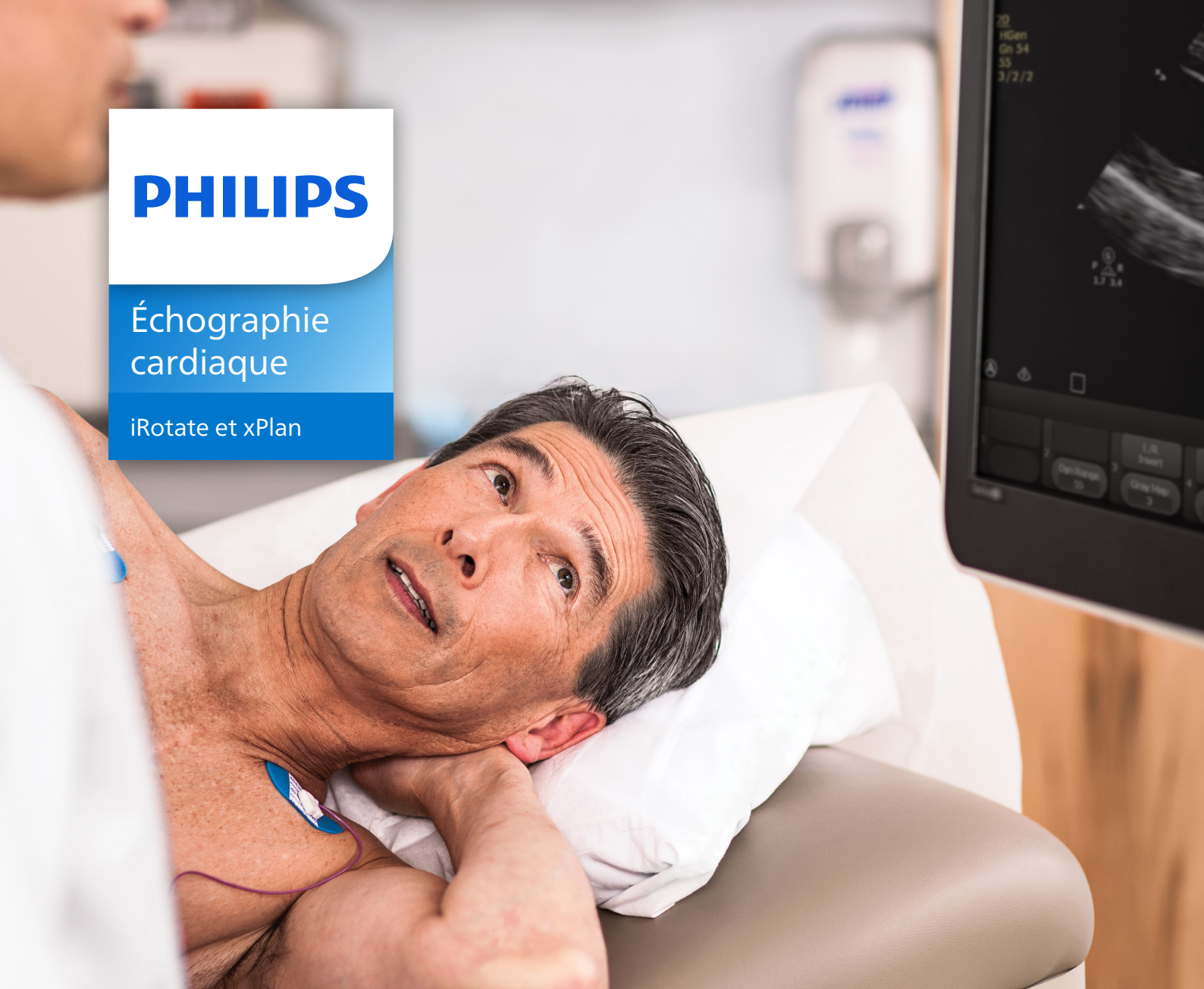




PHILIPS

Échographie
cardiaque

iRotate et xPlan

De nouvelles perspectives révélées

iRotate (échocardiographie multiplanaire électronique)
et imagerie biplan xPlan à réglage modifiable

Annemien van den Bosch et Jackie McGhie

Unité de cardiologie, Erasmus Medical Center, Rotterdam, Pays-Bas

De nouvelles perspectives révélées

iRotate (échocardiographie multiplanaire électronique) et imagerie biplan xPlan à réglage modifiable

