

Les nouvelles technologies en échocardiographie

Séminaire national DU Échocardiographie

28 janvier 2010

G. Janvier

*Service d'Anesthésie Réanimation II, CHU de Bordeaux,
Groupe Hospitalier Sud, 33604 Pessac cedex*



Les nouveautés Qualité de l'image

Tout numérique -Miniaturisation



Les nouveautés

Réduction de l'intervention de l'opérateur
et enseignement dirigé

- Traitement brut de l'image (Format DICOM)
- Plateformes d'exploitation : Echopac, QLab, Tomtec...

Nouvelles technologies

Industriels et appareils

- Siemens
 - Acuson Sequoia (512)
 - Acuson SC2000
- Philips
 - IE33
 - CX50
- GE
 - Vivid S5
 - Vivid 7
 - Vivid i
 - Vivid q
 - Vivid E9
- Toshiba Artida™



Sequoia 512

- Appareil référence pour produit de contraste - Technologie : CPS (image de contraste par impulsion cohérente)
- Reconstruction d'images à réponse non linéaire des bulles
- Optimisation du mode B (paramètres Doppler)



SC 2000

- Captage instantané d'un volume de cycle cardiaque « Echo in a Heartbeat »
- Spécialités : 3D - 4D
- Logiciel « Velocity Imaging (VI) : représentation de la contraction spatiale du cœur ressemblant au « 2 strain »

IE33

- 3D - 4D en temps réel
- Non écho « one shot »
- Sonde matricielle



CX 50 CompactXtreme

- 3D analysis
- QLab
- PureWave crystal technology
- Extreme mobility



Fusion technologique

Vivid S5

Vivid 7



Expertise technologique



Vivid i

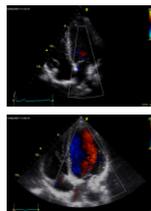
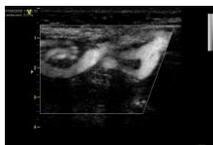


Maîtrise de la miniaturisation

Vivid S5



- Echopac
- B-Flow imaging (flux imagé noir et blanc)
- Mode veille
- Wifi
- Comptes rendus patients
- Onduleur sécurisé



Vivid i



- B-Flow
- Stress Echo
- TVI et Tissue Tracking (Echopac)
- Quantification

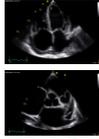


Vivid q

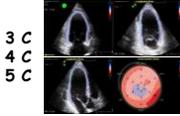
Technologie matricielle
Focalisation du flux
ultrasons - Image très
uniforme



- Sonde matricielle du Vivid 7
- AFI (2D strain)
- FE Automatique



VG vue apicale



Déformation globale du VG : AFI (Automated Function Imaging) 2D
(17 segments) réserve contractile

Innovation Clinique ... Vivid E9

Vivid E9, une plateforme d'expertise innovante

- Acquisition 4D sur UN cycle
- Accès à un nouveau standard 2D

Grâce à :

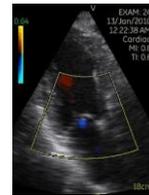
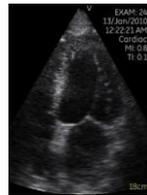
- Accelerated Volume Architecture
- Connecteurs numériques D-Series
- Capteur matriciel single cristal



Pocket
Ultrasound
System
2009



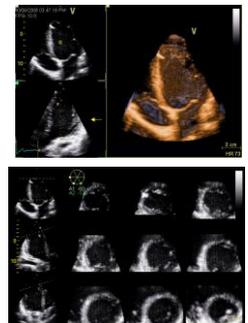
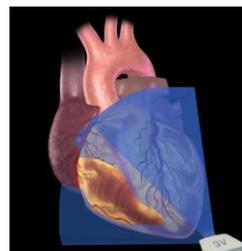
Imaging Capabilities



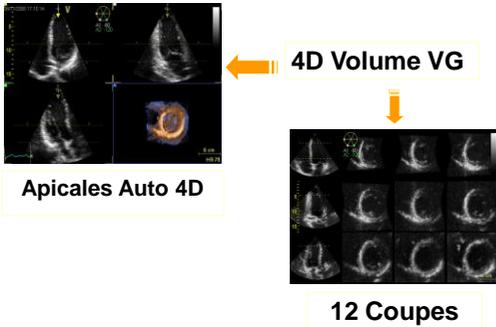
Acquisition sur un cycle unique !



Fonction cardiaque
12 coupes temps réel



Du 4D.....au 2D !



