



Hôpital du Valais
Spital Wallis

Laissez résonner votre cœur !

08.06.2017, formation continue, médecine interne générale

Ch. Sierro

HVS, CHUV, Services de cardiologie





IRM cardiaque: possibilités d'imagerie uniques

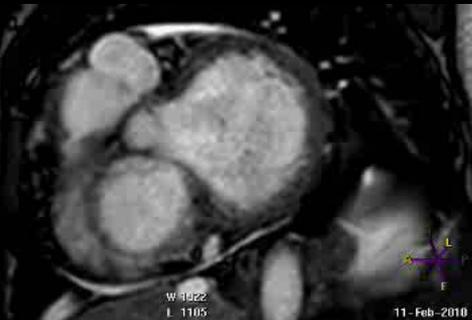
- **Qualité d'images** excellente pour tous les patients sans trouble du rythme
- **Accès aux structures thoraciques** dans tous les plans
- **Analyse combinée**
 - Morphologie, caractérisation et viabilité tissulaire, perfusion, flux...
- **Modalité non-irradiante**
 - Peut être répétée sans risque dans le suivi



Hôpital du Valais
Spital Wallis

Qualité d'image excellente pour tous les patients

Sc 11.1/1
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/0
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/9
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



AP 33°
FH -29°
A 0 L 57 H 32

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 13 L 64 H 27

W 1922
L 1105

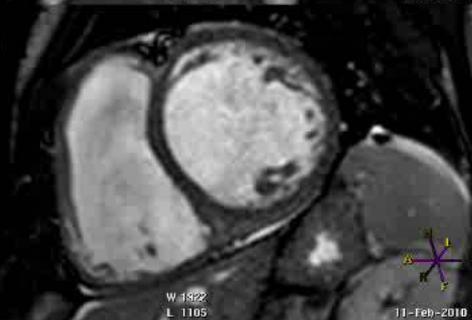
11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 17 L 72 H 23

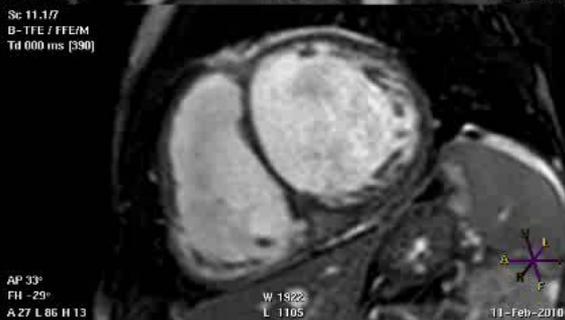
W 1922
L 1105

11-Feb-2010

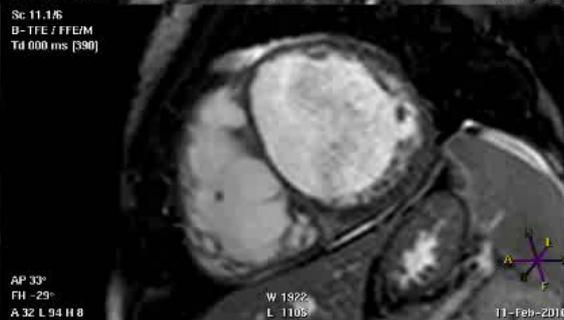
Sc 11.1/8
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/7
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/6
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



AP 33°
FH -29°
A 22 L 79 H 18

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 27 L 86 H 13

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 32 L 94 H 8

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

Sc 11.1/5
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/4
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