Annemien van den Bosch et Jackie McGhie

Unité de cardiologie, Erasmus Medical Center, Rotterdam, Pays-Bas

Introduction

L'échocardiographie est l'une des techniques les plus utilisées pour le diagnostic, la prise en charge et le suivi des patients présentant une atteinte cardiovasculaire suspectée ou avérée. Elle repose sur l'acquisition séquentielle de plans cardiaques uniques à partir de fenêtres standard sur la paroi thoracique. Avec l'arrivée d'une nouvelle génération de sondes matricielles 2D/3D, une modalité d'imagerie inédite, l'imagerie multiplanaire simultanée (SMPI), est désormais disponible. Cette modalité novatrice permet une rotation

électronique à 360° de l'image 2D (iRotate) associée à une imagerie biplan 2D simultanée à réglage modifiable (xPlan).

Bien que l'échocardiographie biplan et triplan soit proposée depuis 1988, la littérature reste limitée, laissant penser que le potentiel de cette approche n'a pas été pleinement exploité ou que la technologie n'était pas suffisamment aboutie. En 2003, Sugeng et al. ont introduit l'échocardiographie transthoracique biplan, démontrant l'intérêt de l'affichage simultané

de deux plans pendant l'échocardiographie d'effort.¹ Cette approche a permis de réduire le temps d'acquisition et d'envisager une évaluation du fonctionnement du ventricule gauche sur un seul cycle chez les patients en fibrillation atriale. Les modalités iRotate et xPlan offrent aujourd'hui la possibilité de dépasser les limites de l'imagerie biplan et triplan classiques et d'apporter une réelle valeur clinique.

Acquisition des images

Dans le cadre de ce document, l'imagerie multiplanaire simultanée a été réalisée sur les systèmes d'échographie Philips iE33 ou EPIQ 7, équipés d'une sonde d'échocardiographie transthoracique (ETT) xMATRIX X5-1 ou d'une sonde d'échocardiographie

transœsophagienne (ETO) xMATRIX X7-2t. Plutôt que de faire pivoter manuellement la sonde pour trouver une fenêtre d'échogénicité non obstruée, la SMPI permet d'obtenir la vue recherchée au sein de la fenêtre acoustique, sans manipulation supplémentaire de la sonde.

Imagerie : par où commencer ?

L'image de référence est définie par la position de la sonde, choisie par le personnel soignant et optimisée comme pour une image 2D classique. À partir de cette image de référence, la position spatiale du plan secondaire peut être modifiée, soit en appliquant une rotation autour de l'axe longitudinal central (iRotate), soit en utilisant l'un des quatre modes d'imagerie multiplanaire simultanée suivants : xPlan avec inclinaison latérale, xPlan avec inclinaison en élévation, xPlan avec iRotate et xPlan avec iRotate en mode Doppler couleur.

iRotate

En ETT, iRotate permet de faire pivoter le plan de coupe sur 360° à partir de l'image de référence, par incréments de 5°. En ETO, une rotation de 180° est possible, avec des incréments de 1° (Figure 1).

Il est important de noter que la fréquence d'images n'est pas dégradée en mode iRotate, alors qu'en mode xPlan, elle est divisée par deux.

xPlan avec inclinaison latérale ou en élévation

À partir d'une image de référence, xPlan permet d'acquérir une vue orthogonale passant par la ligne médiane, affichée comme image secondaire. Vous pouvez ensuite choisir une autre image secondaire en appliquant une inclinaison latérale allant de +30° à -30° par rapport à la ligne médiane (Figure 2), ou une image secondaire avec une inclinaison en élévation par rapport à l'image de référence, également de +30° à -30° (Figure 3).

xPlan avec iRotate

Ce mode combine xPlan et iRotate. Il permet de sélectionner une image secondaire en ajustant la rotation autour de l'axe longitudinal central de l'image de référence² (Figure 4).

xPlan et iRotate en mode Doppler couleur

Ce mode peut aider à identifier précisément l'étiologie et les mécanismes sous-jacents d'une valvulopathie, et permet une évaluation exhaustive du ou des jets de régurgitation. Il facilite la détection de plusieurs jets, la mesure exacte de la vena contracta et l'appréciation de l'étendue du ou des jets (Figure 5 et Figure 6).