Toshiba Artida™

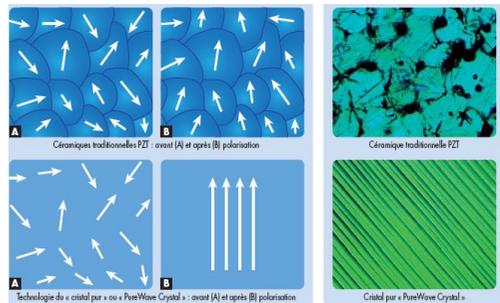
- 2D - 3D - 4D analysis
- Tomtec



Sondes

- Les capteurs (TT et ETO)
 - Sondes conventionnelles : Une seule rangée de cristaux perpendiculaire au plan du cœur
 - Sondes matricielles : Trois rangées de cristaux :
 - Meilleure localisation des faisceaux
 - Meilleure résolution spatiale
 - Énergie plus uniforme (diminution T°)

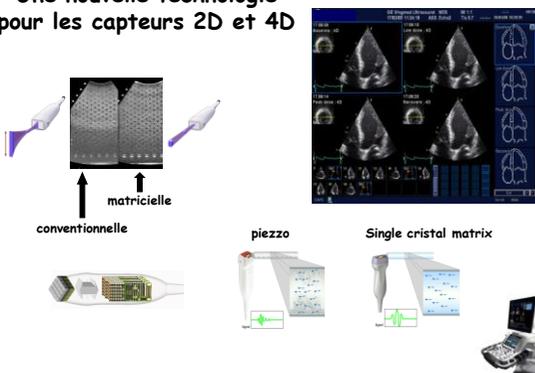
Nouvelle technologie: « pure wave crystals »



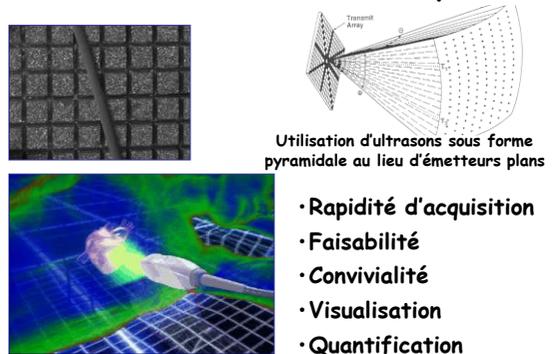
Évite la surface de chauffe des capteurs

Philips

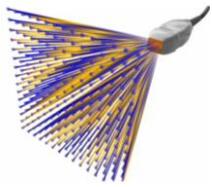
Une nouvelle technologie pour les capteurs 2D et 4D



Nouvelles sondes 3D Temps-Réel

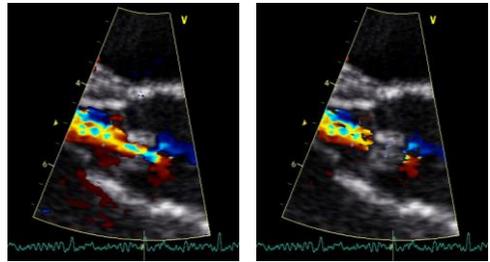


Echo 3D



- Les nouveaux capteurs et la puissance de calcul donnent, pour chaque émission, plus de lignes « acceptables »
- Les industriels mettent en avant le 3D temps réel sur un volume zoomé
- Quand elles sont faisables directement (incidences) les vues 2D resteront meilleures que les coupes 3D (# CT)
- Le 3D s'imposera pour les vues « hors de portée »

Nouveaux capteurs et Doppler couleur



Analyse automatique du tracé doppler

Échocardiographie Outils de demain...

