



Centre hospitalier
universitaire
de Sherbrooke

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Estrie – Centre
hospitalier universitaire
de Sherbrooke

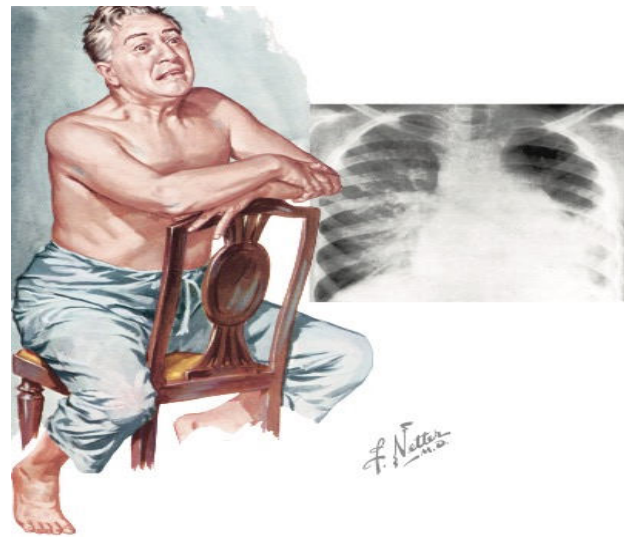
Québec



Échocardiographie chez l'insuffisant cardiaque: Paramètres au-delà de la FEVG!

Catherine BOURQUE, M.D, FRCPC ^a

^aService de Cardiologie, Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke, Québec, Canada



Objectifs d'apprentissage

- Identifier les marqueurs pronostiques échocardiographiques de l'insuffisance cardiaque
- Intégrer les informations échocardiographiques pour guider le traitement de l'insuffisance cardiaque
- Expliquer les nouvelles avancées échocardiographiques dans l'évaluation de la fonction ventriculaire

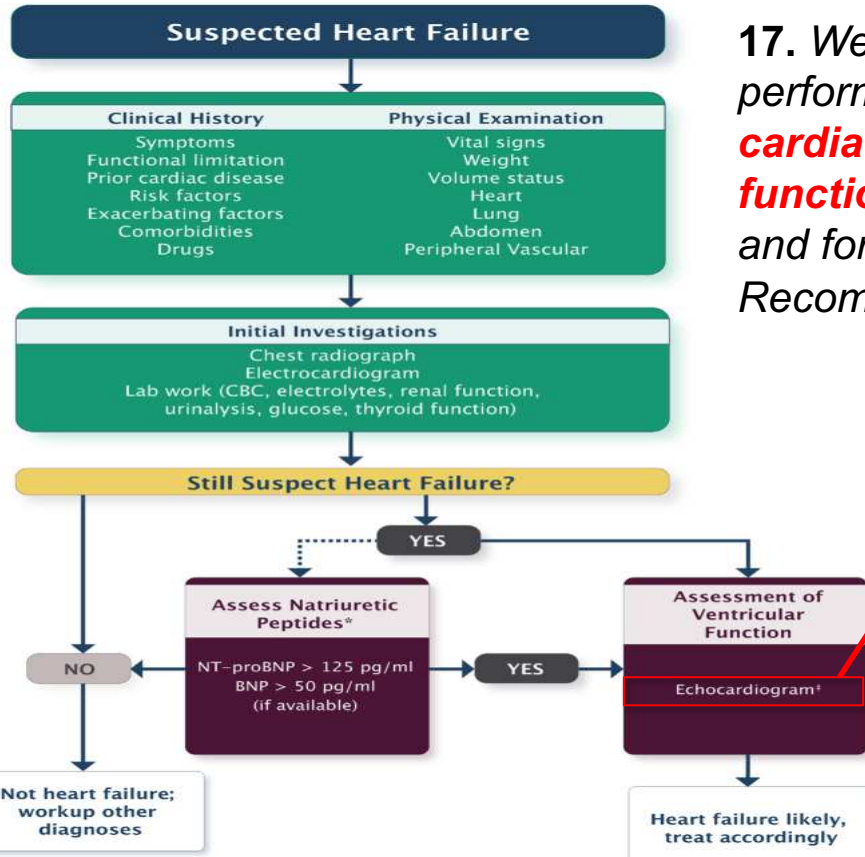
Conflits d'intérêts

- Aucun!



Society Guidelines

2017 Comprehensive Update of the Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the Management of Heart Failure



17. We recommend that echocardiography be performed in all patients with **suspected HF** to assess **cardiac structure and function**, to **quantify systolic function** for **planning** and **monitoring** of **treatment**, and for **prognostic stratification** (Strong Recommendation; Moderate-Quality Evidence).

... **preserved ejection function** on a routine echocardiogram **DOES NOT RULE OUT** the clinical syndrome of heart failure and therefore **clinical judgement is required** if **other indicators** point to heart failure as a diagnosis

**** Update 2021 ****

pas de nouveauté en termes
d'échocardiographie

...et les autres paramètres?

Table 5. Suggested timing for measurement of LVEF, according to clinical scenario

Clinical scenario	Timing of measurement	Modality of measurement	Comments
New-onset HF	Immediately or within 2 weeks for baseline assessment	ECHO (preferred when available); or CMRI	Report should include numeric EF or small range of EF and <u>diastolic function</u> evaluation
After titration of type therapy for HFrEF, or consideration of <u>ICD/CRT implantation</u>	3 months after completion of titration	ECHO or CMRI (preferably the same modality and laboratory test as initial test)	LVEF after medical therapy might increase, obviating device therapy
<u>Stable HF</u>	Approximately every 1-3 years, and possibly less frequent if EF is persistently > 40%	ECHO or CMRI	Clinical rationale is to identify improving (better prognosis) or <u>worsening ventricular function</u> (worse prognosis, need for additional therapy such as ICD/CRT)
After significant clinical event (ie, after some HF hospitalizations)	Within 30 days, during hospitalization if possible; not necessary when repeated admissions occur without need to identify a cause	ECHO or CMRI	Frequently helpful information such as EF, degree of valvular dysfunction, and RVSP

Autres considérations?
Intervention valvulaire? Clip?
Thérapie avancée? VAD/greffe?

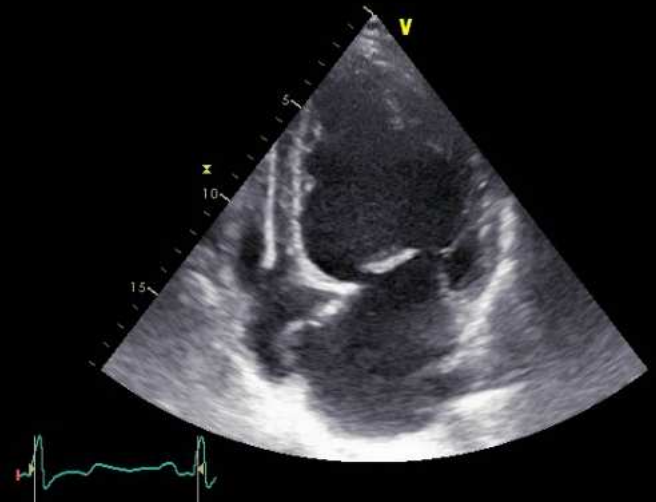
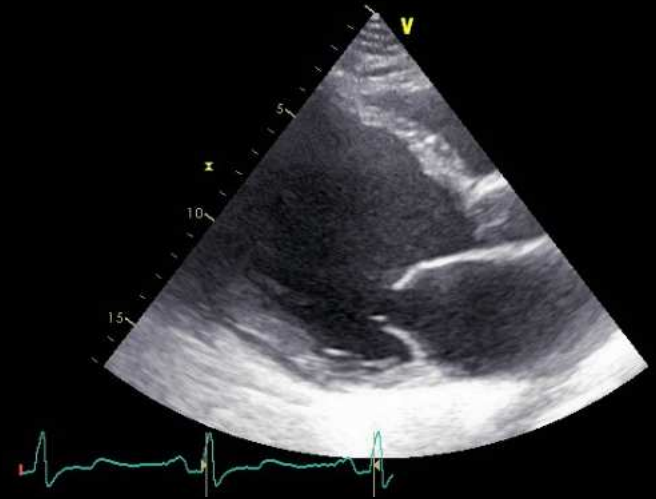
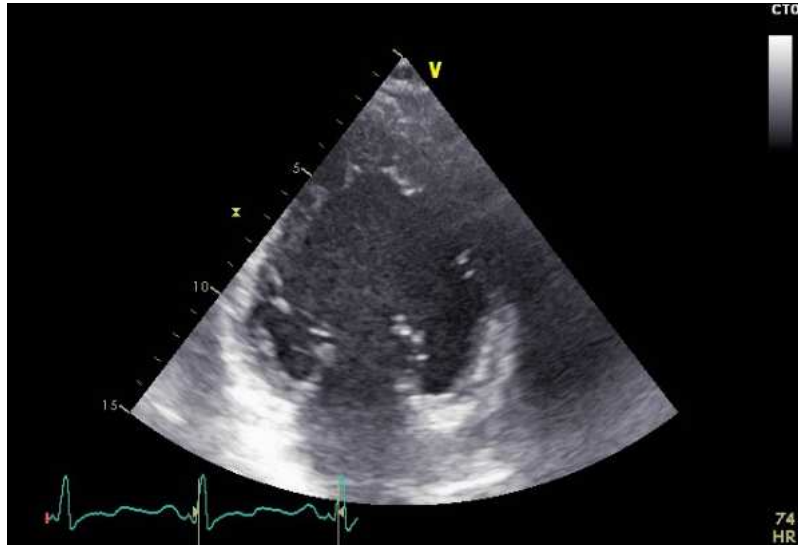
Détérioration de la fonction ventriculaire? Basée sur quoi? La FEVG seule?

Événement significatif clinique? Réponse clinique limite malgré tx approprié et/ou ETT>12 mois .
Autres paramètres de suivi?

IC stable? C'est quoi?

Cas clinique

Femme 50 ans. CMP non ischémique sous traitement médical optimal. NYHA 1. FEVG 25%.



La valeur de la FEVG (Poll)

- A. Corrèle avec la classification NYHA
- B. Prédit les évènements indésirables en ICFEr
- C. Prédit la mort subite
- D. A et B
- E. A et C

FEVG - IC

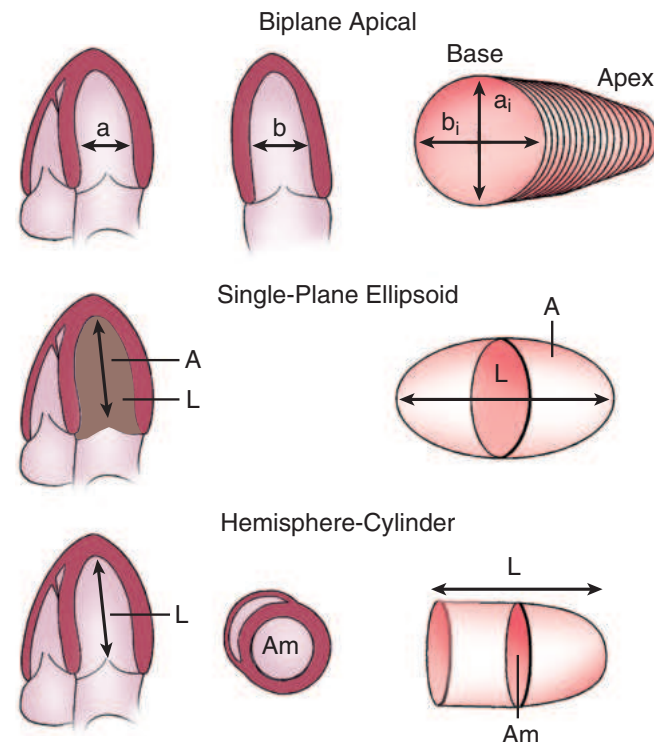
- Évaluation de la fonction systolique VG

