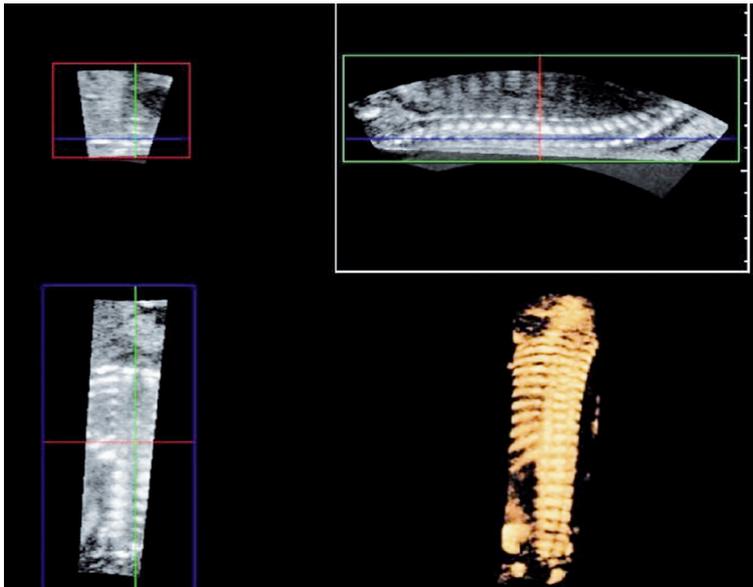


Figure 6. La colonne vertébrale normale à l'examen morphologique (mode multi-plans avec reconstruction en mode transparence). Examen en parallèle dans les trois plans de l'espace et, en brun, reconstruction volumique.

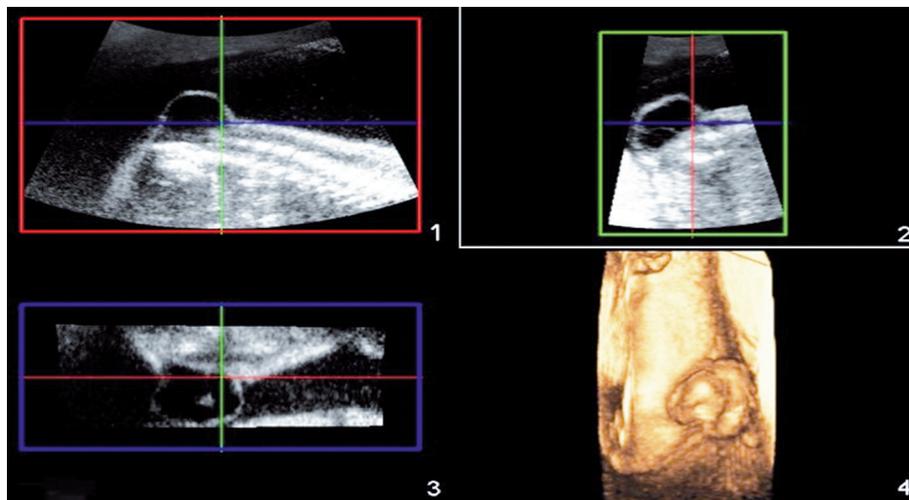


Figure 7. Exemple d'un spina bifida lombo-sacrée avec méningo-myélocèle (modes multi-plans et surface).
1 : coupe sagittale (rouge) : anomalie lombo-sacrée bien visible,
2 : coupe transversale (vert),
3 : coupe frontale (bleu),
4 : reconstruction 3D.

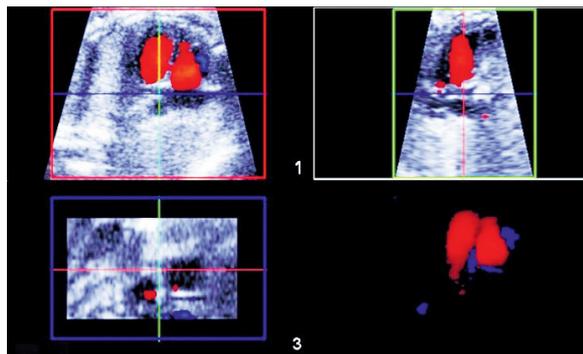


Figure 8. STIC avec Doppler d'un cœur normal : remplissage ventriculaire en protodiastole. 1 à 3 : les trois plans perpendiculaires de l'espace (X, Y, Z). 4 : reconstruction 3D du signal Doppler-couleur individuel.

contraste augmenté. Ce mode est aussi appelé «rayon X», fournissant une image ressemblant à celles connues de la radiologie conventionnelle (Fig. 3).

- *Mode multi-coupes* : il s'agit d'une représentation du volume acquis en coupes sériées. L'épaisseur des coupes comme l'intervalle entre les coupes peuvent être déterminés. Ce mode

est bien sûr disponible dans les trois plans de l'espace. Il est à comparer avec l'affichage du scanner ou de la résonance magnétique. Cette séquence de coupes permet de sélectionner la ou les images les plus riches en informations. Un exemple est la recherche de l'os propre du nez qui nécessite une coupe bien précise au niveau du profil fœtal (Fig. 4, image 7).