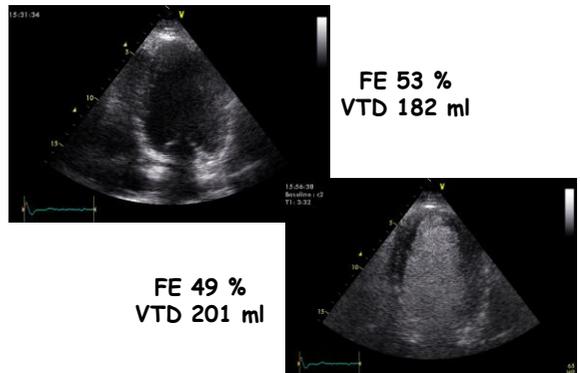
...du rêve à la réalité

↳ Perfusion myocardique

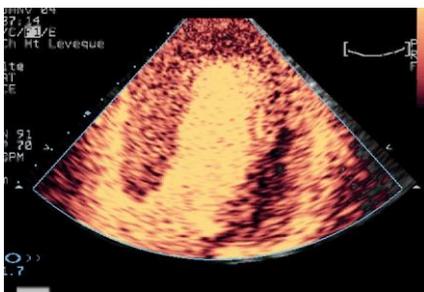
↳ 3D et 4D

- Volume
- Déformation et contraction myocardique

Échographie de contraste



Perfusion Myocardique



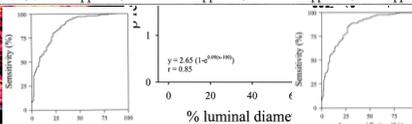
Perfusion Myocardique

Diagnostic de Sténoses Coronariennes
Contraste Dipyridamole vs Scintigraphie / 35 pts
Analyse qualitative et quantitative (A.β)

	RT-MCE			SPECT*	
	Qualitative	Beta Reserve 2.00	A x Beta Reserve 1.96	Qualitative	Quantitative
Sensitivity	19/22 (86%)	22/22 (100%)	22/22 (100%)	18/22 (82%)	16/21 (76%)
Specificity	9/13 (69%)	10/13 (77%)	10/13 (77%)	11/13 (85%)	9/11 (82%)
Concordance	28/35 (80%)	32/35 (91%)	32/35 (91%)	29/35 (83%)	25/32 (78%)
	kappa = 0.69	kappa = 0.81	kappa = 0.81	kappa = 0.64	kappa = 0.54



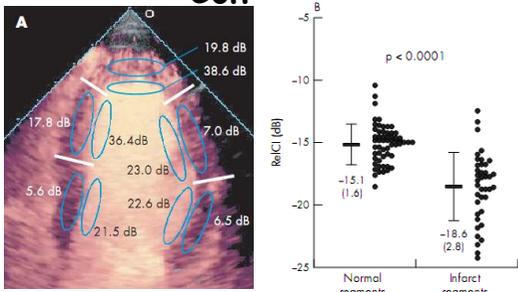
A réserve



b réserve

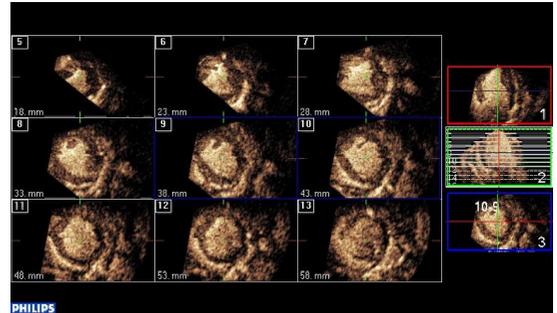
M.Peltier, JACC 2004

Contraste



Yamada et al. Heart 91:183-188, 2005

Echo de stress et contraste



Nemes A et al. Useful of ultrasound contrast agent to improve image quality during 3DRT Stress echocardiography. Am J Cardiol 2007; 99: 275-278

Contraste = Perfusion = Médicament

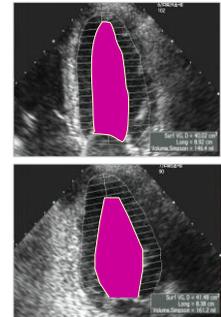
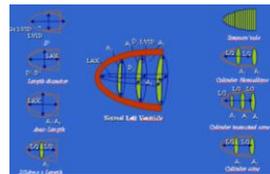
- Sonovue (Bracco®)
- Luminity (PMS Imaging®)
- AI-700® (Acusphere)

AMM → Améliorer fenêtre ultrasonique
Pas d'AMM pour étude de la perfusion

Considéré comme médicament de la recherche
→ Doit faire appel à toutes les autorisations de recherche (CPP, AFSSAPS, DGS)

Étude des volumes ventriculaires (2D)

Évaluation biplan Simpson

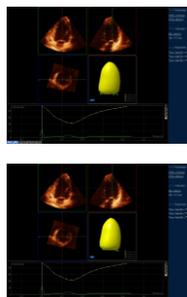


Variabilité inter et intra observateur : 7 to 11 %

3D RT: volumes, fraction d'éjection, masse

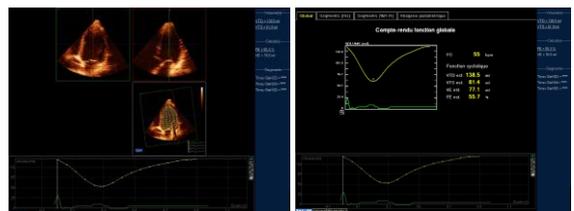
• 3D temps réel :

- Précision de mesures
- Application essentielle
- Absence de dépendance d'un modèle géométrique
- Plan de l'image (grand axe)
- Améliorer la reproductibilité
- Comparable à la méthode de référence IRM ?