- Mesure essentielle

- Dx (ICFEr vs ICFEp) si suspicion d'IC

ICFEp	FEVG $\geq 50\%$
ICFEm	FEVG 41-49%
ICFEr	FEVG $\leq 40\%$
ICFE récupérée	ICFEr maintenant avec FEVG $> 40\%$

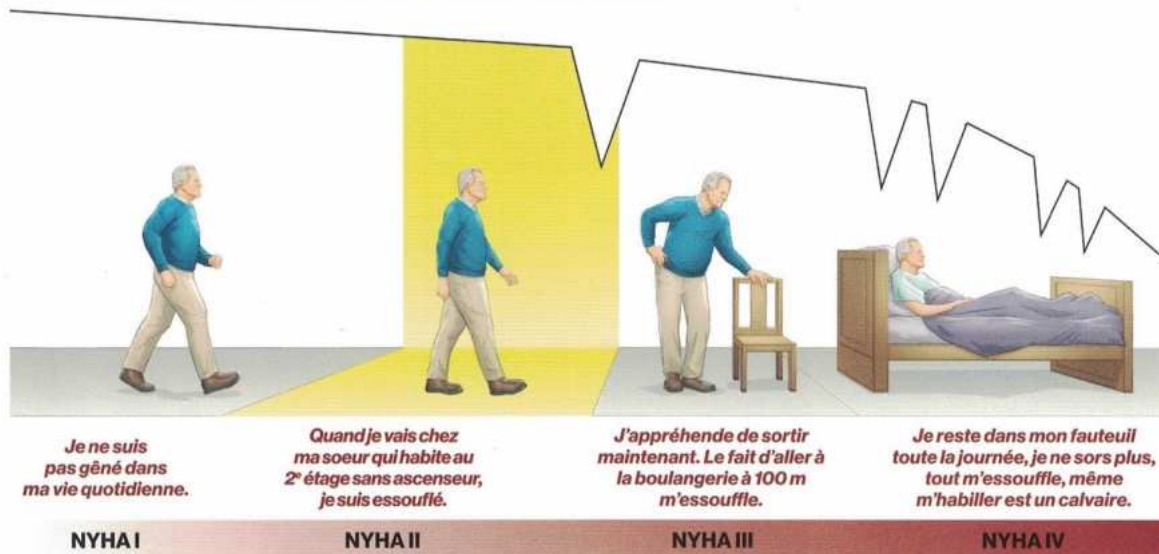
- Suivi de situations cliniques particulières (cardiovasculaires, cardiooncologie) afin de guider la prise en charge
- LIMITATIONS IMPORTANTES !**
 - FEVG = **Indice insatisfaisant** pour caractériser les patients atteints d'IC



FEVG - Classification NYHA

- Aucune corrélation démontrée entre la FEVG et les symptômes du patient (classe de NYHA)

Selon la classification *New York Heart Association* (NYHA)



FEVG - Pronostic

- FEVG = prédicteur incidence IC et événements indésirables
- ICfEp vs ICfEr = pronostic sombre et assez similaire
 - ICfEp = pronostic indépendant des valeurs de la FEVG avec évaluation du risque d'évènements limitée
 - ICfEr = pronostic stratifié en fonction des valeurs de la FEVG (qui peuvent s'améliorer en optimisant le GDMT)

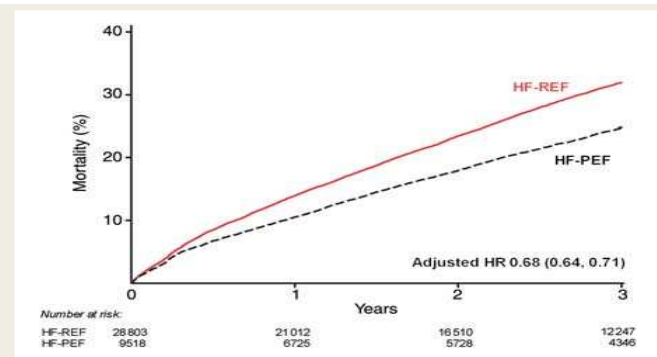


Figure 2 Mortality for patients with HF-PEF (heart failure with preserved left ventricular ejection fraction) and HF-REF (heart failure with low left ventricular ejection fraction), adjusted for age, gender, aetiology of heart failure, hypertension, diabetes, atrial fibrillation.

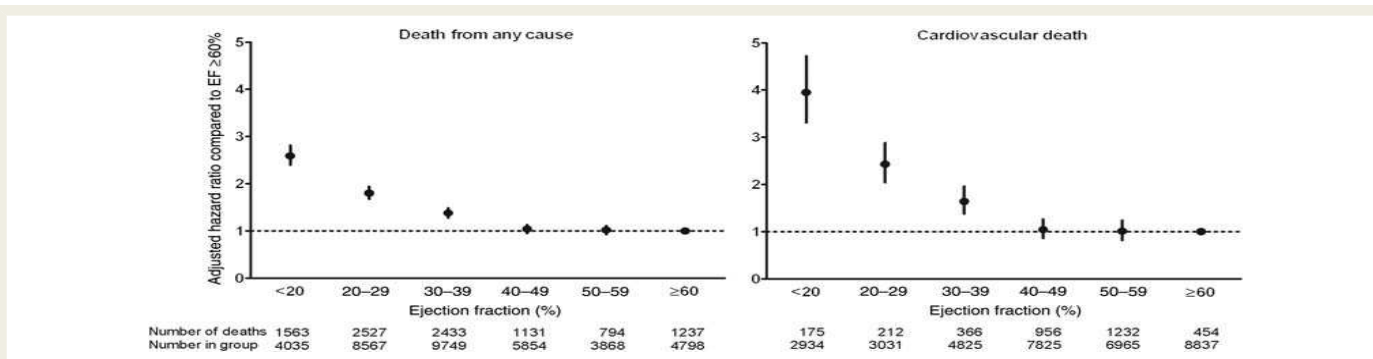


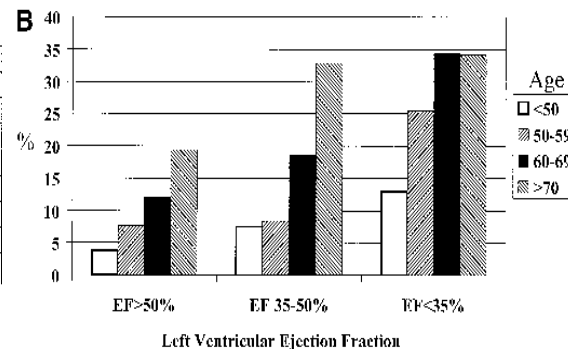
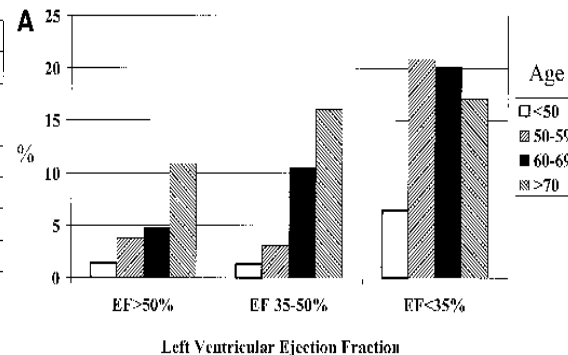
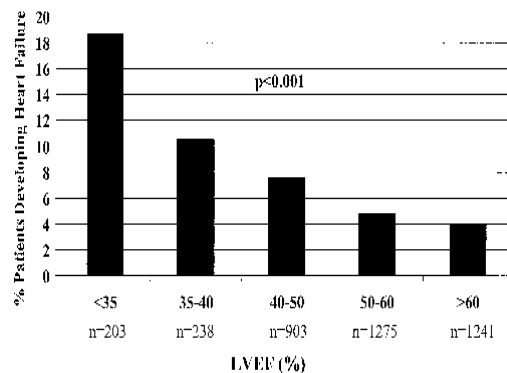
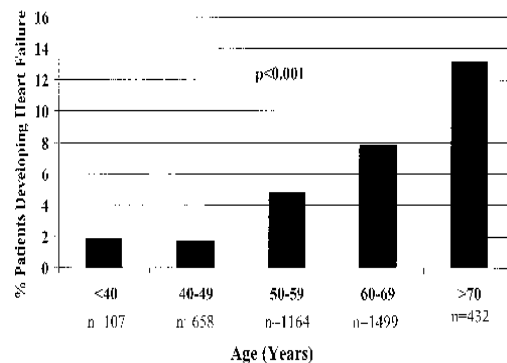
Figure 3 Adjusted hazard ratios comparing death from any cause and cardiovascular death by groups of left ventricular ejection fraction (with LVEF $\geq 60\%$ as the reference group).

FEVG - prédicteur d'évènements ?

Predictors of Late Development of Heart Failure in Stable Survivors of Myocardial Infarction

The CARE Study

- Étude observationnelle
- 3860 pts post infarctus du myocarde sans ATCD d'IC
- Suivi 5 ans
- Facteurs prédicteurs de la survenue d'IC
 - Âge
 - FEVG: ↗ de 4% du risque d'IC pour chaque ↘ de 1% de la FEVG initiale



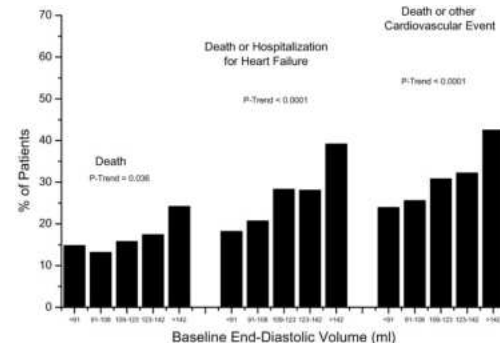
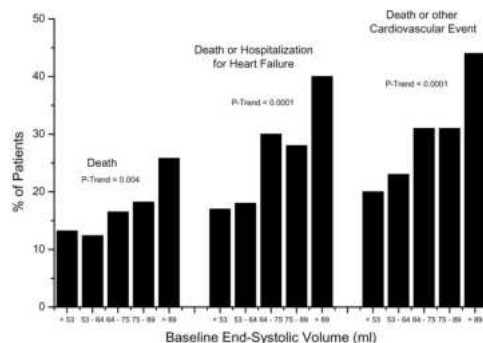
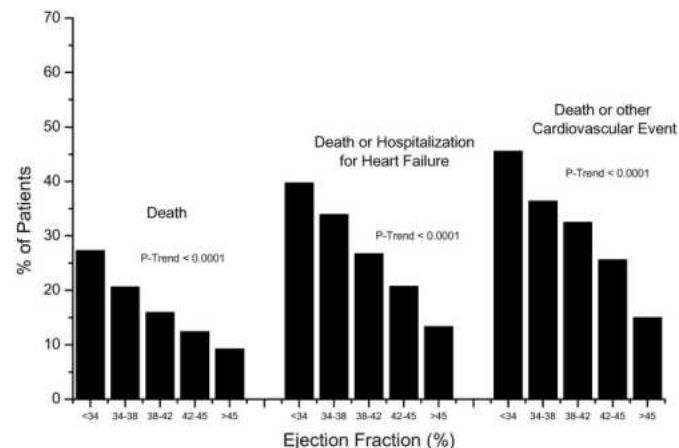
A. hospitalizations for heart failure
B. hospitalizations for HF and death

FEVG - prédicteur d'évènements ?