Sc 11.1/3
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



AP 33°
FH -29°
A 36 L 101 H 3

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 41 L 109 F 1

W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 46 L 116 F 6

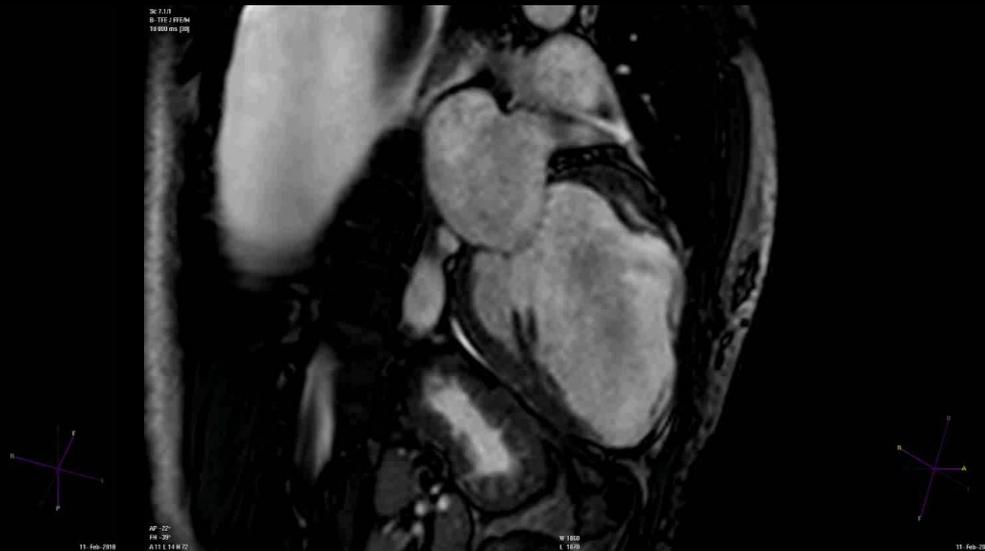
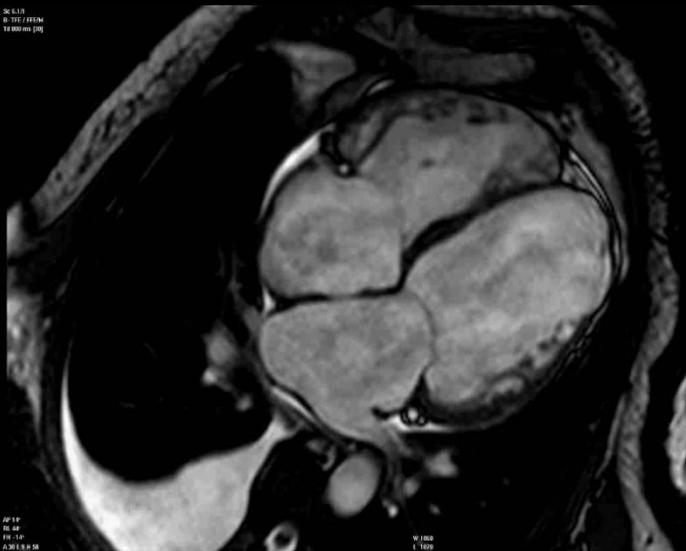
W 1922
L 1105

11-Feb-2010



Hôpital du Valais
Spital Wallis

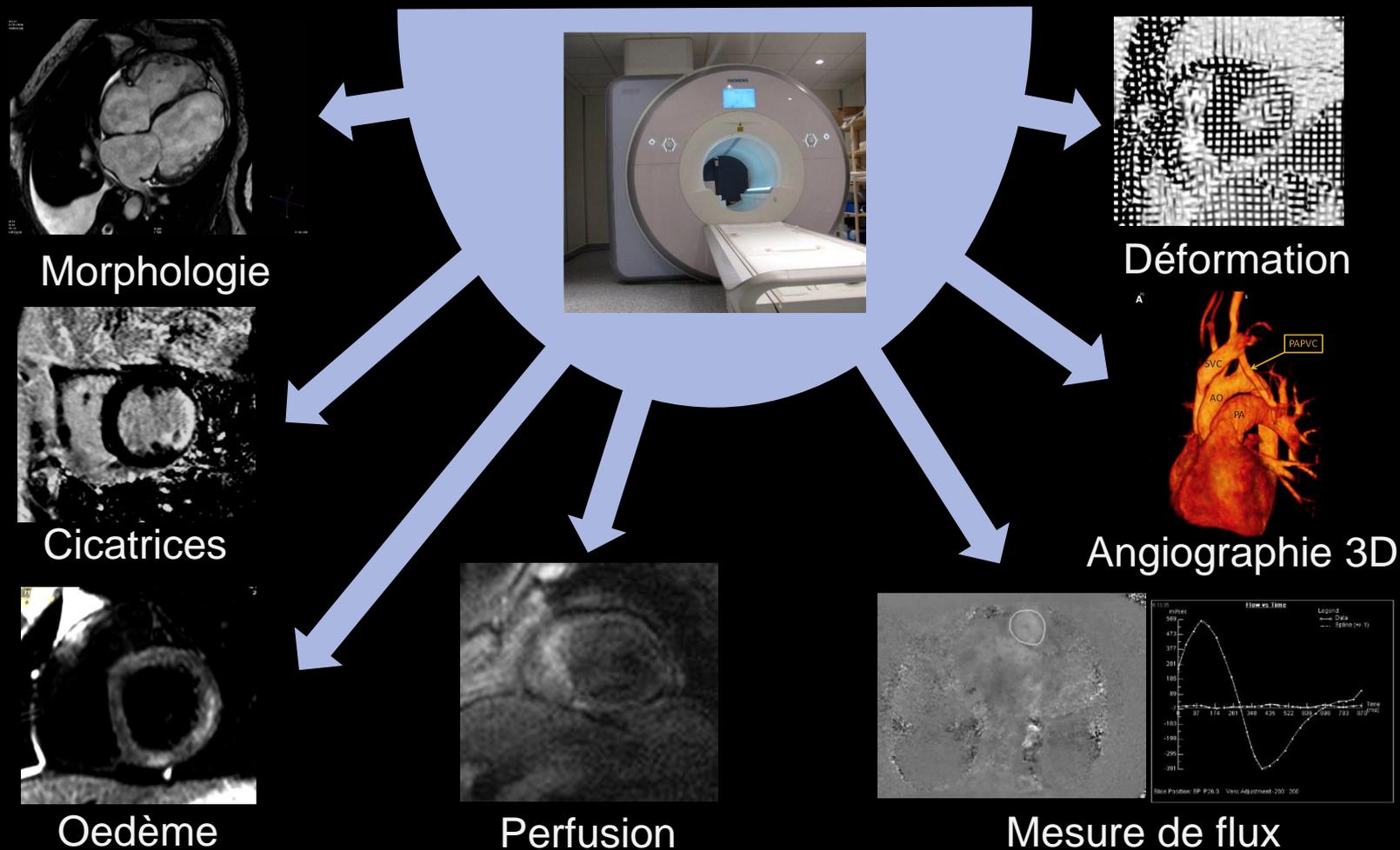
Imagerie dans tous les plans de l'espace