RT3DE : Comment ça marche

Détection automatique image par image de la surface endocardiaque

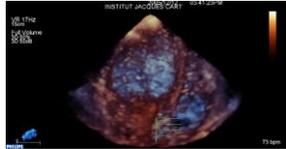
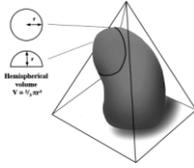


Système Q Lab : temps réel ou en différé
Système Tomtec : différé

Philips

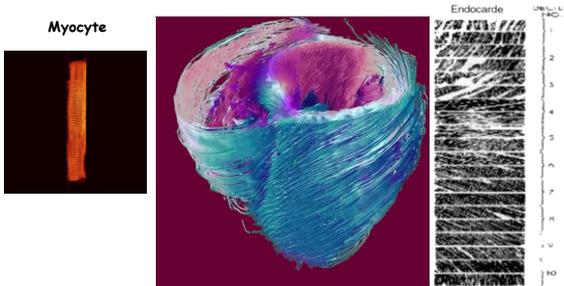
Limites 3D

- Volume total sur 4 cycles (pas temps réel) Apnée ++
- Inutilisable en cas d'arythmie
- Nécessité repositionnement manuel du contour (20%+++)
- Limites en cas de VG très dilaté (exclusion pointe)
- Échogénicité
 - 4D : volume temps dépendant « one shot »



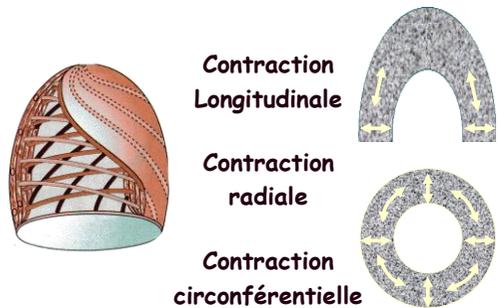
La contraction myocardique revisitée

Une architecture

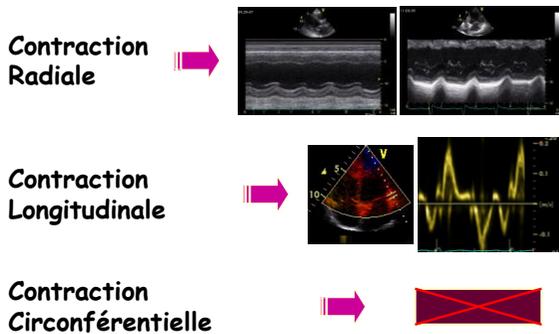


Streeter D, Fiber orientation in the canine left ventricle during diastole and systole
Circ Res 1969, 24(3):339-47

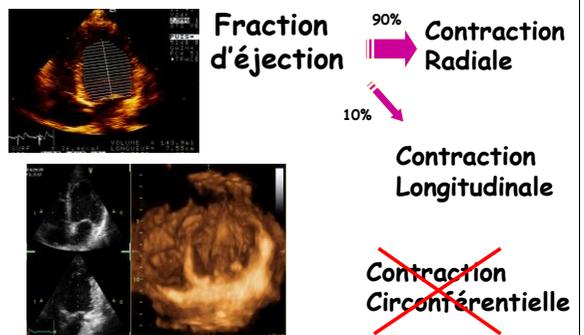
Des fonctions...



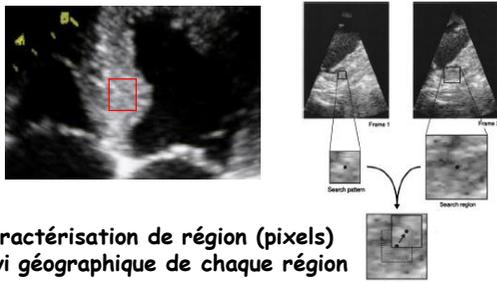
Des outils d'analyse...



Des outils d'analyse...