Étude VALIANT echo

Changes in Ventricular Size and Function in Patients Treated With Valsartan, Captopril, or Both After Myocardial Infarction

- Étude observationnelle
- 610 pts avec IC, dysfonction VG ou les 2 post IM
- Facteurs prédictifs indépendants d'évènements
 - FEVG
 - Volume VG à la base
 - Longueur du segment infarcté



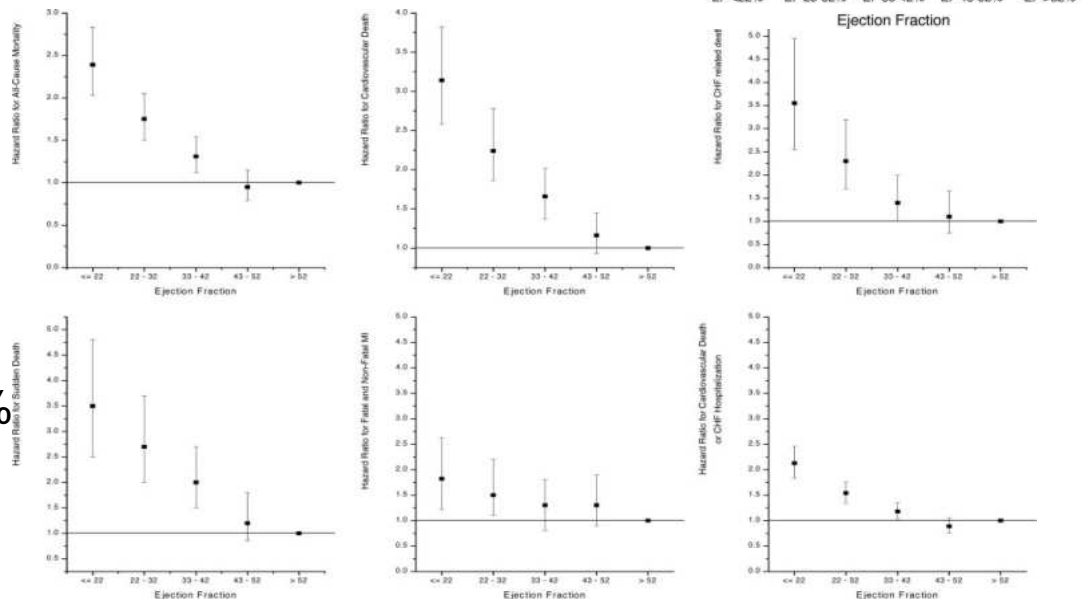
FEVG - prédicteur d'évènements ?

Programme CHARM

(CHARM-Alternative,-Added,-Preserved)

Influence of Ejection Fraction on Cardiovascular Outcomes
in a Broad Spectrum of Heart Failure Patients

- 7599 pts IC Sx (large spectre de FEVG)
- Facteurs prédictifs puissants d'évènements cardiovasculaires
 - Tous les $\searrow$ 10%, $\nearrow$ de 39% du risque de mortalité de toutes causes



FEVG - prédicteur de mort subite ?

- FEVG $\leq 35\%$
 - **Principale mesure** pour guider mise en place d'un DAI en prévention primaire
- Capacité **limitée** à prédire le mode de décès (soudain vs non soudain)
- Précision **limitée** pour prédire les événements arythmiques graves
 - Méta-analyse de 20 études (7294 pts)
 - Événements arythmiques majeurs post IM (Se 59%, Sp 78%)

Bailey et al. 2001 JACC

- Plusieurs **facteurs cliniques reconnus** modifiant la relation FEVG et MS

Table 2. Variables That May Increase the Strength of the ICD Indication Based on Ejection Fraction.*

Modifier of EF	Increase in Strength of Indication			
	EF $\leq 25\%$ (strong indication)	EF 26%–35% (variable indication)		EF $> 35\%$ (no indication or no data available)
		EF 26%–30% (probable indication)	EF 31%–35% (uncertain indication)	
Heart failure	Uncertain	Likely	Uncertain	Unknown
Ambient nonsustained VT; induced VT†	Possible	Likely	Probable	Possible
QRS interval ≥ 0.12 sec	Possible	Likely	Possible	Unknown
Deteriorating EF over time	Uncertain	Possible	Likely	Probable

RJ. Myerburg, et al. 2008 NEJM

FEVG - autres mesures de risque ?

- FEVG est un prédicteur indépendant d'évènements mais ... signification pronostique à interpréter avec d'autres variables (DM, IRC)

- **Étude CHARM**

- Présence de DM ↗ le risque de mortalité ou d'évènements en lien avec IC

Ex

pt DM avec FEVG à 40% a un risque ≈ pt non DM avec FEVG à 25%

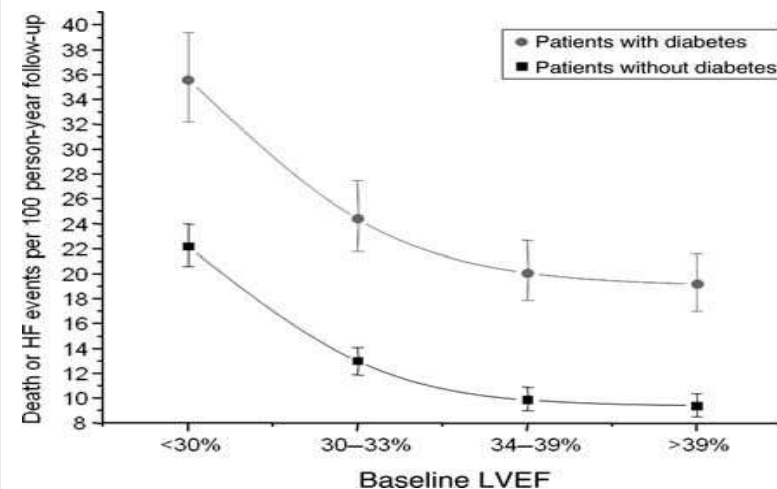


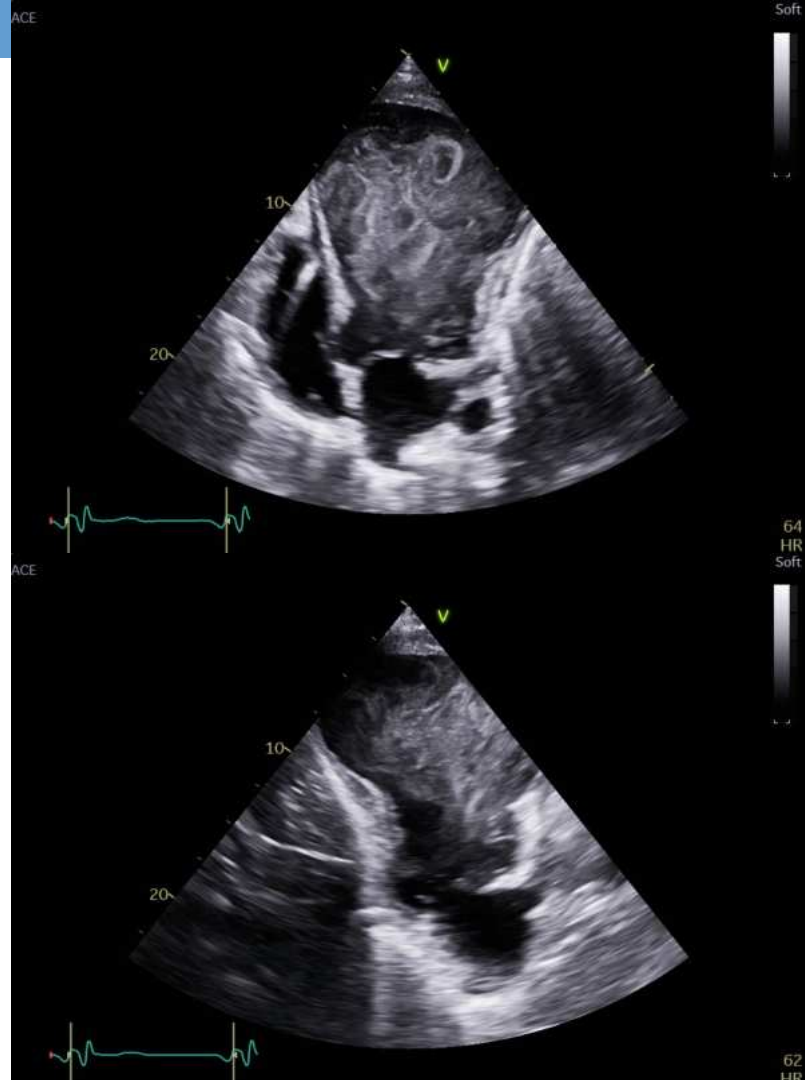
Figure 1 Crude event rates for death or heart failure hospitalization per 100 person-year follow-up among patients with diabetes and patients without diabetes by baseline left ventricular ejection fraction category.

Cas clinique (Poll)

Homme 60 ans. STEMI antérieur étendu présentation tardive et revascularisé sur l'IVA pour des douleurs thoraciques continues.

FEVG ?

- A. 10%
- B. 20%
- C. 30%
- D. Un gros zéro %



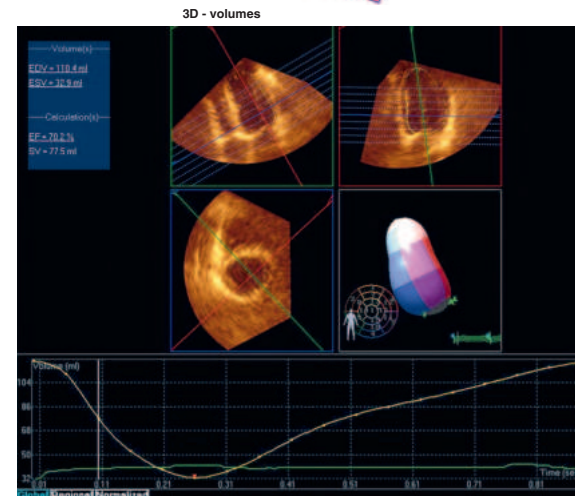
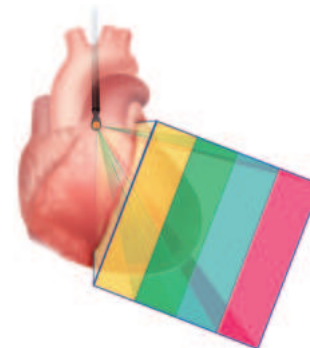
FEVG par échocardiographie - Pièges

- Mesure indirecte **non-tomographique** dérivée d'une **estimation** du volume VG
 - Variabilité inter et intra-observateur (≈ 5 à 7 points)
- Influencée par les changements de **charges** et **géométriques du VG** → mauvaise évaluation de la contractilité VG

Ex

Asynchronisme : Volume VG le plus large $\neq$ VTDVG

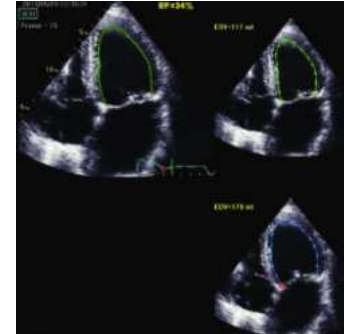
- **Échographie 3D** = plusieurs avantages aux 2D
 - Données volumétriques en temps réel
 - Évite hypothèses géométriques
 - Vue intégrative de la mécanique régionale
 - Plus précis et reproductible
 - **Limitations:**
 - Résolution temporelle et spatiale ↓
 - Sous estime volume VG par rapport à l'IRM
 - Trabéculations/muscles papillaires inclus



FEVG par échocardiographie - Pièges

- **Limitations techniques**

- Qualité d'image pauvre
- Anatomie difficile à scanner (raccourcissement du ventricule)
- Délimitation manuelle : processus fastidieux et chronophage (endocarde hors plan)
 - Méthode semi-automatique (AutoEF) = limitations similaires et manque de normalisation/reproductibilité