Hôpital du Valais
Spital Wallis

Analyse combinée en un seul examen





Maladie coronarienne

- **Diagnostic / exclusion**
- **Suivi**
- **Recherche d'ischémie / viabilité myocardique avant revascularisation**
 - Percutanée / pontage
- **Recherche d'ischémie avant chirurgie non-cardiaque**
- **DD cardiopathie ischémique / cardiomyopathie dilatée**



Indications à l'IRM cardiaque

Insuffisance cardiaque

- **Etiologie: ischémique vs cardiomyopathie**
- **Myocardite**
- **Avant resynchronisation (désynchronisation-viabilité)**

Cardiomyopathies

- **Dysplasie arythmogène du ventricule droit (ARVC)**
- **CM dilatée, hypertrophique, non-compaction...**
- **CM restrictive / maladies infiltratives**
 - Amyloidose, hémochromatose
 - DD péricardite constrictive



Indications à l'IRM cardiaque

Cardiopathies congénitales

Maladies valvulaires (insuffisances)

Masses et tumeurs myocardiques / péricardique

Artères coronaires aberrantes

Pathologies des gros vaisseaux

- Anévrisme / dissection de l'aorte
- Suivi post-opératoire

Anatomie cardiaque 3D: Planification des interventions EEP

Indications principales en fonction de l'âge

EuroCMR (European Cardiovascular Magnetic Resonance) Registry

Results of the German Pilot Phase

N=11'040	Age			
	-44 Yrs	45-59 Yrs	60-74 Yrs	75 Yrs
Indication				
Ischemia/CAD	10.1%	32.3%	39.6%	36.9%
Myocarditis/CMP	58.2%	32.5%	21.2%	14.5%
Viability	4.5%	15.5%	17.9%	21.5%



Hôpital du Valais
Spital Wallis

Morceau choisi :

Maladie coronarienne et cardiopathie ischémique



Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire

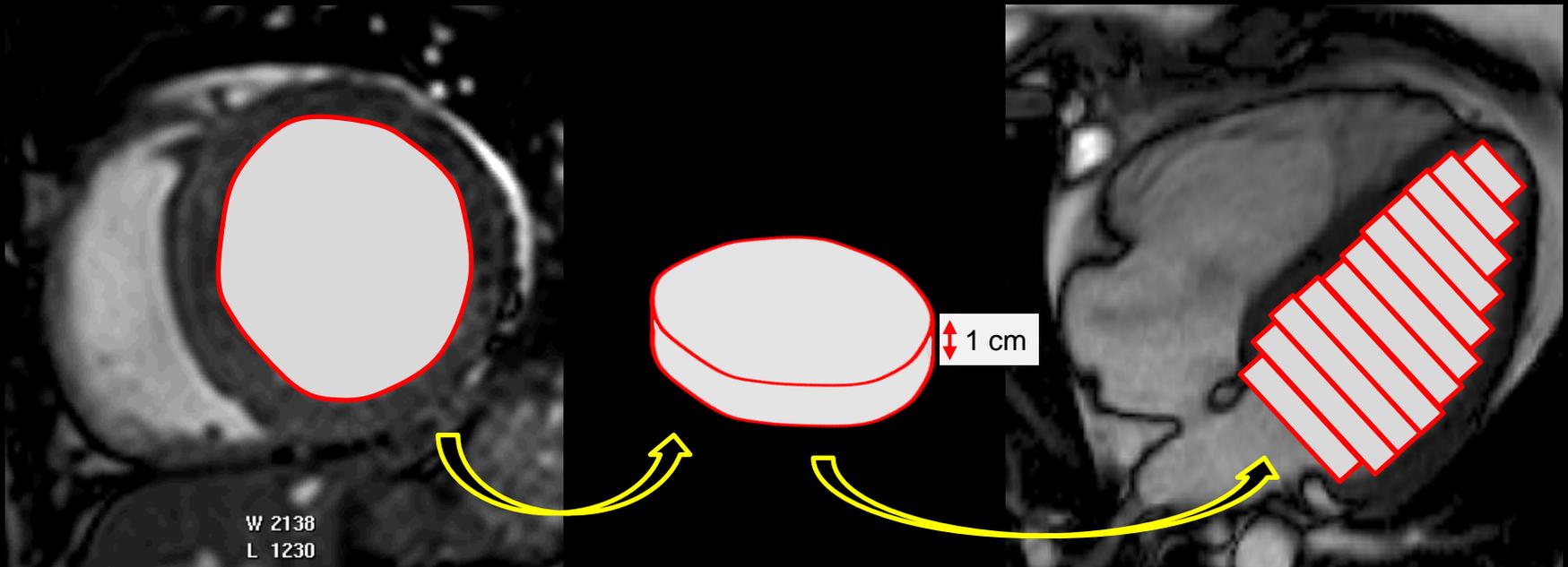
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus

- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine



Analyse de la fonction systolique

- **Mesure de la fraction d'éjection**

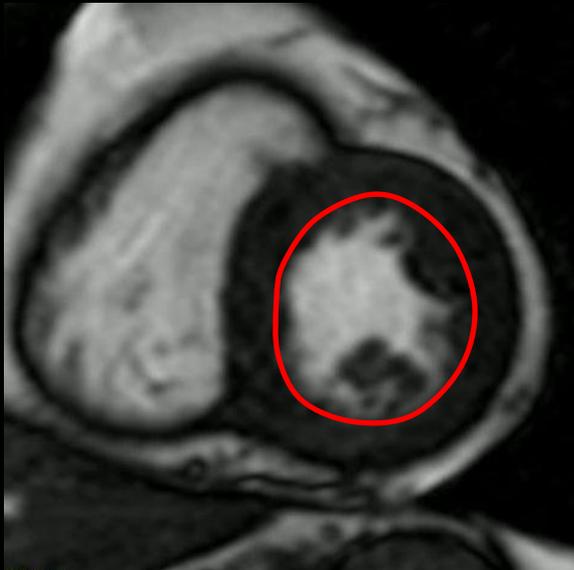




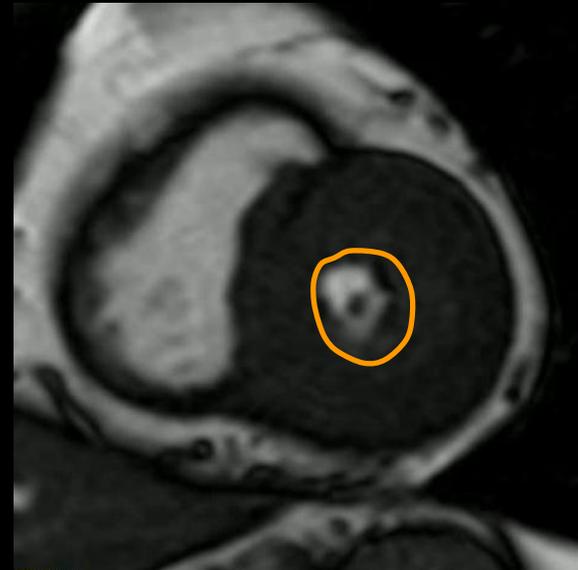
Analyse de la fonction systolique

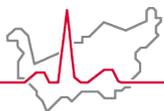
- Fraction d'éjection VG = $\frac{VTD - VTS}{VTD}$
- Norme > 55%