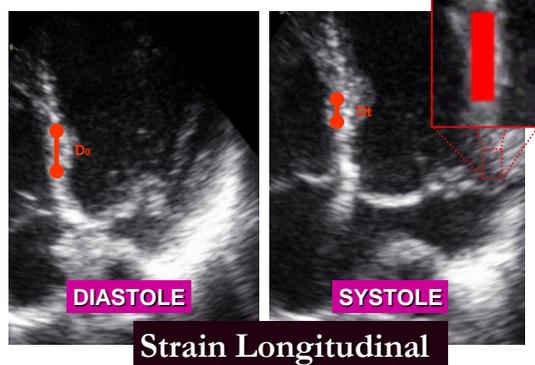


Strain - « speckle tracking » - 2D Strain

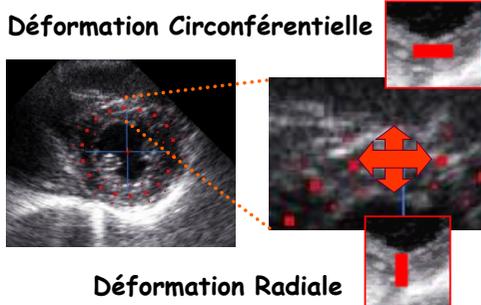


Caractérisation de région (pixels)
Suivi géographique de chaque région

Déformation longitudinale



Déformations Radiale et Circonférentielle



Déformation Circonférentielle

Déformation Radiale

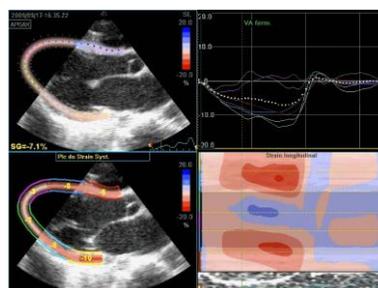
Application pratique des déformations en échocardiographie

- Technique simple basée sur l'imagerie bidimensionnelle
- Facile d'utilisation : obtention de l'information en moins de 60 secondes (plus rapide que le calcul de FE)
- Reproductible :
 - Déformation longitudinale :
 - V intra-obs = 8.1%
 - V inter-obs = 9.2%
 - Déformations radiale et circonférentielle = 10-15 %
- Logiciels d'interprétation : Echopac, QLab, Tomtec

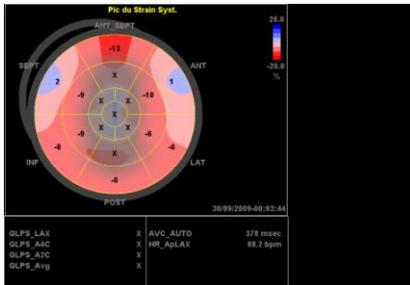
Applications cliniques

- Insuffisance cardiaque à fonction systolique concernée
- Insuffisance cardiaque diastolique
- Asynchronisme et déformation myocardique sur zone ischémique
- Réserve contractile et myocardiopathie hypertrophique

2D strain

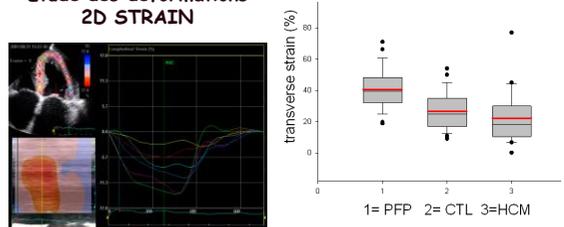


2D Strain



Myocardiopathie Hypertrophique

Étude des déformations 2D STRAIN

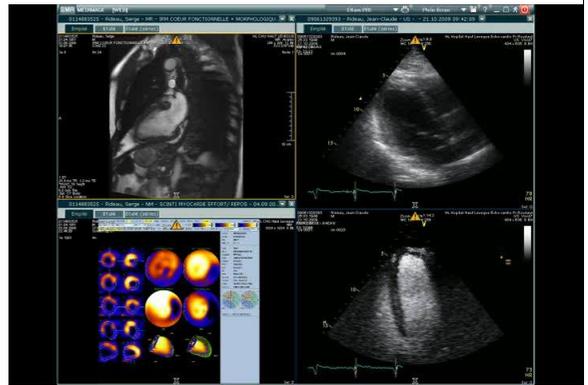


Informations patients / pathologies et population

K. Serri, JACC 2006 - ESC World Congress 2006

**Assistance / Expertise
CNIL / Codage confidentialité
(AFSSAPS)**

**Échocardiographie WEBLINE
www.echo-weblines.net**



Conclusion

- Ces nouvelles techniques sont en phase de validation
- Ne pas oublier le contexte clinique
- Images, outils en phase de modifier nos comportements et analyse
 - Diagnostique
 - Thérapeutique
 - Surveillance