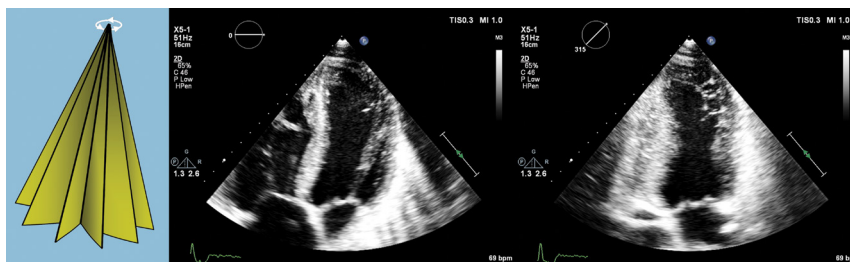


Figure 1 À partir de l'image de référence en incidence apicale quatre cavités (définie comme 0° ou 360°), une coupe deux cavités est obtenue en appliquant une rotation de $\pm 60^\circ$ (jusqu'à 300°).

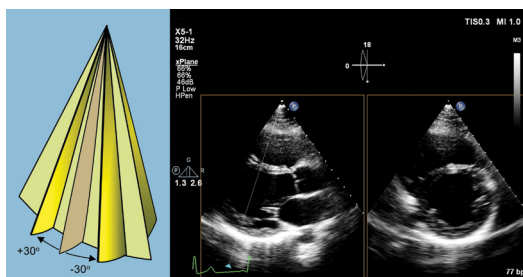


Figure 2 Mode xPlan avec inclinaison latérale : à partir d'une coupe parasternale grand axe standard (image de référence), une coupe orthogonale au niveau des muscles papillaires peut être obtenue avec une inclinaison latérale de +18°.

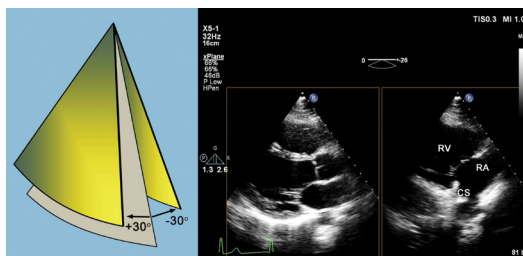


Figure 3 Mode xPlan avec inclinaison en élévation : à partir d'une coupe parasternale grand axe (image de référence), une coupe de l'afflux ventriculaire droit est obtenue avec une inclinaison en élévation de -26°. RV : ventricule droit ; RA : oreillette droite ; CS : sinus coronaire.

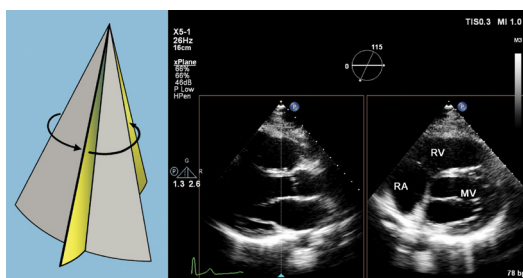


Figure 4 Mode xPlan avec rotation : à partir d'une coupe parasternale grand axe (image de référence), il est possible d'obtenir une coupe combinant grand axe et petit axe, dans cet exemple avec une rotation de +150°. RV : ventricule droit ; RA : oreillette droite ; MV : valve mitrale.

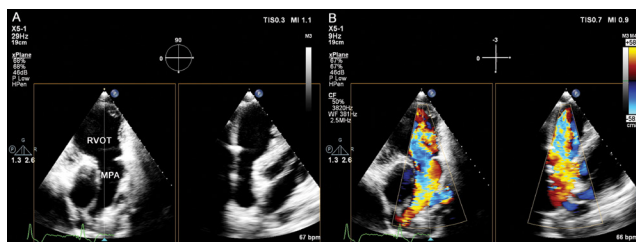


Figure 5 Régurgitation pulmonaire sévère visualisée simultanément, en mode xPlan, sur une coupe parasternale petit axe (image de référence) et une coupe parasternale grand axe. RVOT : chambre de chasse du ventricule droit ; MPA : artère pulmonaire principale.

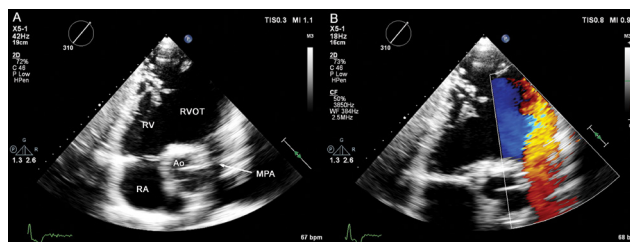


Figure 6 Régurgitation pulmonaire sévère visualisée en coupe coronale du ventricule droit en mode iRotate. RV : ventricule droit ; RA : oreillette droite ; RVOT : chambre de chasse du ventricule droit ; MPA : artère pulmonaire principale ; Ao : aorte.