L'UTILITÉ DE L'ÉCHOGRAPHIE VOLUMIQUE EN OBSTÉTRIQUE

LE PREMIER TRIMESTRE

L'acquisition d'un volume permet de mieux définir les différents composants de l'embryon et de ses annexes.

Classiquement, selon les recommandations de bonne pratique, la première échographie de routine est programmée dans la fenêtre de 11-14 semaines d'aménorrhée. En saisissant l'embryon dans sa totalité, il est plus aisé en post-traitement de pratiquer les mesures dans les plans de coupe méthodologiquement «idéaux» : clarté nucale

(signe d'appel majeur d'aneuploïdie), longueur crânio-caudale (détermination la plus précise de l'âge gestationnel) (2). L'étude morphologique embryonnaire y gagne également en précision. (Fig. 5).

D'autres signes échographiques d'anomalies chromosomiques (par exemple : l'os propre du nez et l'angle maxillo-facial pour la trisomie 21) ont été rapportés en 3D, mais ne sont pas encore utilisés en routine (3, 4).

LE DEUXIÈME TRIMESTRE

L'étude morphologique du fœtus est, si la technique est bien maîtrisée, plus facile. Le volume acquis peut-être retravaillé plus tard ou reste à disposition pour un deuxième avis.

La «promenade» dans le volume permet d'accéder systématiquement à des structures malaisément visualisées en utilisant la technique conventionnelle 2D. Le corps calleux en est un exemple typique. La définition de l'extension d'une fente labiale à l'arcade dentaire, au palais primaire ou secondaire en est un autre.

La structure du rachis et les conséquences sur la moelle épinière nécessitent l'obtention d'incidences très précises qui sont facilitées par la technologie volumique (Fig. 6, 7).

Dans la mise au point de la morphologie cardiaque et des gros vaisseaux de la base, le STIC est un outil remarquable, surtout lorsqu'il est associé à l'information Doppler couleur (Fig. 8).

Enfin, le rendu de surface, mode ultra médiatisé qui a occulté dans la population générale et médicale les vraies potentialités de l'acquisition volumique, peut être perçu de façon variable par les futurs parents (5, 6). Certaines dysmorphologies sont plus évidentes. Mais le danger de créer un «délit de sale gueule» *in utero* est réel. Il peut provoquer des situations iatrogènes.

On peut retenir que l'échographie 3D est, dans les mains d'un expert, un outil très performant (7).

CONCLUSION

L'acquisition volumique constitue une avancée technologique importante (8). Comme toute nouveauté, la machine doit être pilotée par un médecin qui a subi un apprentissage et qui a modifié, en conséquence, sa méthode de travail. Les échographistes ont été formés à réaliser mentalement une reconstruction 3D à partir de coupes 2D qu'ils réalisaient. Actuellement il faut, à partir de l'écran 2D de visualisation au cours de l'examen, envisager comment on va positionner

dans l'espace le volume que l'on compte saisir. C'est dans ce volume, après l'acquisition, que l'on obtiendra les plans de coupe apportant l'information. Il s'agit là d'un changement profond pour l'échographiste.

L'acquisition volumique sera l'échographie de demain. Nous sommes actuellement dans la période de croissance rapide des capacités physiques des ordinateurs et des logiciels de traitement rapide de l'information.

L'autre défi est de se libérer de la très forte pression de l'échographie «spectacle». Elle peut être un excellent argument de marketing, mais ne doit pas occulter les vrais objectifs médicaux de cet examen de plus en plus lourd en conséquence médico-légale.

BIBLIOGRAPHIE

1. Sohn C, Bastert G.— 3D Ultrasound in prenatal diagnosis. *Z Geburtshilfe Perinatol*, 1993, **197**, 11-19.
2. Levailant J.— Value of 3D-4D sonography in fetal and gynecological ultrasound examination: principles and indications. *J Radiol*, 2006, **87**, 1969-1992.
3. Peralta CF, Falcon O, Wegrzyn P, et al.— Assessment of the gap between the fetal nasal bones at 11 to 13 6 weeks of gestation by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, **25**, 464-467.
4. Plasencia W, Dagklis T, Sotiriadis A, et al.— Frontomaxillary facial angle at 11+0 to 13+6 weeks' gestation—reproducibility of measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2007, **29**, 18-21.
5. Sedgmen B, McMahon C, Cairns D, et al.— The impact of two-dimensional versus three-dimensional ultrasound exposure on maternal-fetal attachment and maternal health behavior in pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006, **27**, 245-251.
6. Rustico MA, Mastromatteo C, Grigio M, et al.— Two-dimensional vs. two- plus four-dimensional ultrasound in pregnancy and the effect on maternal emotional status: a randomized study. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, **25**, 468-472.
7. Goncalves LF, Lee W, Espinoza J, et al.— Three- and 4-dimensional ultrasound in obstetric practice : does it help? *J Ultrasound Med*, 2005, **24**, 1599-1624.
8. Benacerraf BR, Benson CB, Abuhamad AZ, et al.— Three- and 4-dimensional ultrasound in obstetrics and gynecology: proceedings of the american institute of ultrasound in medicine consensus conference. *J Ultrasound Med*, 2005, **24**, 1587-1597.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Pr. J.M. Foidart, Chef de Service, Service de Gynécologie-Obstétrique, CHR La Citadelle, Liège, Belgique.