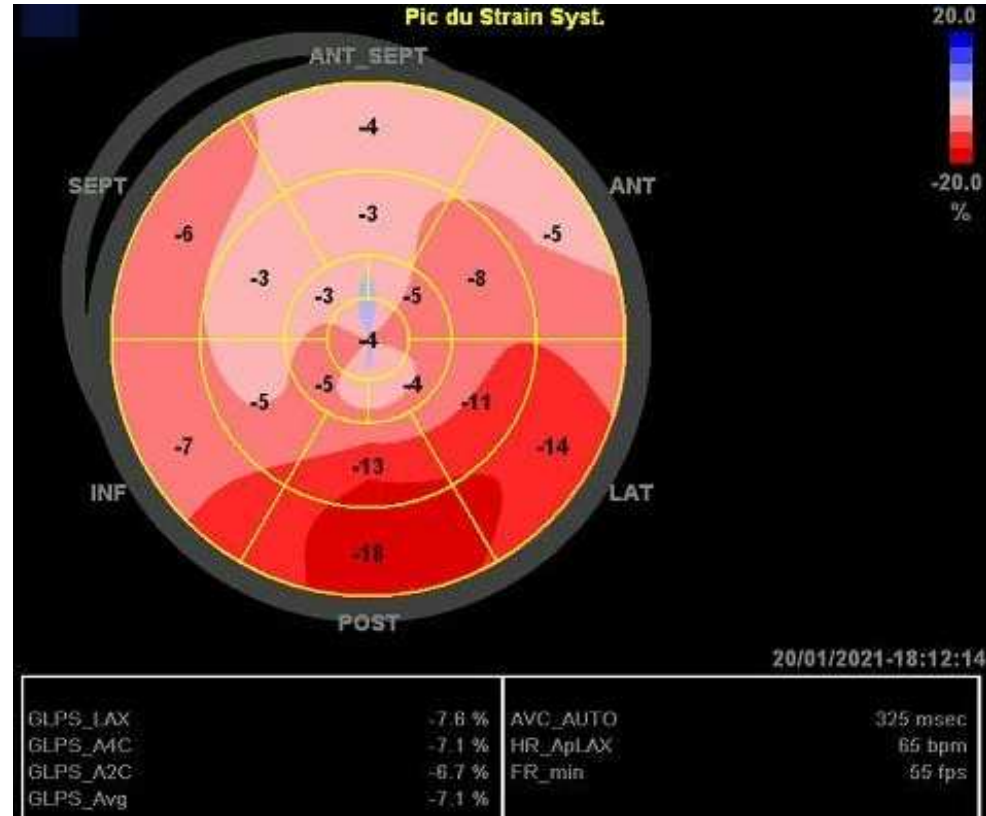
Cas clinique

- Homme 45 ans. STEMI antérieur.
Coro: thrombus IVA prox et occlusion
chronique de la Cd. SLG -7.4%.



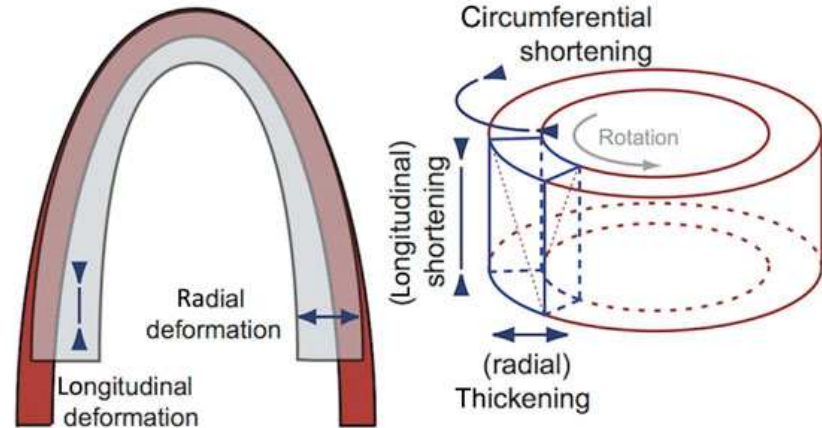
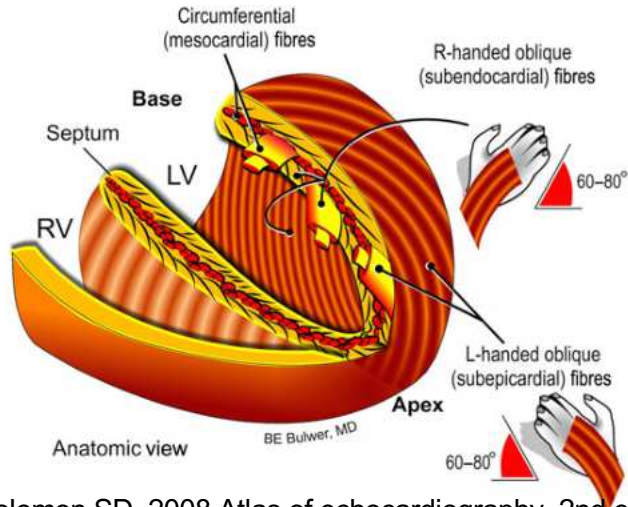
Le strain longitudinal est : (Poll)

- A. Prédicteur de mortalité en ICFeR
- B. Prédicteur de mortalité en ICFeP
- C. Préservé en cardiopathie hypertensive
- D. A et B
- E. B et C



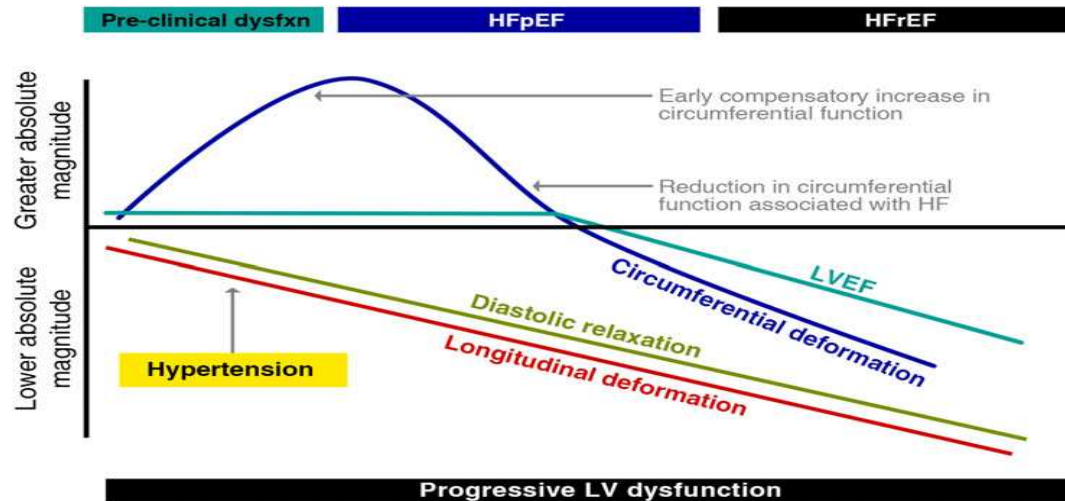
Architecture des fibres myocardiques du VG

- **Mécanique myocardique complexe** raison pour laquelle la **FEVG est insuffisante!**
 - Couches endo- et épocardiques = fibres longitudinales = déplacement basal → apex (stationnaire)
 - Couche médiane = fibres circonférentielles = déformation vers l'intérieur du myocarde (épaississement radial)
- FEVG reflète l'ensemble de la fonction longitudinale **ET** circonférentielle ...



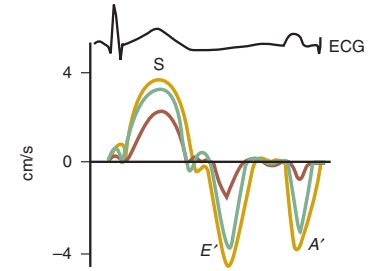
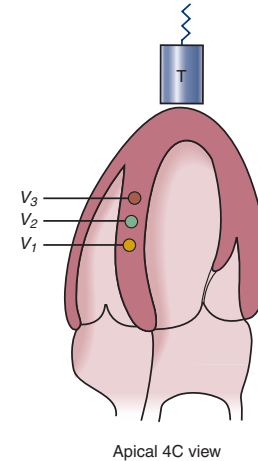
Fibres longitudinales vs circonférentielles

- Altération subclinique de la fonction VG
 - Altération fonction longitudinale **AVANT** altération fonction circonférentielle
 - Fonction circonférentielle compensatrice initiale



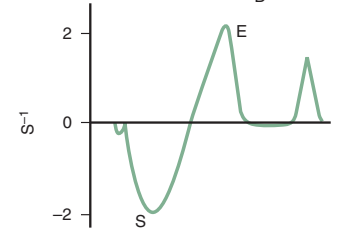
Strain et strain rate

- Strain
 - Changement de longueur d'un segment myocardique par rapport à sa longueur au repos
 - SGL normal autour de 20%
- Strain rate
 - Taux de déformation (s^{-1})
 - Données sur événements systoliques et diastoliques
- Imagerie de déformation
 - Moins dépendant de la charge que la FEVG
 - Fourni un meilleur aperçu de la dysfonction myocardique chez les ICFEp
 - Limites:
 - Reproductibilité parmi les fournisseurs peut être compromise (algorithmes d'analyse différents)
 - Post charge élevée et fluctuations tensionnelles influence la déformation myocardique



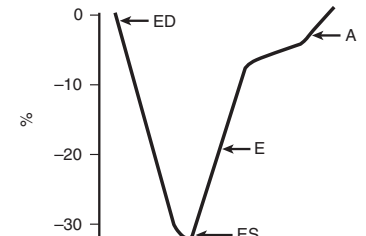
Tissue Doppler

$$SR = \frac{V_2 - V_1}{D}$$



Strain rate

$$\text{Strain} = \int SR$$



Strain

Imagerie de déformation myocardique - Pronostique ICFeR

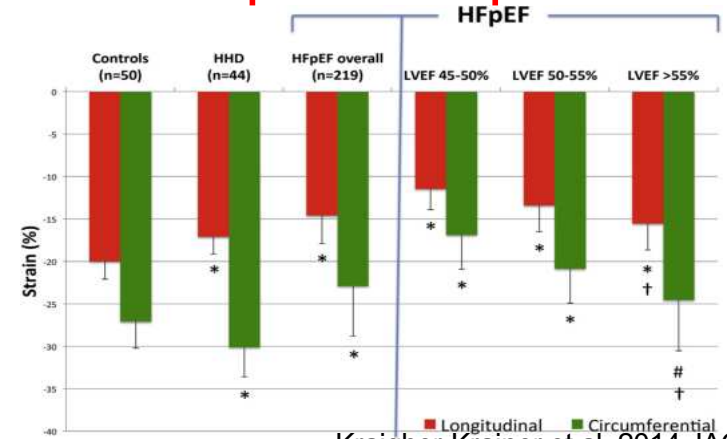
- Corrélation entre déformation myocardique et gravité de la maladie sous-jacente
- **Étude VALIANT**
 - Évaluation du strain longitudinal de 380 pts
 - SL indépendamment associée à la mortalité de toutes causes et à l'issue combinée (mortalité et d'hospitalisation pour IC)
 - SL ajoute une valeur incrémentielle significative dans la prédiction de la mortalité lorsqu'associée à la FEVG

Table 6 HRs (95% CI) for All Cause Mortality With and Without Adjustment Stratified by Longitudinal S and SRs Group						
	Quartiles of Longitudinal Strain (%)				p Value (trend)	Overall Model Chi-Square
	< -9.5	-9.5 to -7.3	-7.3 to -5.8	> -5.8		
Death, n (%)	6 (6.32)	10 (10.53)	19 (20)	27 (28.4)		
Incidence rate/ 100 patient-ys (95% CI)	3.7 (1.7-8.2)	6.2 (3.3-11.6)	12.9 (8.2-20.3)	19.7 (13.5-28.7)		
Univariate	Reference	1.7 (0.6-4.7); p = 0.307	3.4 (1.4-8.6); p = 0.008	5.2 (2.1-12.5); p < 0.001	<0.001	24.0
Multivariate	Reference	1.5 (0.5-4.2); p = 0.457	2.5 (1.0-6.5); p = 0.059	3.8 (1.5-9.5); p < 0.001	0.001	49.6
Multivariate with LVEF	Reference	1.5 (0.5-4.2); p = 0.471	2.5 (0.9-6.4); p = 0.065	3.6 (1.3-9.6); p = 0.011	0.002	49.6