Applications uniques de la SMPI

Évaluation du ventricule et de l'oreillette gauches

En échocardiographie 2D, au-delà des questions de qualité d'image, la valeur des mesures pour le calcul des volumes du ventricule gauche et de la fraction d'éjection reste limitée. Les coupes du VG (en particulier la vue apicale deux cavités) sont souvent raccourcies, les vues apicales quatre et deux cavités ne sont pas rigoureusement orthogonales, et les hypothèses géométriques sous-jacentes au calcul biplan de Simpson ne sont alors plus respectées.

L'utilisation de xPlan permet de dépasser ces limites : deux plans strictement perpendiculaires peuvent désormais être acquis sur un même cycle, ce qui représente un avantage majeur notamment chez les patients en fibrillation atriale. Une analyse basée sur l'imagerie biplan ou triplan constitue ainsi une alternative simple et pertinente lorsque la technique d'échocardiographie 3D n'est pas applicable. Vous pouvez vérifier que les deux plans sont véritablement orthogonaux et, si la vue apicale quatre cavités est raccourcie, xPlan ou iRotate met immédiatement en

évidence une vue deux cavités inappropriée.

De la même façon, xPlan offre une alternative simple et raisonnable à l'échocardiographie 3D pour la quantification des volumes de l'oreillette gauche.

Rotation automatique en échocardiographie d'effort

Pendant l'échocardiographie d'effort, iRotate permet de réaliser l'intégralité du protocole, y compris les coupes apicales deux et trois

cavités, à partir d'une coupe apicale quatre cavités non raccourcie, sans changer la position de la sonde. Les angles de rotation définis au repos pour les coupes deux et trois cavités peuvent ensuite être réutilisés comme réglages par défaut pour le reste de l'examen. Ce réglage par défaut réduit la variabilité des plans de coupe standard tout au long du test d'effort et améliore la précision de l'acquisition pour l'analyse des troubles de la cinétique segmentaire du ventricule gauche (Figure 7).

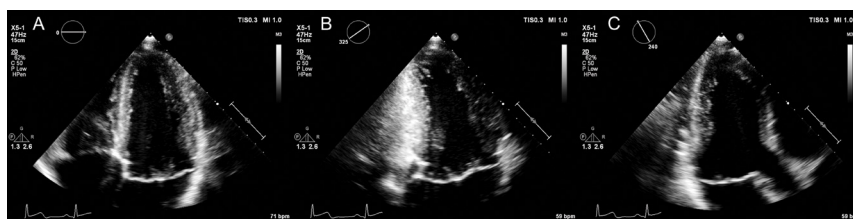


Figure 7 (A) Coupe apicale quatre cavités standard, non raccourcie (image de référence). Sans déplacer la sonde, iRotate permet ensuite d'acquérir la coupe (B) deux cavités et la coupe (C) trois cavités.

Nouvelle approche de l'évaluation du ventricule droit avec iRotate

iRotate a permis de visualiser le ventricule droit à partir d'une seule fenêtre acoustique, avec une position de sonde fixe, en utilisant des repères anatomiques définis.³ Les coupes pouvant être obtenues sont les suivantes : une coupe du ventricule droit (RV) focalisée, non raccourcie, avec le septum interventriculaire (IVS)–RV centré sur ou au plus près de la ligne médiane du secteur (4C, 0°), montrant la paroi latérale du RV ; une coupe du sinus coronaire (CS, ±40°) montrant la paroi antérieure du RV ; une coupe aortique (Ao, ±40°) montrant la paroi inférieure du RV ; et une coupe coronale (CV, ±90°) montrant la paroi antérieure de la voie d'éjection droite (RVOT) et la paroi inférieure du RV. La faisabilité de cette approche est bonne et des valeurs normales des dimensions et de la fonction du RV ont été établies, mais des études complémentaires sont nécessaires pour explorer tout le potentiel de cette nouvelle technique dans l'évaluation du RV dans différents contextes pathologiques (Figure 8).