Télé-Diastole



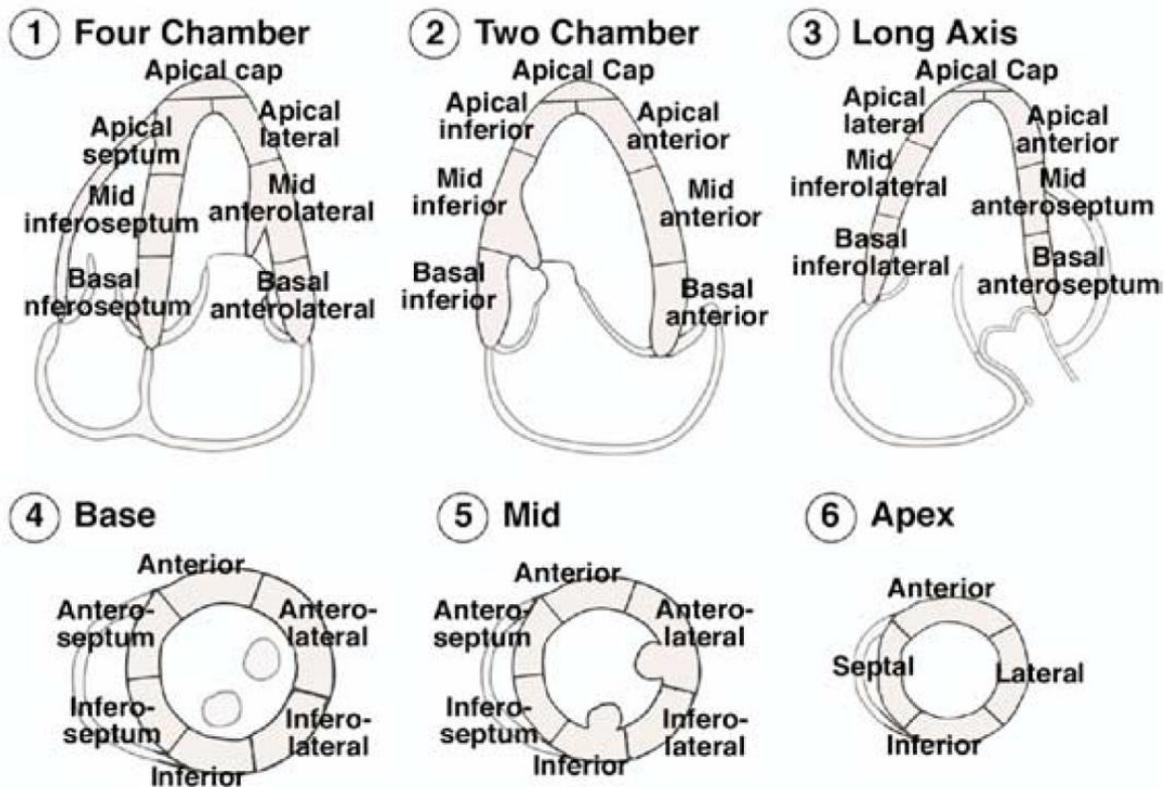
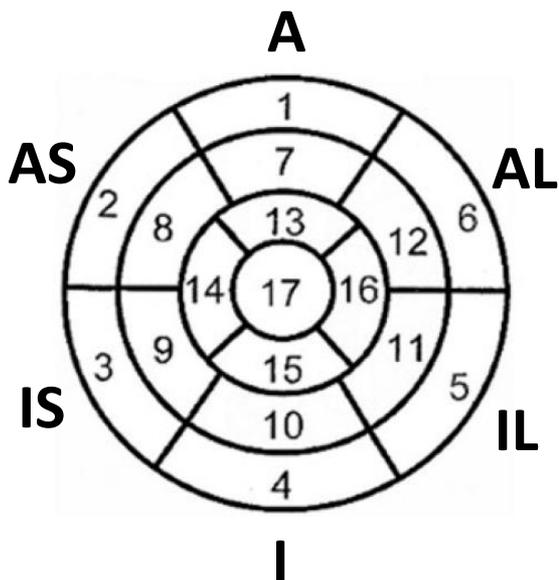
Télé-Systole

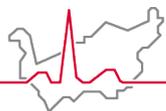




Cinétique segmentaire: Modèle à 17 segments

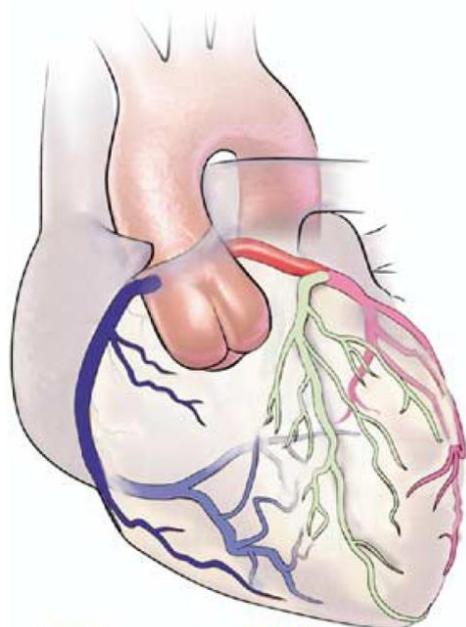
Circumferential plot polar map





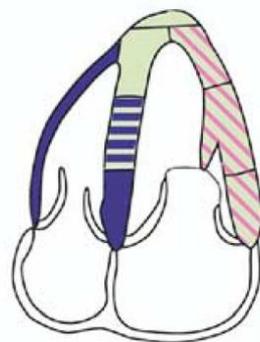
Hôpital du Valais
Spital Wallis

Segments et territoires vasculaires

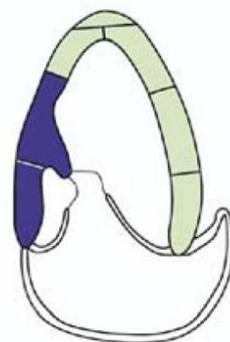


- | | |
|-----|------------|
| RCA | RCA or CX |
| LAD | LAD or CX |
| CX | RCA or LAD |

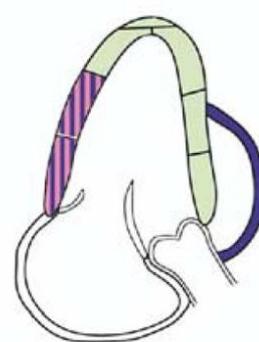
① Four Chamber



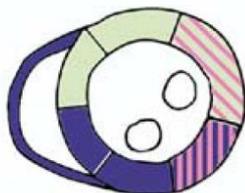
② Two Chamber



③ Long Axis



④ Base



⑤ Mid



⑥ Apex





Fonction: exemple 1

Hôpital du Valais
Spital Wallis



- Bonne fonction systolique globale (FEVG 58%)
- Absence d'anomalie cinétique segmentaire