Imagerie de déformation myocardique - Pronostique ICfEp

Étude PARAMOUNT

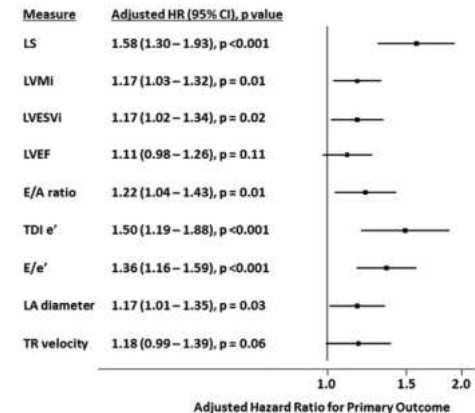
- 219 pts avec ICfEp de l'étude
- SL significativement plus bas en ICfEp vs groupe contrôle et cardiopathie hypertensive
- FEVG et SC normal (voir supranormal) en cardiopathie hypertensive suggérant mécanisme compensatoire



Kraigher-Kraigher et al. 2014 JACC

Étude TOPCAT

- 447 pts avec ICfEp de l'étude
- ICfEp ont une altération du strain longitudinal significative
- Prédicteur important de mortalité ou hospitalisation pour IC

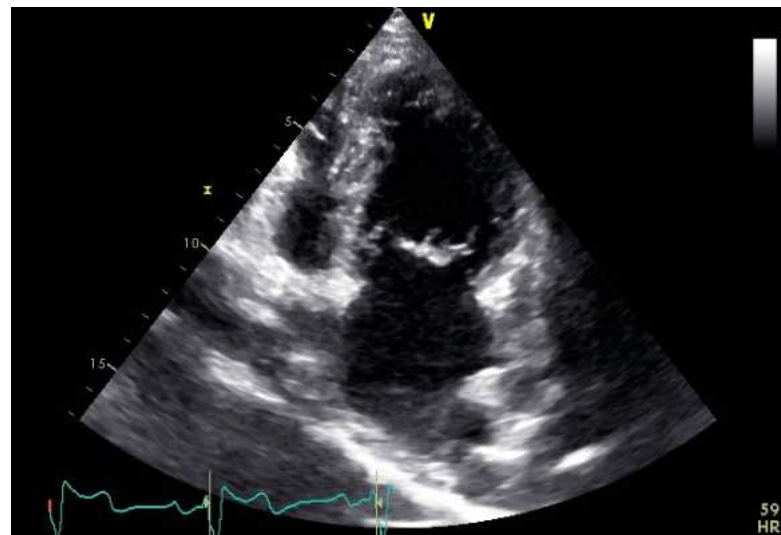


Shah et al. 2015 Circulation

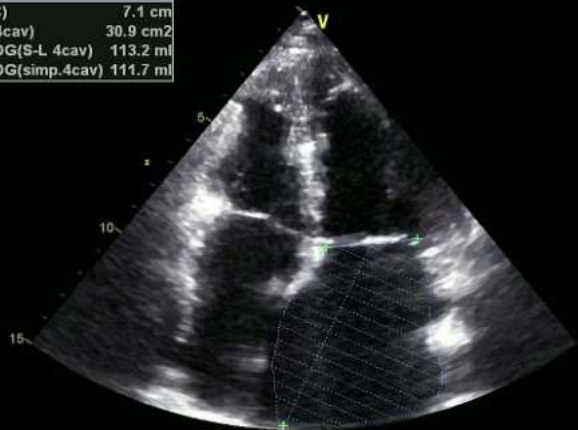
Cas clinique

Femme 50 ans.

CMH familiale mutée. Hospitalisé pour sa 3^{ème} décompensation cardiaque dans les derniers 6 mois. Choc cardiogénique puis greffée 1 semaine plus tard. ETT :



LOGs (A4C) 7.1 cm
 OGs Surf(4cav) 30.9 cm²
 Vol.Télés.OG(S-L 4cav) 113.2 ml
 Vol.Télés.OG(simp.4cav) 111.7 ml



IT Vmax 3.13 m/s
 IT GDmax 39.2 mmHg



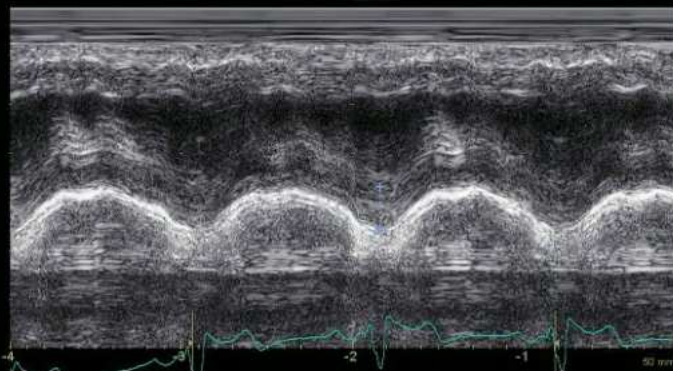
59 HR

62

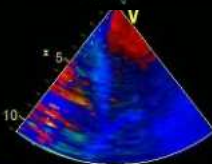
[m/s]

59 HR

TAPSE 17.0 mm



Sann Tric 8.1 cm/s



57 HR

66

[cm/s]

60 HR

Quels paramètres échocardiographiques suggèrent que cette pte est à haut risque d'évènements indésirables?

- A. FEVG
- B. Hypertrophie concentrique
- C. Dilatation OG
- D. Fonction VD
- E. $V_{\max}$ IT 3.13 m/s
- F. Toutes ces réponses

Web Table 3.5 Markers of worse prognosis in patients with heart failure

Demographic data	Older age, male sex, low socio-economic status.
Severity of heart failure	Advanced NYHA Class, longer HF duration, reduced peak oxygen consumption, high VE-VCO ₂ slope, Cheyne–Stoke ventilation, short 6-minute walking distance, reduced muscle strength, poor quality of life.
Clinical status	High resting heart rate, low blood pressure, clinical features of fluid overload (both pulmonary congestion and peripheral oedema, jugular venous dilatation, hepatomegaly), clinical features of peripheral hypoperfusion, body wasting, frailty.

Low LVEF, LV dilatation, severe diastolic LV dysfunction, high LV filling pressure, mitral regurgitation, aortic stenosis, LV hypertrophy, left atrial dilatation, RV dysfunction, pulmonary hypertension, dyssynchrony, vast area of hypo/akinesis, wide QRS complex, presumed inflammation or infiltration on CMR, inducible ischaemia and poor viability on imaging.

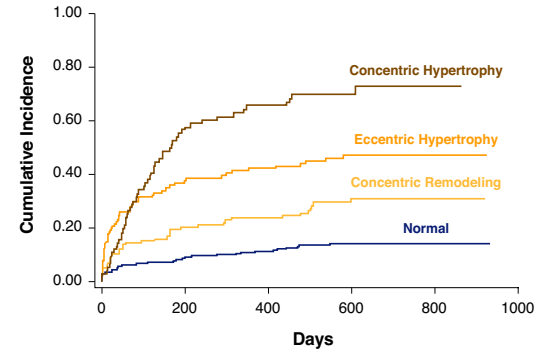
activation	high adrenomedullin, high vasopressin.
Other biomarkers	Markers of renal function, inflammatory markers, cardiac stress markers, cardiac damage markers, metabolic markers, collagen markers, markers of organ damage/dysfunction.
Genetic testing (see section 5.10.1)	Certain mutations in inherited cardiomyopathies associated with high-risk of sudden cardiac death or rapid HF progression.
Cardiovascular co-morbidities	Atrial fibrillation, ventricular arrhythmia, non-revascularizable coronary artery disease, previous stroke/TIA, peripheral arterial disease.
Non-cardiovascular co-morbidities	Diabetes, anaemia, iron deficiency, COPD, renal failure, liver dysfunction, sleep apnoea, cognitive impairment, depression.
Non-adherence	Non-adherence with recommended HF treatment.
Clinical events	HF hospitalization, aborted cardiac arrest, ICD shocks.

CMR=cardiac magnetic resonance; COPD = chronic obstructive pulmonary disease; HF = heart failure; ICD = implantable cardioverter defibrillator; LV = left ventricular; LVEF = left ventricular ejection fraction; NYHA = New York Heart Association; QRS = Q, R, and S waves (combination of three of the graphical deflections); RV = right ventricular; TIA = transient ischaemic attack; VE-VCO₂ = ventilatory equivalent ratio for carbon dioxide.

Géométrie VG - prédicteur d'évènements

Étude VALIANT écho

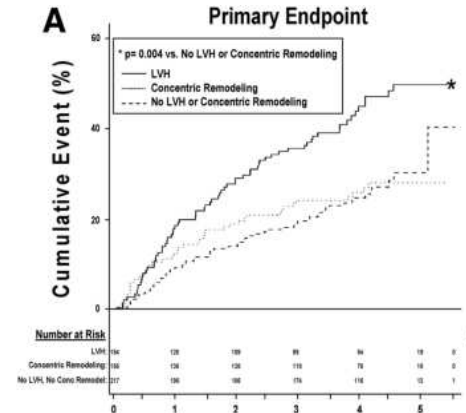
- Risque d'évènements cardiovasculaire plus élevée dans les 2 groupes:
 - Remodelage concentrique
 - Hypertrophie excentrique
 - Hypertrophie concentrique



Verma et al. 2008 JACC: CARDIOVASCULAR IMAGING

Étude iPRESERVE

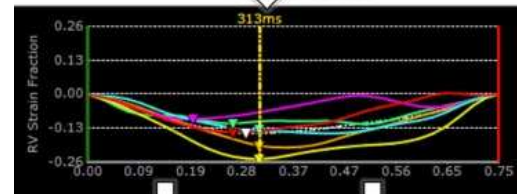
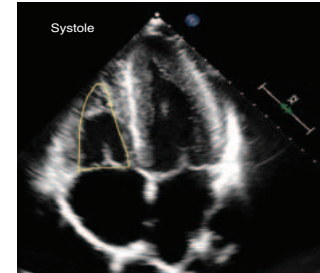
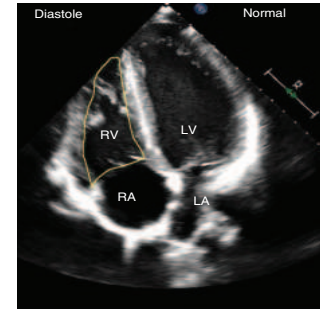
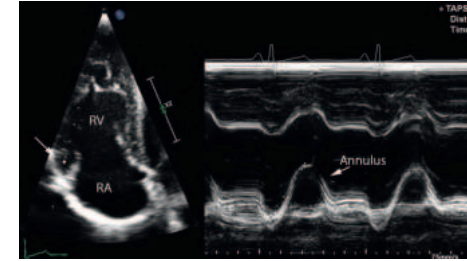
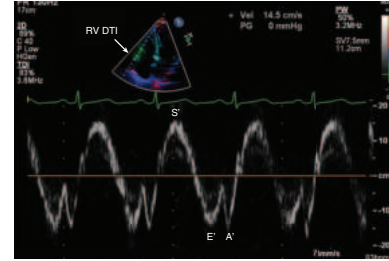
- Prévalence élevée de remodelage concentrique et d'hypertrophie chez ICFEp
- Associées à une augmentation du risque de morbidité et mortalité



M.R Zile et al. 2011 Circulation

Fonction VD - IC

- Précharge adéquate fournie par le VD est cruciale pour un VG défaillant
- **Dysfonction VD**
 - Primaire vs secondaire (ex: post charge accrue sur HTP)
 - Dysfonction VD prédicteur d'évènements, même après ajustement pour l'HTP
- **Évaluation échocardiographique**
 - RVFAC et TAPSE (validé par rapport à la FEVD calculé à l'IRM)
 - Doppler tissulaire - vélocité systolique anneau tricuspide latéral (S')
 - Strain (RVGLS vs RVFWLS)
 - FEVD 3D (étude en cours)