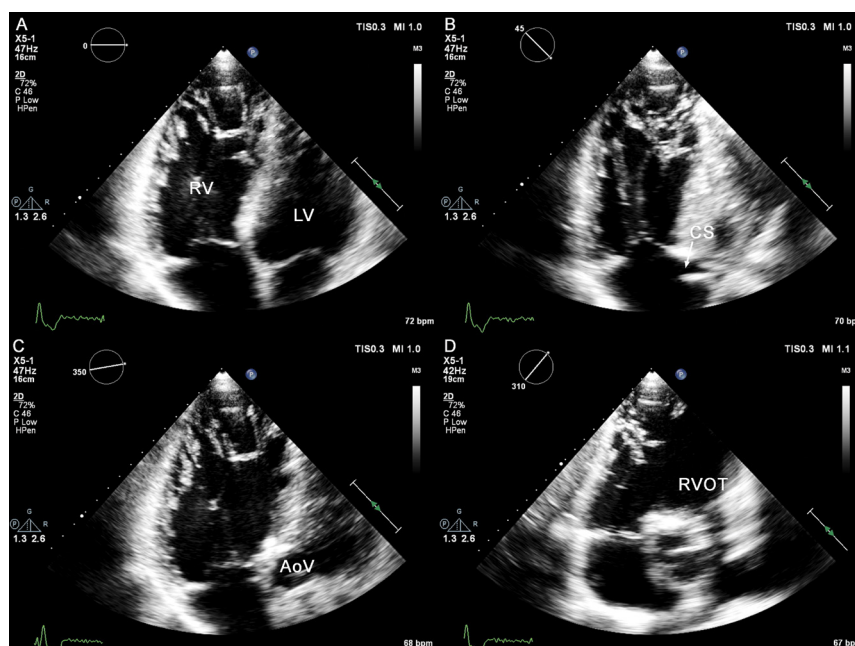


Figure 8 Approche standardisée pour l'évaluation du RV : A) coupe quatre cavités focalisée (0°), paroi latérale ; B) vue du sinus coronaire (+40°), paroi antérieure ; C) vue aortique (-40°), paroi inférieure ; D) vue coronale (-90°), paroi inférieure et paroi antérieure de la RVOT (voie d'éjection droite). RV, ventricule droit.

Valeur clinique de la SMPI dans l'évaluation des valvulopathies

Régurgitation valvulaire

Il est essentiel, pour la prise en charge des patients présentant une régurgitation de la valve mitrale, d'identifier précisément l'étiologie et les lésions sous-jacentes responsables du dysfonctionnement valvulaire. En Europe, la valvulopathie mitrale dégénérative constitue l'étiologie la plus fréquente. Chez ces patients, une analyse morphologique fine est nécessaire pour estimer les chances de succès d'une chirurgie reconstructrice de la valve. Dans la majorité des cas, la localisation de la pathologie (identification des segments de feuillets mitraux concernés) peut être déterminée en échocardiographie 2D standard, mais cela requiert une grande expertise. La régurgitation mitrale n'est pas toujours présente ni visualisée de façon maximale dans les coupes 2D standard, car elle dépend du mécanisme et de la morphologie du jet.

Utilisé avec la sonde en position apicale et la valve mitrale centrée sur la ligne médiane, ou aussi près que possible de celle-ci, iRotate

permet une évaluation complète du jet de régurgitation mitrale (Figure 9).

Recourir à xPlan avec inclinaison latérale est également utile pour évaluer la valve mitrale (Figure 10). Cela facilite l'analyse segmentaire et l'identification des festons impliqués dans le prolapsus de la valve mitrale.

Guidée par la vue en petit axe de la valve mitrale, la réalisation de plusieurs coupes parasternales grand axe de la valve mitrale permet une analyse segmentaire des festons mitraux : (A) festons P3 et A3, (B) festons P2 et A2, (C) festons P1 et A1.

Sténose valvulaire

Il est possible de mesurer directement la surface de la voie d'éjection gauche, ainsi que celle des valves aortique et mitrale, sur des images 2D en petit axe chez les patients présentant une excellente qualité d'image transthoracique. Toutefois, la planimétrie de la surface valvulaire doit toujours être interprétée avec prudence en raison de

l'anatomie 3D complexe de l'orifice. Il peut également être difficile d'aligner le plan de coupe sur le point le plus étroit, au niveau de l'extrémité des feuillets. Cela est particulièrement vrai dans l'ouverture "en dôme" de la valve mitrale et de la valve aortique bicuspidée, où la ligne de coaptation peut parfois être excentrée.

Il s'agit d'une source importante d'erreur dans l'estimation de la sévérité du rétrécissement. À l'aide de la fonction xPlan avec inclinaison latérale, il est possible d'acquérir, à partir de la voie d'éjection gauche ou au niveau de la valve, une image en coupe transversale au niveau correct, guidée par la vue parasternale grand axe. Cependant, il convient de rester prudent lors de cette mesure, car les mouvements cardiaques au cours du cycle peuvent faire en sorte que la ligne de référence ne traverse pas la même région d'intérêt à certains moments du cycle cardiaque.