Fonction: exemple 2



- Dysfonction systolique modérée (FEVG 41%)
- Akinésie antérieure, antéroseptale, apicale, hypokinésie latérale apicale
- Suggère infarctus (+/- ischémie) dans le territoire de l'IVA



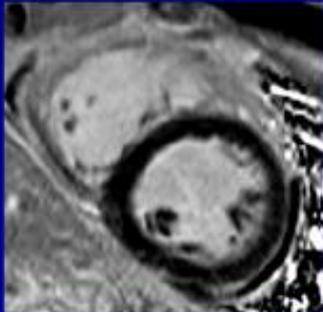
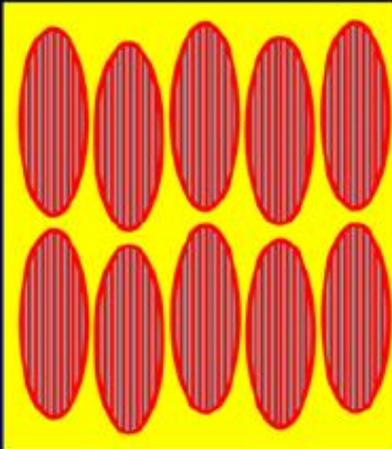
Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine

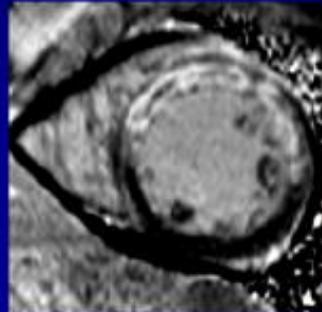
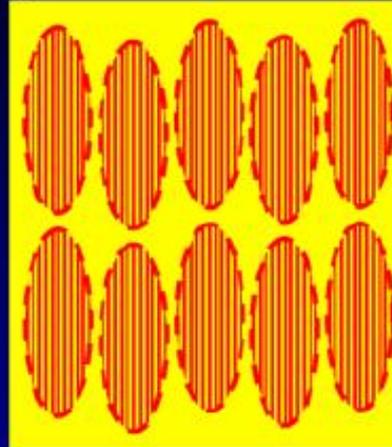


Principe de l'imagerie par rehaussement tardif (RT)

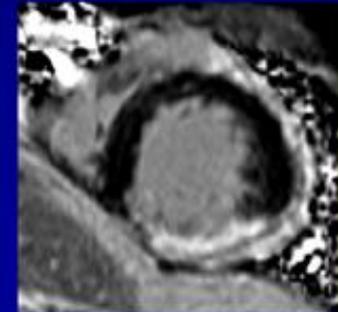
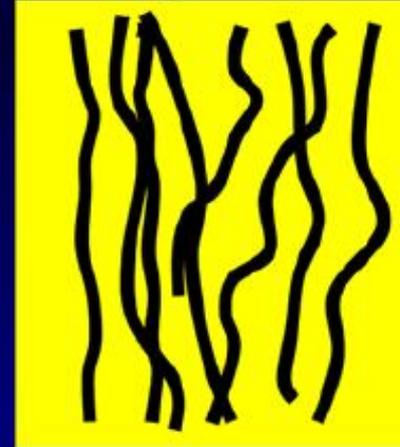
Normal
intact cell membrane



Acute MI
ruptured cell membrane



Chronic MI
collagen matrix

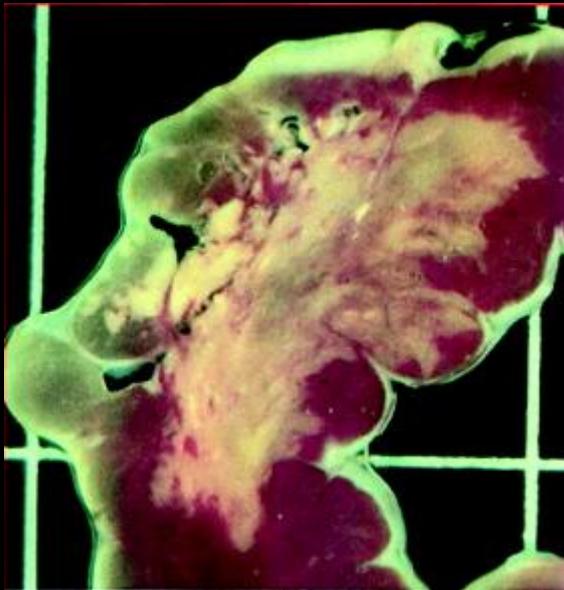




Hôpital du Valais
Spital Wallis

Imagerie de la cicatrice

Modèle animal : TTC 3 jours après infarctus



IRM cardiaque ex-vivo : „histologie non invasive“



Circulation 1999, Kim et al.