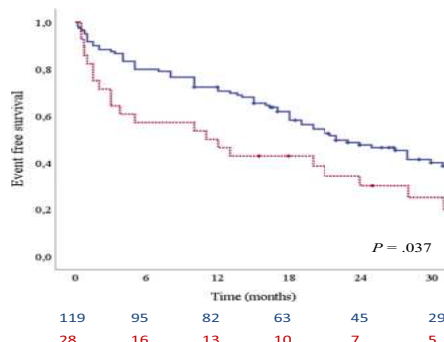


FWLS: -16%

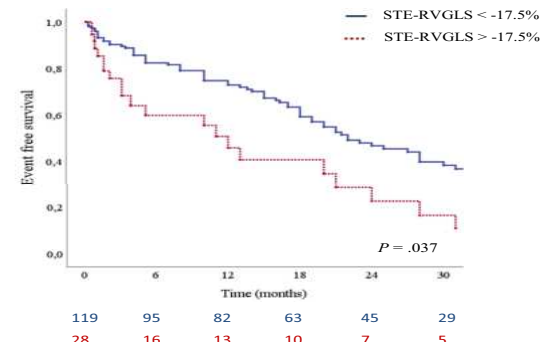
GLS: -14%

Right Ventricular Global Longitudinal Strain and Outcomes in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction

- RVGLS > -17,5%
 - 149 patients
 - ICfEp
 - Bonne corrélation entre RVGLS et FEVD IRM
 - Altération du RVGLS : valeur pronostic importante



A. Non adjusted Kaplan Meier curves of event free survival.



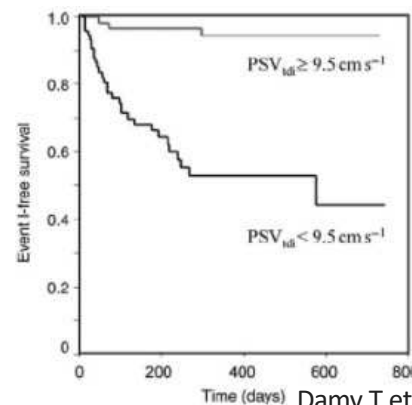
B. Adjusted Kaplan Meier curves of event free survival. Adjustments were made for NYHA functional class, renal function, hemoglobin levels and tricuspid regurgitation ≥ 2

Figure 6 Kaplan-Meier curves for the primary end point of event-free survival in patients with HFpEF, according to RV function by STE RVGLS.

Lejeune et al. 2020 JASE

Comparison of four right ventricular systolic echocardiographic parameters to predict adverse outcomes in chronic heart failure

- S'VD < 9,5 cm/s
 - 136 patients
 - FEVG $\leq 35\%$
 - Suivi moyen 295 jours
 - CJP : DC / HTx / LVAD / AHF



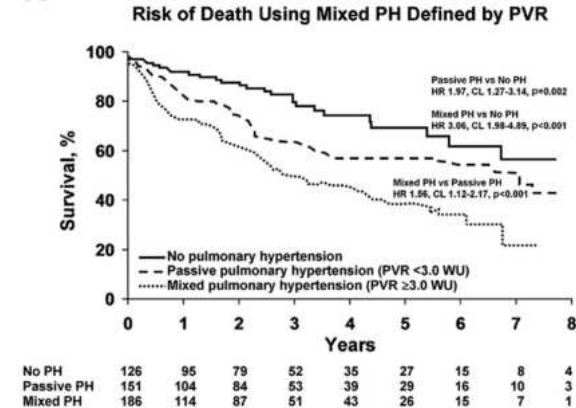
Damy T et al, 2009 Eur J Heart Fail

Hypertension pulmonaire - IC

Clinical Features, Hemodynamics, and Outcomes of Pulmonary Hypertension Due to Chronic Heart Failure With Reduced Ejection Fraction

Pulmonary Hypertension and Heart Failure

- 463 ICFeR ayant subi cathétérisme
- HTP marqueur de sévérité et de mortalité
- HTP mixte risque supplémentaire à HTP post capillaire seule

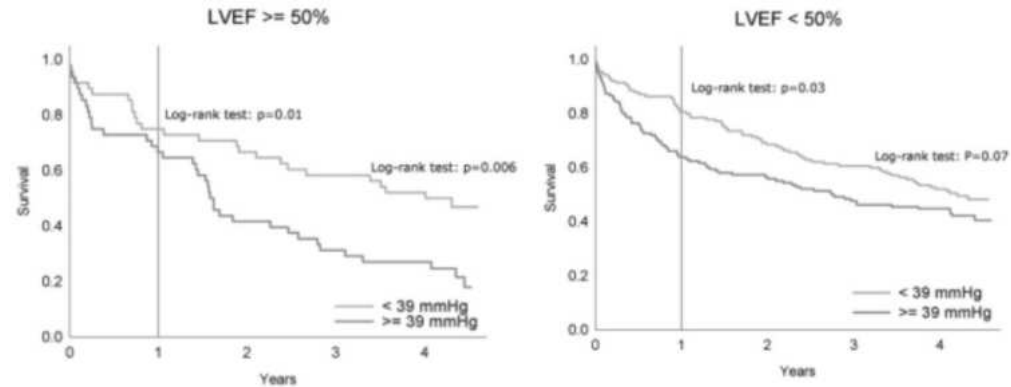


Miller WL et al, 2013 JACC Heart Fail

Prognostic Importance of Pulmonary Hypertension in Patients With Heart Failure

- 388 ICFeR et ICFeP (NYHA II à IV)
- Évaluation ETT : PAPS par Vmax IT + POD
- HTP associée à une ↗ de la mortalité chez ICFeR et ICFeP

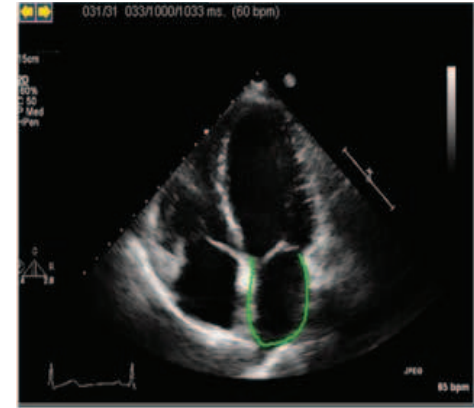
Kjaergaard J et al, 2007 Am J Cardiol.



Taille et fonction OG – le ‘baromètre’ des pressions VG

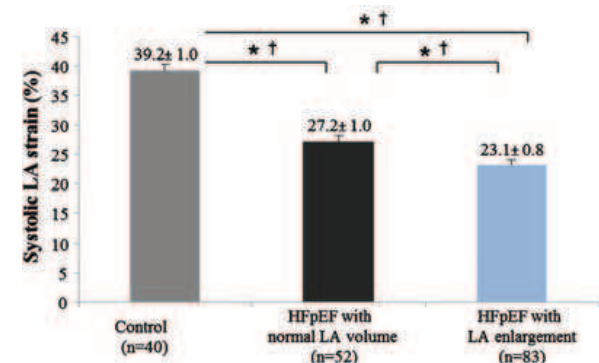
- **Pathophysiologie**

↑ volume et pression OG → initialement ↑ du raccourcissement contractile et puis dilatation de l'OG → étirement des fibres → ↓ contractilité auriculaire → ↑ dilatation → dysfonction OG ...



- **Étude PARAMOUNT**

- 135 pts ICFEp de l'étude
- Altération du strain de l'OG significative avec ICFEp
 - valeur indépendante taille OG et histoire de FA
 - Marqueur de sévérité en IC



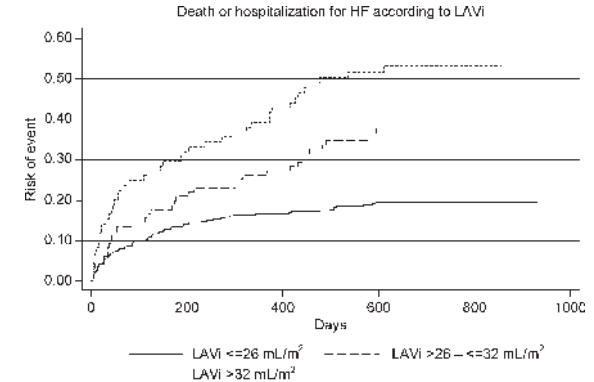
Taille et fonction OG marqueur pronostic en IC?

- **Étude VALIANT écho**

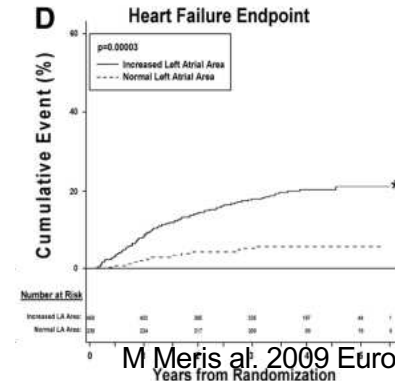
- Taille OG à la base et post IM
- Prédicteur de mortalité et morbidité cardiovasculaire

- **Étude iPRESERVE**

- Dilatation OG chez 66% des ICfEp
- ↑ surface OG associée à ↗ taux IC et d'évènements cumulés (mortalité et hospitalisation cardiovasculaire)
- Taille OG indépendamment associée à une ↗ de mortalité/morbidité



M Meris al. 2009 European Heart Journal



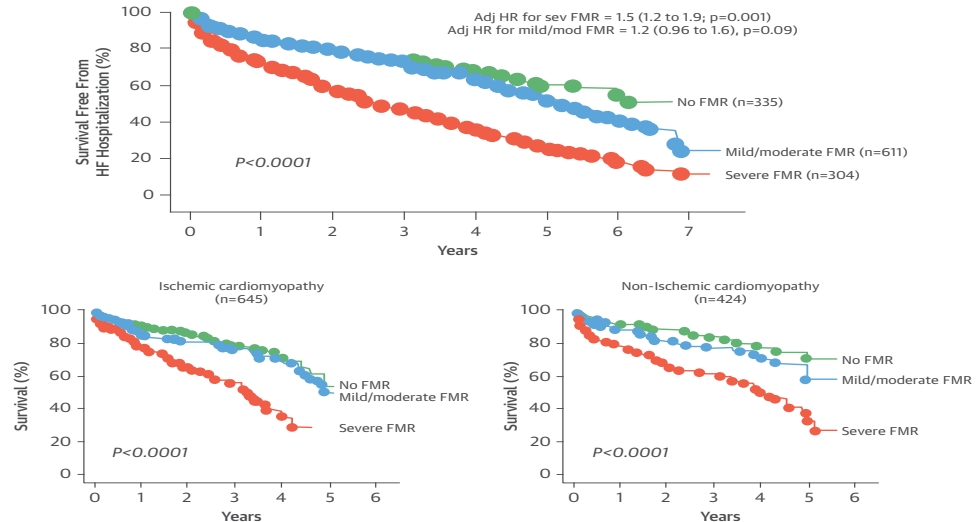
M Meris al. 2009 European Heart Journal

Régurgitation mitrale - Pronostic

- RM aiguë ou chronique post IM associée à ↗ mortalité et IC
- Présence/degré RM chez pts avec IC indépendamment associée à la mortalité et événements indésirables
- Majoration RM sur 20 mois associée à ↗ hospitalisation pour IC

ATTENTION: RM sévère entraînant une surcharge en volume du VG ↗ de façon artificiel la FEVG!

FIGURE 3 Prognosis of Quantitatively Determined Secondary Mitral Regurgitation in Patients With Ischemic and Nonischemic Cardiomyopathy



(Top) Freedom from death or heart failure (HF) hospitalization in 1,256 patients according to the degree of functional mitral regurgitation (FMR). **(Bottom)** Freedom from death according to the degree of FMR in patients with ischemic (**lower left**) and nonischemic (**lower right**) cardiomyopathy. Adapted with permission from Rossi et al. (17). HR = hazard ratio.