Mesure de l'anneau aortique et de la surface valvulaire

L'anneau mitral est un élément essentiel de l'appareil valvulaire mitral. La dilatation de l'anneau mitral constitue l'un des principaux mécanismes de l'insuffisance mitrale. Cependant, l'anneau mitral est ovale ou en forme de D (et non circulaire). Différentes coupes donnent des dimensions différentes.

À partir d'une vue apicale deux cavités correctement orientée (dans laquelle les festons mitraux P3, A2 et P1, ainsi que les deux muscles papillaires sont sectionnés de façon symétrique), xPlan permet de mesurer les diamètres des grands (image primaire) et petit (image secondaire) axes de l'anneau mitral. De même, pour des ventricules droits normaux ou dilatés, un xPlan obtenu à partir d'une vue parasternale en petit axe ou d'une vue apicale quatre cavités centrée sur le ventricule droit permet de mesurer deux diamètres perpendiculaires de l'anneau tricuspide. Toutefois, la morphologie complexe et non plane des anneaux mitral et tricuspide limite la précision de ces mesures.

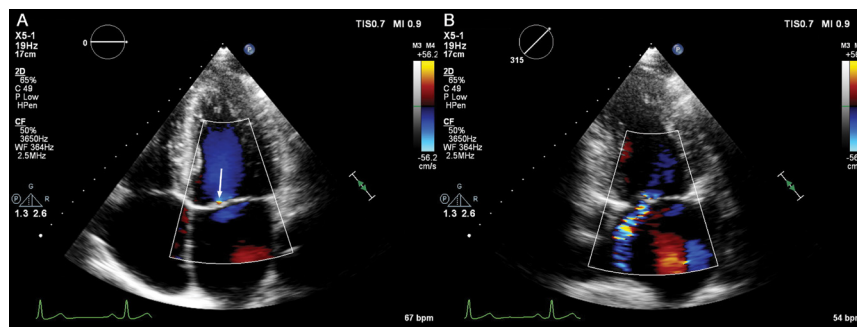


Figure 9 Un jet de régurgitation mitrale peut ne pas être visible sur une vue apicale standard (A). Une rotation complète autour de la valve mitrale centrée permet de localiser facilement les jets excentrés (B).

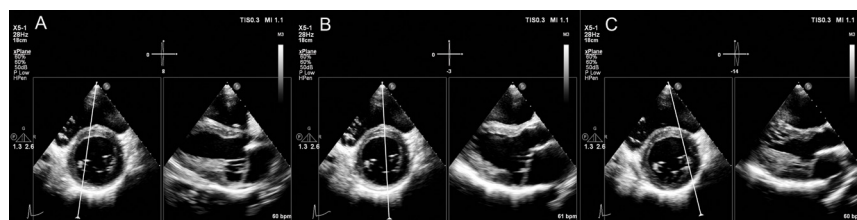


Figure 10 Morphologie et fonction de la valve mitrale : avantages du mode xPlan avec inclinaison latérale.

Impact clinique en chirurgie cardiaque et cardiologie interventionnelle

Les images iRotate acquises en ETO sont identiques à celles obtenues avec une sonde d'ETO traditionnelle, à ceci près que le pilotage du faisceau est électronique et non mécanique. Le mode xPlan avec inclinaison latérale et en élévation fonctionne de la même manière qu'en ETT.

Appendice auriculaire gauche

Des thrombus peuvent se former dans l'appendice auriculaire gauche et être à l'origine d'un accident ischémique transitoire ou d'un accident vasculaire cérébral. Distinguer ces thrombus des muscles pectinés peut s'avérer difficile dans certains cas.

Un balayage latéral de l'appendice auriculaire gauche en mode xPlan permet plus facilement de différencier un thrombus organisé de ces petits muscles pectinés.

Réparation mitrale par MitraClip

Les feuillets de la valve mitrale sont clipsés ensemble au cours de la procédure MitraClip pour traiter une régurgitation mitrale. Cette intervention dépend fondamentalement de l'imagerie échocardiographique pour positionner le MitraClip et réaliser une ponction septale atriale sûre.

Une image xPlan montrant simultanément la coupe bicave associée à une coupe en petit axe de la valve aortique apporte des informations essentielles pour positionner correctement le site de ponction septale (Figure 11).

Le mode xPlan associant une coupe intercommissurale et une coupe en grand axe peut faciliter le positionnement du cathéter de délivrance en direction du jet de régurgitation mitrale, ainsi que la préhension des feuillets mitraux par leur face ventriculaire. L'utilisation des inclinaisons latérale et en élévation permet de surveiller en continu le clip dans la vue principale et donc de contrôler précisément sa position au cours du déploiement dans les deux plans orthogonaux (Figure 12).