« Ce qui peut arriver de pire, c'est de passer à côté d'un bon travail sans le reconnaître. »

Montaigne

Conclusion (1)

- Un renforcement majeur du dispositif en vigueur dans les objectifs de :
- Garantir la **sécurité des personnes** qui se prêtent à la recherche
 - Augmenter la **qualité de la recherche**
 - Garantir la **transparence sur les projets de recherche** en place et leur déroulement
 - Harmoniser les **règles à l'échelle européenne**
 - Reconnaître la spécificité de la **recherche institutionnelle** et lui instaurer un régime plus adapté

Conclusion (2)

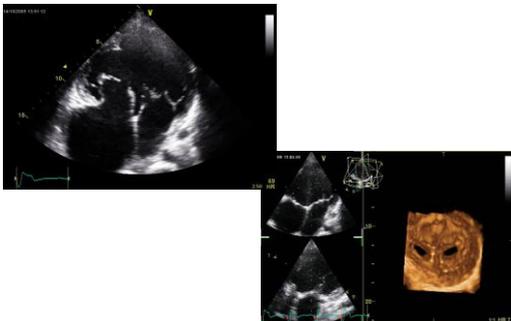
Mais qui aura aussi pour impacts de :

- **Augmenter les moyens nécessaires** à la mise en place des projets de recherche
- Accélérer l'évaluation en aval par l'Afssaps des nouveaux dispositifs par le renforcement de l'évaluation en amont des protocoles de recherche et des dispositifs à l'essai
- Accroître la **crédibilité de la recherche française** à l'échelle internationale

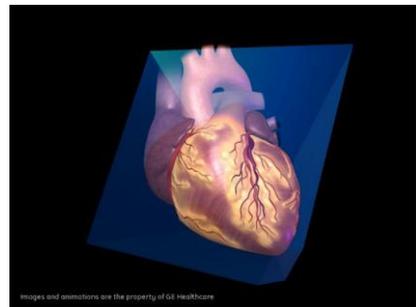
Avec certaines incertitudes...

- L'évaluation qui sera rendue par les CPP pour l'acceptation de la qualification des recherches en « **évaluation des soins courants** »

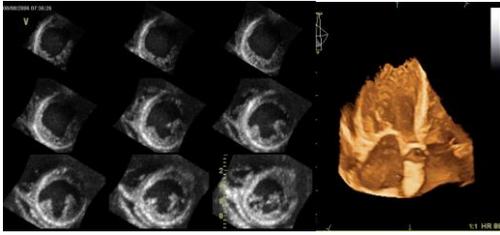
Du 2D au ...4D



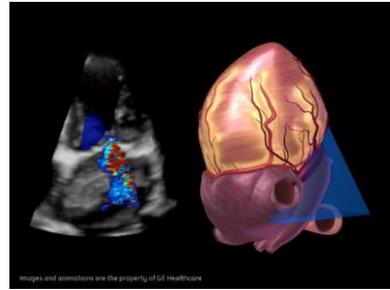
Du volume au 9 coupes



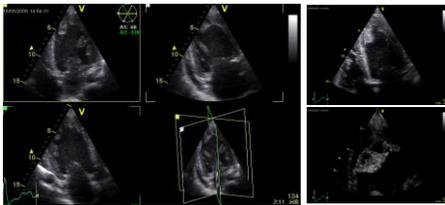
9 coupes



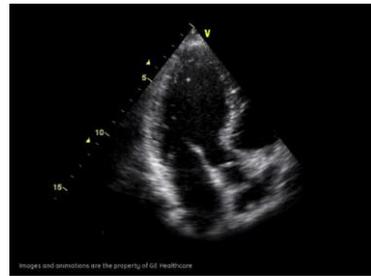
6 coupes en 4D couleur



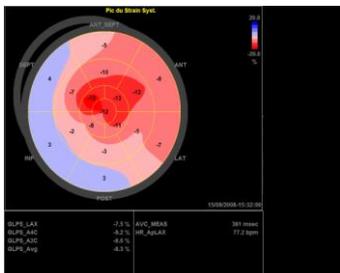
Triplans temps réel



AFI (Automated Function Imaging), le Strain automatique



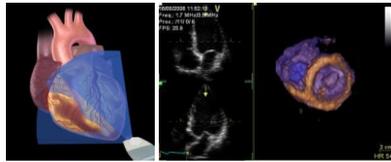
2D strain à l'AFI



Les innovations...