Régurgitation mitrale - IC

- **Echocardiographie**

- Évaluation du mécanisme et de la sévérité de la valvulopathie
 - Primaire vs secondaire
 - Proportionnée vs disproportionnée (clip mitral)
 - Attention:
 - $EROA \geq 0.2\text{cm}^2$
 - Orifice régurgitant en forme de croissant (Méthode PISA sous estime sévérité)
 - VR peut être sous estimé dans le contexte de bas débit ou petit VG
- 3D plus précis (mécanisme et sévérité)
 - Planimétrie de la VC
 - Sommation EROA si multiples jets

- Si symptômes disproportionnés à la sévérité de la RM:

- Échographie d'effort / ETO / IRM / KT gauche

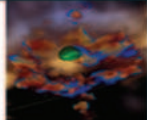
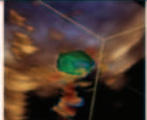
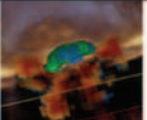
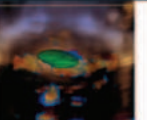
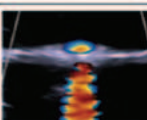
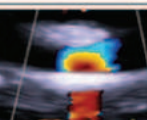
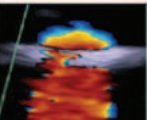
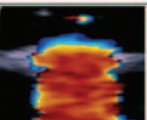
Orifice Geometry				
Size (cm ²)	0.15	0.40	0.40	0.39
Flow (ml/beat)	12, 18	35, 45, 54	40, 49, 57	35, 46, 52
Systolic pressure differential (mmHg)	63, 152	68, 97, 161	53, 96, 118	61, 62, 147
3-D PISA Geometry				
2-D PISA Geometry				

Figure 1. Orifice size, geometry, and flow rates used in the in vitro study.

FIGURE 1 Relation of EROA and Regurgitant Volume to LVEDV

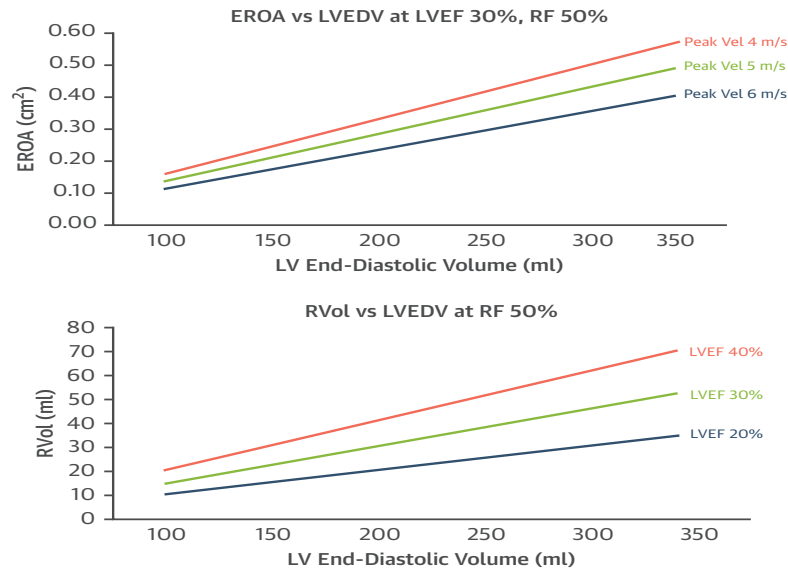
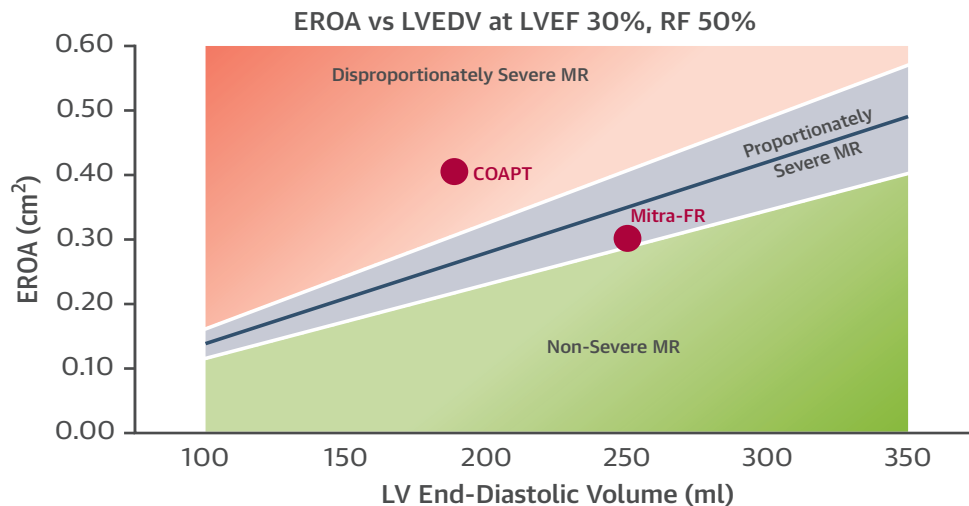


FIGURE 2 Relationship Between EROA and LVEDV Illustrating Domains That Define Disproportionately Severe, Proportionately Severe, and Nonsevere Functional Mitral Regurgitation



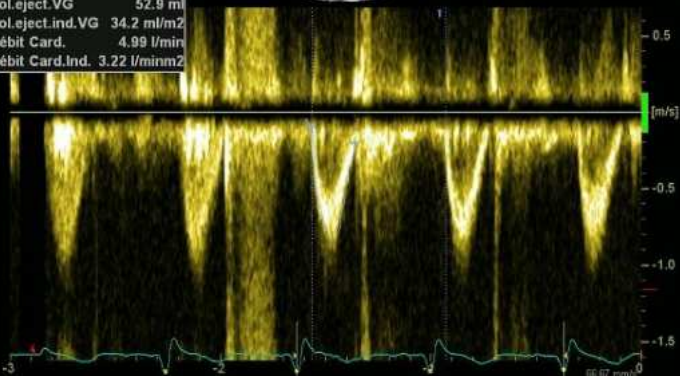
Cas clinique

Homme 70 ans. ATCD de STEMI antérieur étendu. Ambulatoire. Fatigué. NYHA 3+. TA 80/55 ASx. Pas d'HTO. FC 93 bpm en RS. DFG 60, K 4.0.

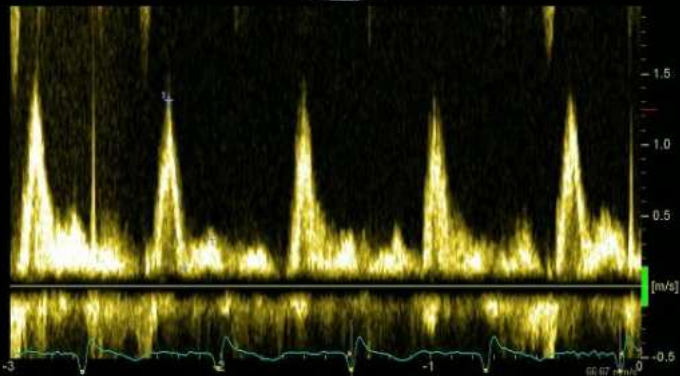
Tx: Bisoprolol 1.25 die, Entresto 24/26 mg bid, Eplerenone 25 die, Furosémide 20 die



Ss Ao Vmax 0.85 m/s
 Ss Ao Vmoy 0.60 m/s
 Ss Ao GDmax 2.9 mmHg
 Ss Ao GDmoy 1.6 mmHg
 Ss Ao ITV 12.2 cm
 Ss Ao env.TI 204.2 ms
 FC 94.2 BPM
 VoLeject.VG 52.9 ml
 VoLeject.ind.VG 34.2 ml/m2
 Débit Card. 4.99 l/min
 Débit Card.ind. 3.22 l/min/m2



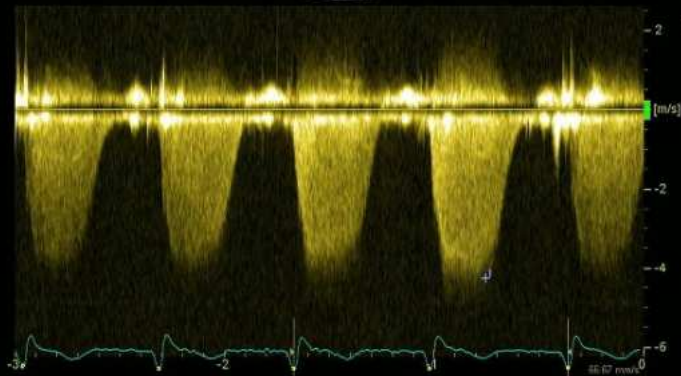
VM E Vit 131.1 cm/s
 VM T.déc 80.5 ms
 VM Pente Dec 16.3 m/s2
 VM A Vit 32.8 cm/s
 VM E/A Ratio 4.00



Vol.Télés.OG (S-L) 70.16 ml
 Vol.Télés.OG Index.(S-L) 45.26 ml/m2
 LOGs (A2C) 6.1 cm
 OGs Surf(2cav) 22.0 cm2
 Vol.Télés.OG(S-L 2cav) 67.3 ml
 Vol.Télés.OG(simp.A2C) 65.6 ml



IT Vmax 4.27 m/s
 IT GDmax 72.9 mmHg



Prochaine étape: (Poll)

- A. Majoration Bisoprolol
- B. Majoration Entresto
- C. Majoration Éplerenone
- D. Majoration Furosémide

Évaluation hémodynamique : Une méthode pour surmonter les limites de la FEVG?

- IC = syndrome clinique résultant d'une **altération du remplissage ventriculaire et/ou de l'éjection du sang**
 - Attention !!!
 - Distinction entre ICFEr et ICFEp ne correspond pas à la définition de l'IC
Ex. ICFEr ≠ nécessairement associé à une diminution du débit, mais peut être associée à une pression de remplissage élevée comme dans les CMP dilatée où la dilatation de la cavité VG permet de préserver un flux antérograde dans la normale malgré une FEVG abaissée.
Ex. SAo à bas débit paradoxal en raison du petit volume de la cavité VG avec FEVG préservée

ICFEp ≠ fonction de pompe préservée

ICFEr ≠ réduction du flux antérograde VG (bas débit)

Évaluation du **flux antérograde**

- **DC (l/min) ou IC (l/min/m²)**
 - fonction antérograde de la pompe
 - N: 2.5 l/min/m²
- **VÉ (ml) ou VÉi (ml/m²)**
 - Fonction antérograde de la pompe mais seulement sur un batt.
 - N: >35 ml/m²
- **Mesures simplifiées**
 - Distance d'éjection (cm) = ITV
 - Distance minute (m/min)

* ITV = signal doppler est la vitesse variant avec le temps lors de l'éjection ventriculaire. L'intégrale de cette courbe temps-vitesse donne la distance d'éjection qui est la distance parcourue par le volume échantillonné à chaque batt. cardiaque