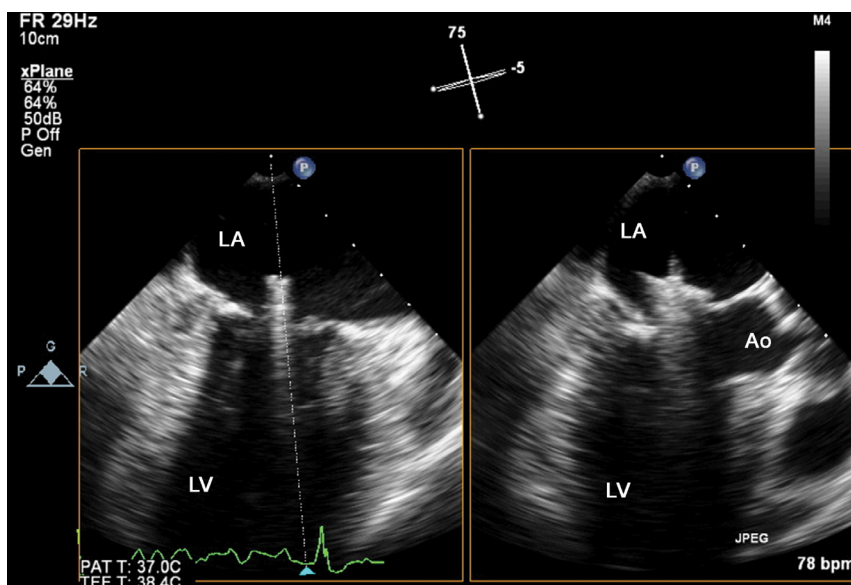


Figure 11 Image xPlan en échocardiographie transœsophagienne montrant simultanément la coupe bicave et la coupe en petit axe du septum interauriculaire pour le positionnement correct de la ponction septale (iRotate 120° avec inclinaison latérale 2°). LA : oreillette gauche ; RA : oreillette droite ; SVC : veine cave supérieure.

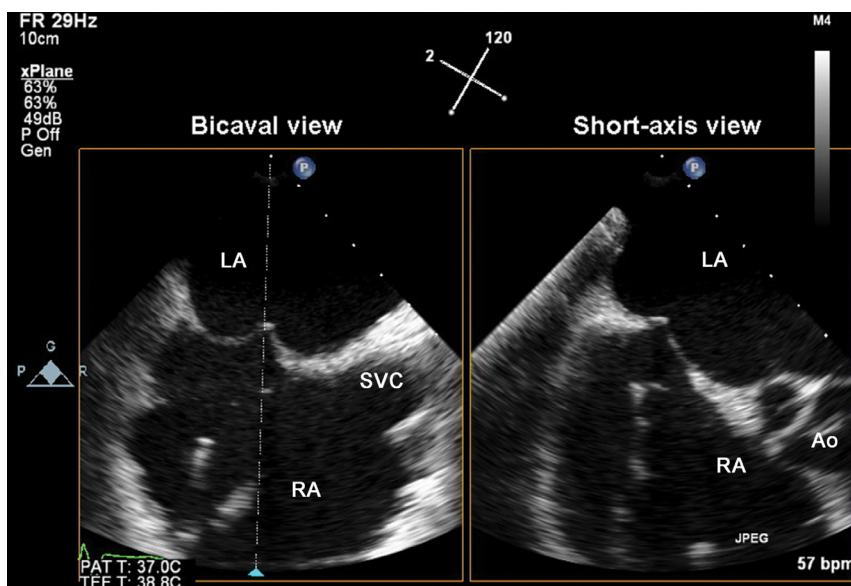


Figure 12 iRotate (75°) et xPlan avec inclinaison latérale (-5°) permettent de surveiller en continu le déploiement du clip mitral au cours d'une procédure MitraClip. LA : oreillette gauche ; LV : ventricule gauche ; Ao : aorte.

Cardiopathie congénitale

Communication interauriculaire

La taille de la communication interauriculaire (CIA) et celle de ses berges tissulaires conditionnent le choix entre fermeture percutanée et fermeture chirurgicale. Lorsque la CIA dépasse 30 mm ou que le bourrelet de tissu en périphérie est insuffisant, la fermeture percutanée n'est pas adaptée. Par ailleurs, on sait qu'en présence de défauts non circulaires, l'échocardiographie 2D monoplane tend à sous-estimer le diamètre maximal.