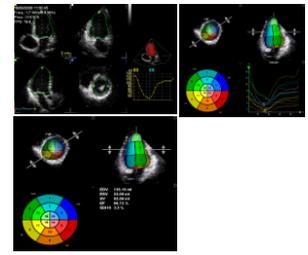
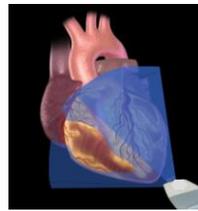
Accelerated Volume Architecture



Un cycle pour le 4D



4D Auto VG



Cycle cardiaque unique



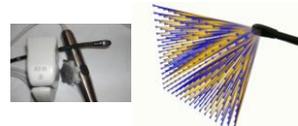
Merci de votre attention



PHILIPS



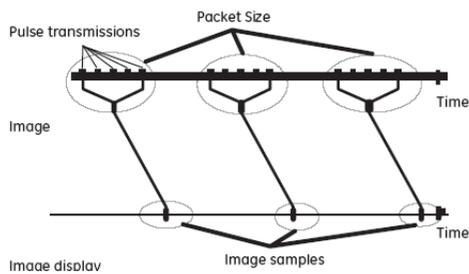
CX50



Sonde ETO 3D

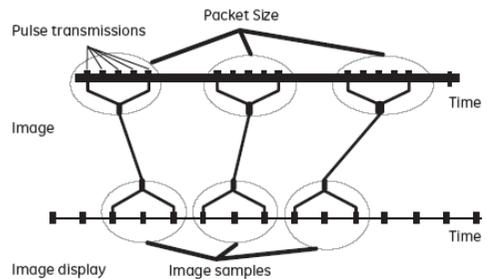
70

Conventional color flow imaging



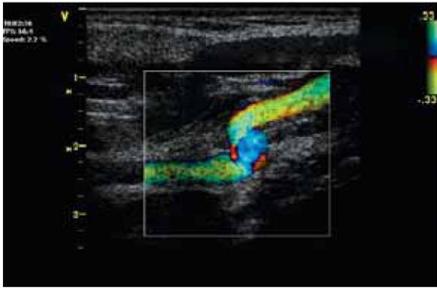
The Vivid 7 dimension system transmits multiple transmission pulses per packet size for each ultrasound beam. For each blood flow image, the ultrasound system also displays the B-mode image

Multiple blood flow images

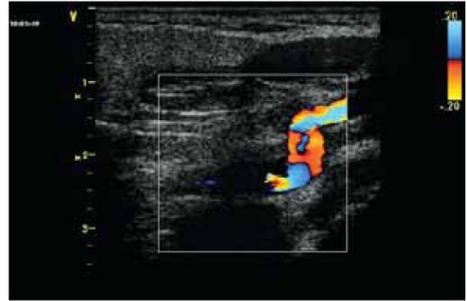


BFI samples multiple blood flow images for each packet size containing multiple transmit pulses

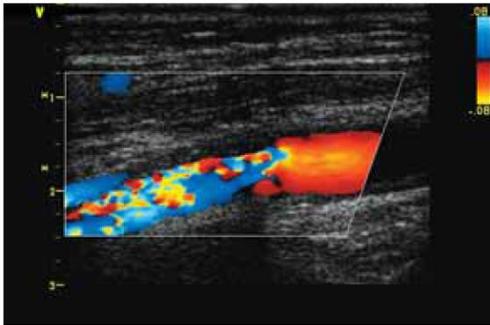
BFI image visualizing a tortuous ICA vessel



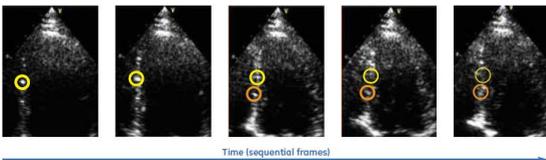
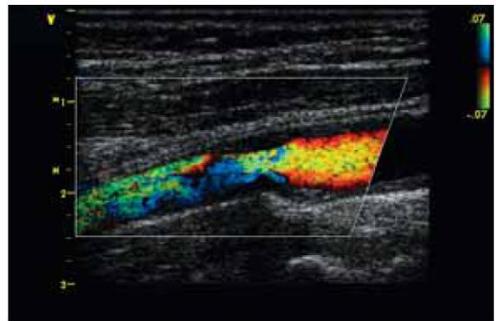
Color Doppler image visualizing a tortuous ICA vessel