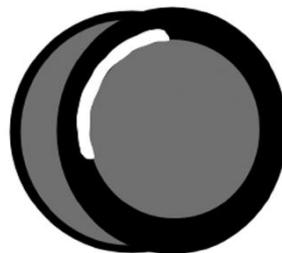


Hôpital du Valais
Spital Wallis

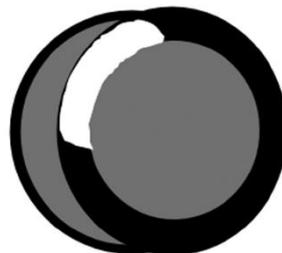
Localisation de la cicatrice d'origine ischémique

Ischemic

A. Subendocardial Infarct



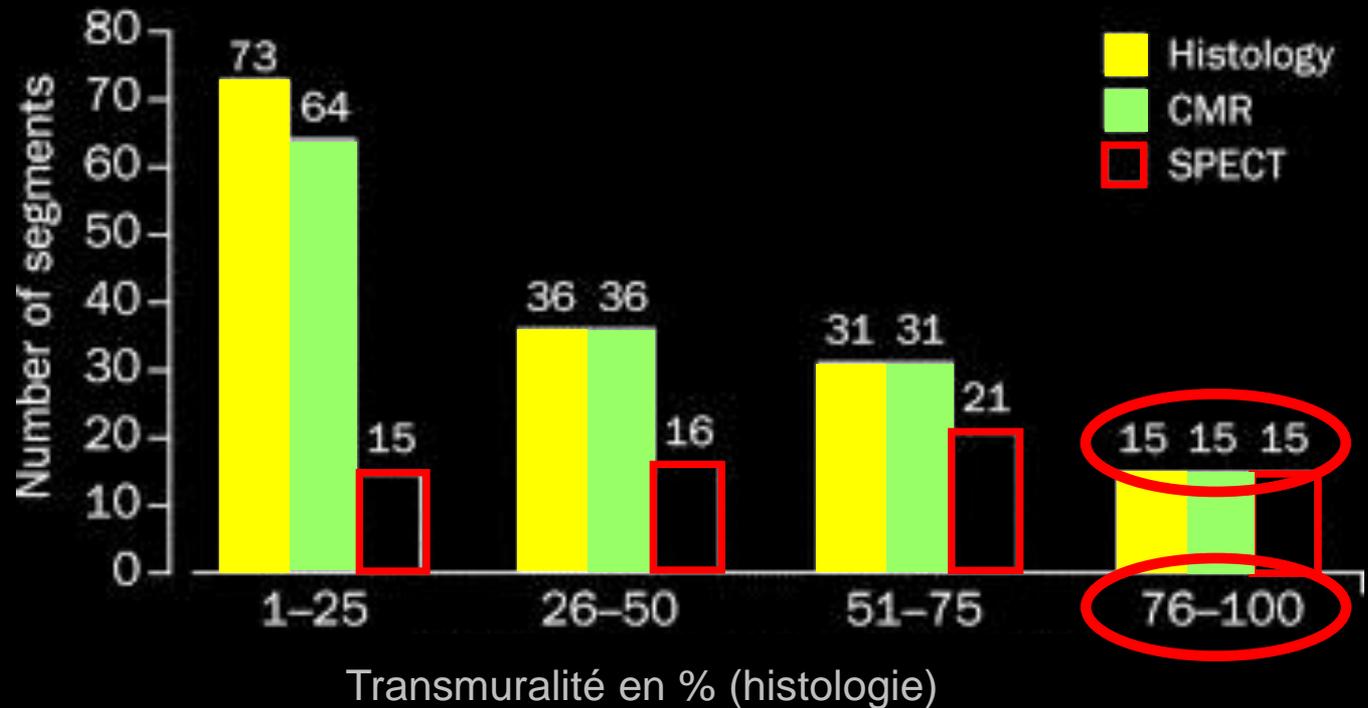
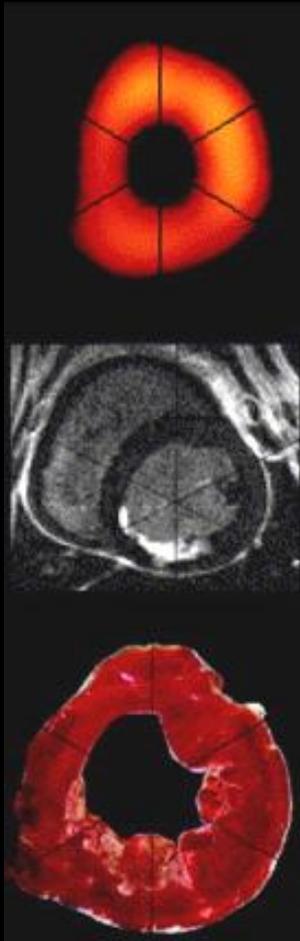
B. Transmural Infarct