La multiplicité des coupes disponibles en mode iRotate et les coupes orthogonales obtenues avec xPlan offrent une visualisation complète de la CIA et de ses berges (Figure 13). Dans de nombreuses cardiopathies congénitales, l'utilisation combinée de ces deux modes est particulièrement précieuse, car la région d'intérêt ne se situe pas toujours dans les plans de coupe 2D standardisés.

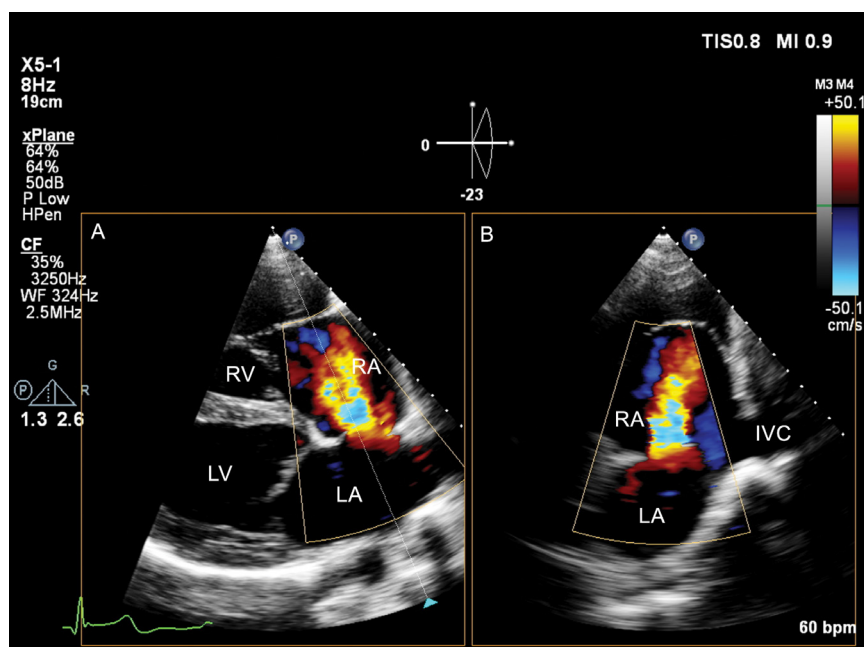
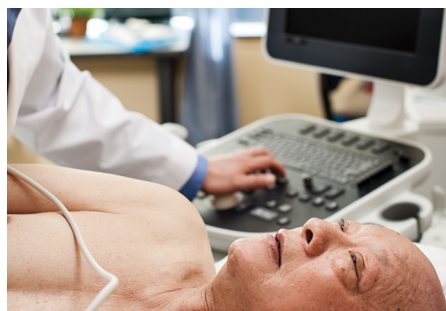


Figure 13 Image en Doppler couleur d'une communication interauriculaire obtenue depuis une fenêtre parasternale basse droite. Le mode xPlan permet de visualiser simultanément la CIA dans deux plans (A, B).



Conclusions

L'imagerie multiplanaire simultanée est une modalité d'échocardiographie rapide, simple d'utilisation et facile à interpréter. Elle permet de réduire le temps d'examen dans les cabinets d'échocardiographie à fort volume et apporter des informations cliniques uniques sur la fonction et la morphologie cardiaques. Par ailleurs, elle offre l'avantage de combiner la vision 2D et 3D, facilitant ainsi l'intégration de l'échocardiographie 3D dans la pratique du professionnel de santé.

¹ Sugeng L, Kirkpatrick J, Lang RM, et al: Biplane stress echocardiography using a prototype matrix-array transducer. J Am Soc Echocardiogr 2003;16:937-941.

² McGhie JS, Vletter WB, de Groot-de Laat LE, Ren B, Frowijn R, van den Bosch AE, Soliman OI, Geleijnse ML. Echocardiography. Contributions of simultaneous multiplane echocardiographic imaging in daily clinical practice. 2014 Feb;31(2):245-54.

³ McGhie JS, Menting ME, Vletter WB, Frowijn R, Roos-Hesselink JW, van der Zwaan HB, Soliman OI, Geleijnse ML, van den Bosch AE. Quantitative assessment of the entire right ventricle from one acoustic window: an attractive approach. Eur Heart J cardiovasc. Imaging. 2016 Aug 7.



Les systèmes **EPIQ et Affiniti** sont des dispositifs médicaux de classe IIa, fabriqués par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié BSI CE2797. Ils sont destinés au diagnostic médical par imagerie ultrasonore. Les actes diagnostiques sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement la notice d'utilisation. Mars 2026.