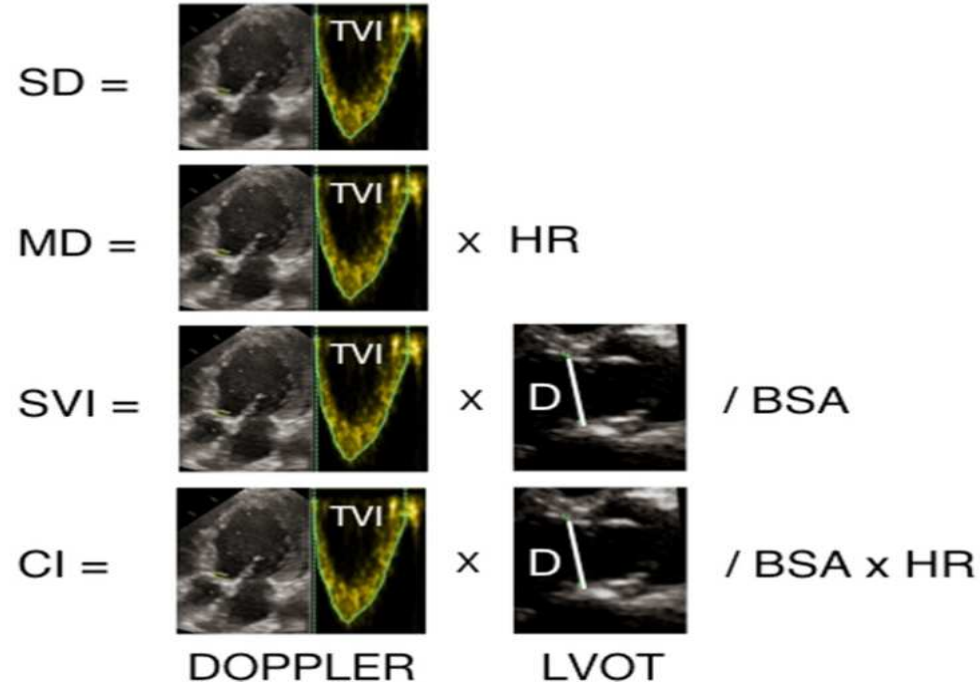


Fig. 1 Echocardiographic parameters describing left ventricular (LV) forward flow. BSA = body surface index. CI = cardiac index. D = diameter. HR = heart rate. LVOT = LV outflow tract. MD = minute distance. SD = stroke distance. SVI = stroke volume index. TVI = time velocity integral

Évaluation du flux antérograde

Les paramètres

- Par MINUTE (DM, DC, IC)
 - Incluent l'effet compensateur de la tachycardie et évaluent la capacité du cœur à générer un flux antérograde suffisant
- Par BATTEMENT (DÉ, VÉ, VÉi)
 - Analyse davantage la contraction ventriculaire

***Paramètres par minute vs par battement= meilleur indice pour évaluer le flux antérograde afin de prédire le pronostic chez l'IC?*

Échocardiographie vs méthode invasive

- Bonne corrélation du DC / VÉ / PAPS / POD

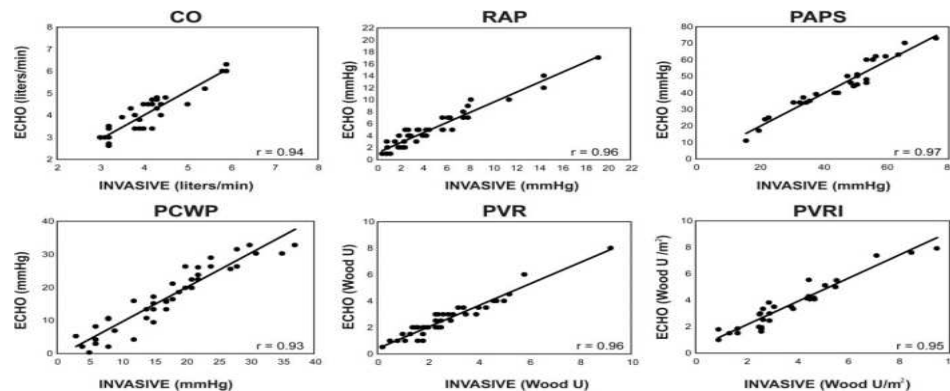


Figure 2. Plots showing correlation between invasive and noninvasive echocardiographic determinations of hemodynamic variables. Lines represent the linear fitting of the regression between invasive and noninvasive determinations. CO, cardiac output; RAP, right atrial pressure; PAPS, pulmonary artery systolic pressure; PVR, pulmonary vascular resistance; PVRI, pulmonary vascular resistance index; PCWP, pulmonary capillary wedge pressure; ECHO, echocardiography. Temporelli et al. 2010 Circ Heart Fail

Évaluation des pressions de remplissage

- Définitions d'une ↗ des PRVG

- PCWP > 12 mmHg
- PTDVG > 16 mmHg

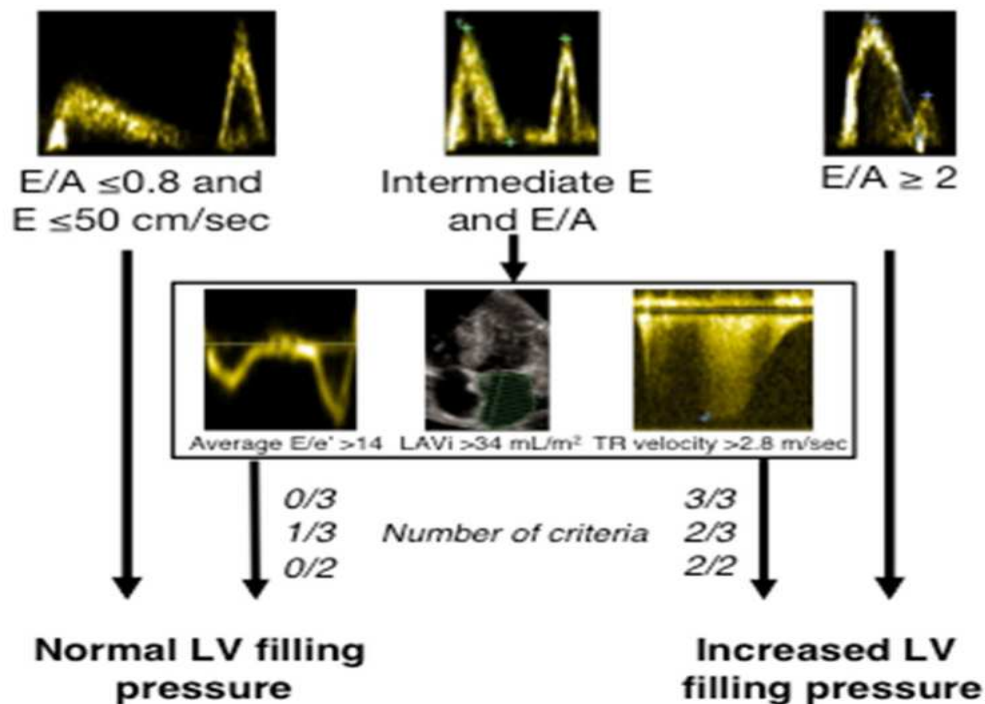
- Paramètres échocardiographique estimation des PRVG

- onde E
- E/A
- E/e'
- Vitesse maximale de l'IT
- Vol Ogi

- Étude Euro-Filling

- Lignes directrices 2016 ASE - Évaluation pressions de remplissage
- **Sensibilité 75%, Spécificité 74%**
- **VPP 39%, VPN 93%**

Lancellotti et al. 2017 Eur Heart J Cardiovasc Imaging



D Mele et al 2020 Heart Fail Rev

Évaluation hémodynamique - Diagnostic

- Meilleure corrélation avec les Sx du pt que la FEVG
- Utile pour confirmer ou améliorer le Dx clinique de l'IC
 - Évaluation des pressions de remplissage au Doppler + données cliniques = Dx d'IC plus précis, **indépendamment** de la FEVG
 - Évaluation du DC en addition à la FEVG = meilleure évaluation de la dysfonction VG (type et sévérité)

Évaluation hémodynamique - Pronostic

- **ITV ($\leq 10\text{cm}$) ICFeR:** prédicteur indépendant de mortalité et d'implantation d'assistance VG à 1 an

- FEVG et DC = aucune corrélation avec les issues de cette étude

Tan C et al. 2017 Cardiovasc Ultrasound

- **ITV faible ICFeP et ICFeR:** prédicteur indépendant de mortalité de toute cause et d'hospitalisation pour IC

- IC : pas associée à la mortalité (compensation par tachycardie)
 - $\leq 18\text{cm}$ CCVG, $\leq 17\text{cm}$ CCVD

Ristow B et al. 2011 JASE
Zhong Y et al. 2018 Clin Physiol Funct Imaging

- **VÉi ↓ en ICFeP:** incidence d'IC congestive, indépendamment de la FEVG et la géométrie VG

De Marco M et al. 2017 Am J Cardiol

- **VÉ ↓ en post réparation mitrale pour IM fonctionnelle :** prédicteur pronostic indépendant

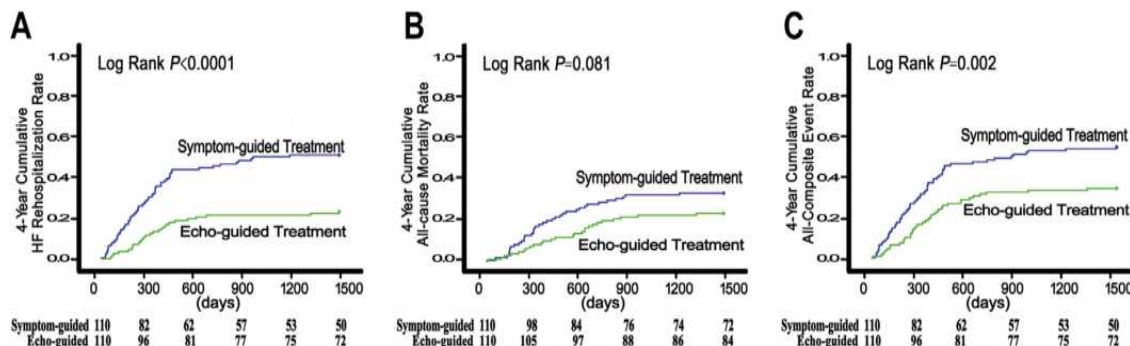
- ↗ pour $q10\text{ ml}$ = ↘ de 21% de mortalité de toute cause

Kamperidis V et al. 2017 Ann Thorac Surg

Évaluation hémodynamique - **Traitement**

Titration du traitement selon VÉ et PRVG

- ➡ hospitalisation pour IC et mortalité de toute cause
- Obtention de doses plus élevées du GDMT avec dose plus significativement plus faibles de diurétiques
- Disponibilité du VÉ / PRVG surmonte l'incertitude



Hsiao S-H et al. 2018 JASE

Table 1 HF management can vary between symptom-guided and SV/LVFP-guided management

SV and LVFP	Clinical signs and/or symptoms	Symptom-guided management	SV- and LVFP-guided management
Low SV, low LVFP (inadequate preload)	Fatigue, hypotension	Decrease diuretics; decrease afterload reduction	Decrease diuretics, consider giving fluids; maintain afterload reduction
High SV, high LVFP (fluid overloaded)	Dyspnea	Increase diuretics	Increase diuretics; increase afterload reduction
Low SV, high LVFP (decompensated and fluid overloaded)	Dyspnea, fatigue, hypotension	Increase diuretics; decrease afterload reduction	Increase afterload reduction; consider increasing diuretics
Normal SV, normal LVFP (compensated)	Clinically "feels well"	Continue current therapy	Increase afterload reduction

Cheng RK et al. 2018 JASE

CONCLUSION

Conclusion – Échocardiographie chez l'IC

- **Échocardiographie**

- Peu coûteuse, largement disponible, rôle important dans le diagnostic, le phénotypage et la prise en charge de l'IC
- Améliore la stratification du risque du pt IC avec une approche plus complète
 - FEVG = mesure avec plusieurs limitations et de valeur pronostic minime
 - Nombreuses mesures prédictives des issues cliniques en IC
 - Strain VG et OG, Taille OG, E/e', Vitesse de l'IT, fonction VD, RM
- Technique non invasive fiable pour l'évaluation hémodynamique afin d'évaluer le pronostic et d'optimiser la prise en charge

Et ne surtout pas oublier !

Symptômes du pt IC **pas uniquement** liés à l'état volémique ...

Le maintien d'un état euvoémique reste un **objectif**... **MAIS** l'atteinte du GDMT est **ESSENTIELLE** !

MERCI!