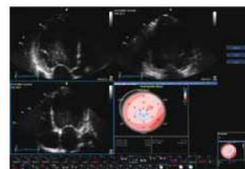
Color Doppler Imaging



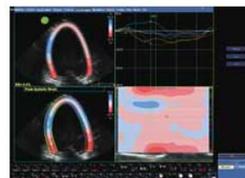
Blood Flow Imaging (BFI)



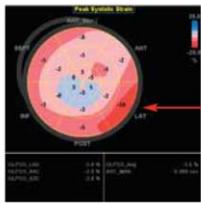
Motion and velocities are analyzed by calculating frame-to-frame changes using "natural acoustic tagging." New features (orange circles) keep coming into the images as old ones (yellow circles) fade away



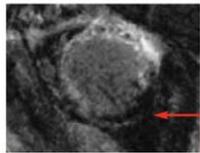
This patient had an MRI study showing diffuse scar with a regionally viable area that localized very well on the AFI strain bull's-eye



Display of the 2D parametric image, anatomical M-Mode, strain graph and bull's-eye for each plane helps the clinician build knowledge of the patient's heart before the three planes are combined for final result



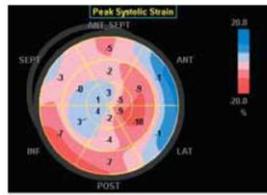
AFI
The patient has non-ischemic cardiomyopathy with global hypokinesis and akinesis on MRI. AFI displays viable tissue in the lateral wall.



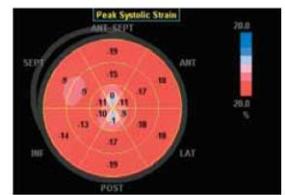
MRI
The contrast-enhanced MRI in the short axis shows extensive transmural scar with relative preservation of the lateral wall.

The patient has non-ischemic cardiomyopathy with global hypokinesis and akinesis on MRI. AFI displays viable tissue in the

The contrast-enhanced MRI in the short axis shows extensive



Myocarditis
The bull's-eye parametric image of the peak systolic deformation (strain) is from a patient with myocarditis. The left image was taken at the onset of the disease. The right image is after recovery.



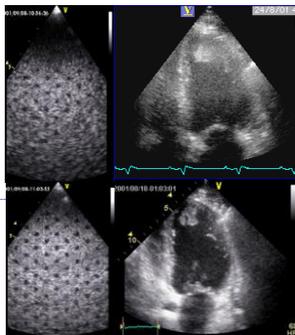
Recovery

Image Quality

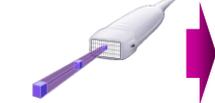
US Phantom

Case study: M/127kg

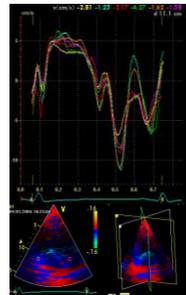
Conventional Beamforming



Active Matrix Array

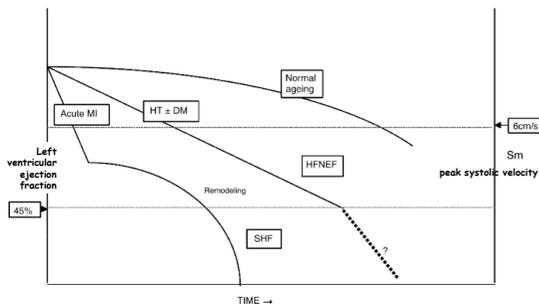


Nouveaux Capteurs et DTI



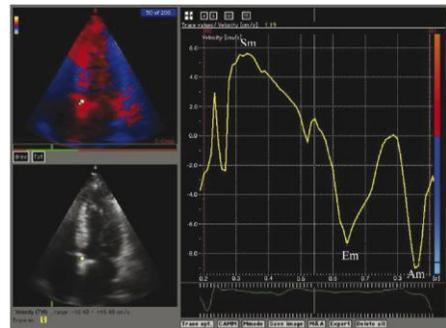
- Bonne cadence image sans dégradation de la résolution latérale
- Meilleurs filtres
- Meilleur rapport signal/bruit
- Moins de différence spectre - courbes
- Courbes plus faibles (vitesses, TSI, peut être strain)

Time course of development of heart failure primarily due to myocardial infarction



Sanderson J.E., Progress Cardiovasc Dis 2006; 49: 196-206

Tissue Doppler imaging. Example of acquisition of peak systolic velocity (Sm), peak early diastolic velocity (Em), and peak atrial contraction velocity (Am) from the septal side of the mitral valve annulus or base.



Sanderson J.E., Progress Cardiovasc Dis 2006; 49: 196-206