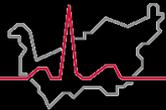


Détection de cicatrice d'infarctus: IRM (RT) vs SPECT

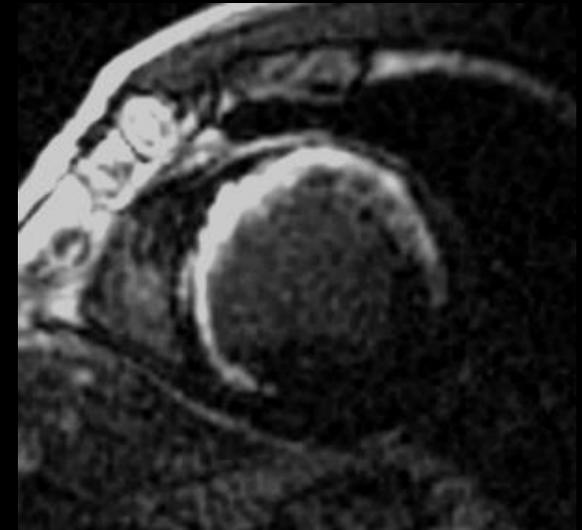
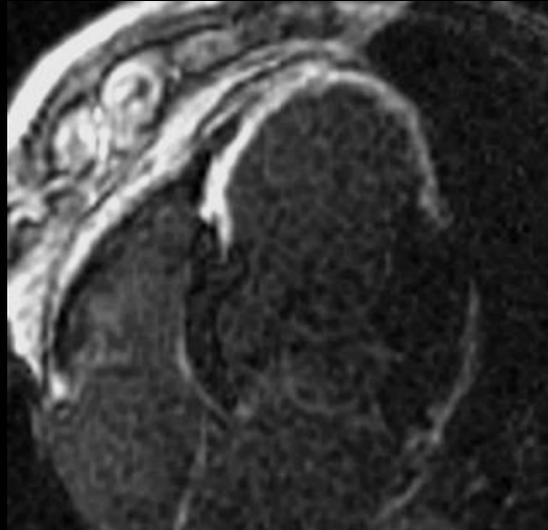
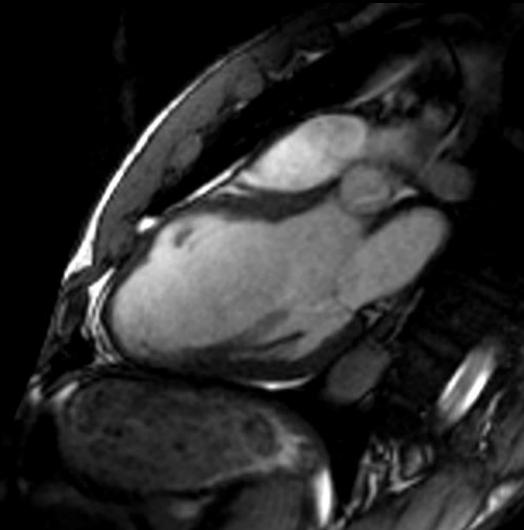
Transmuralité, étude animale
→ 155 segments infarctés (histologie)



Evaluation de la viabilité par RT: Exemple 1



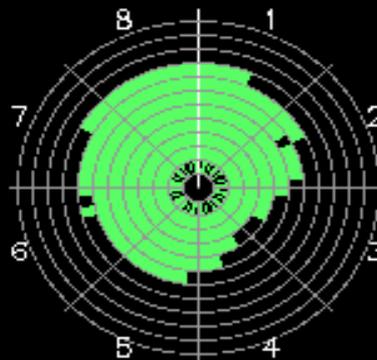
Hôpital du Valais
Spital Wallis



FE 34%

Grande cicatrice
transmurale :

Pas de viabilité, pas
d'intervention

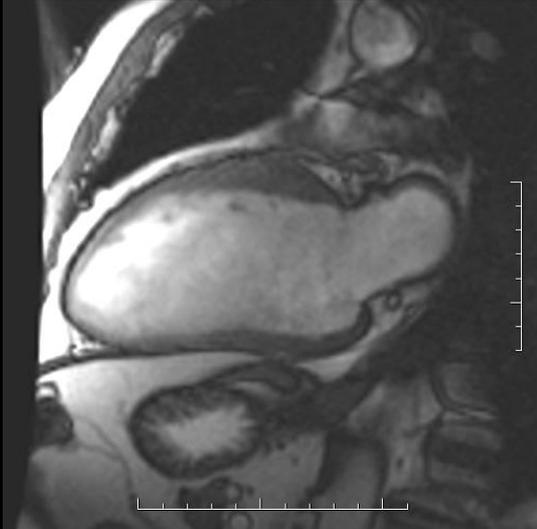


Knuesel, Schwitter et al. Circ. 2003

Evaluation de la viabilité par RT: Exemple 2



Hôpital du Valais
Spital Wallis

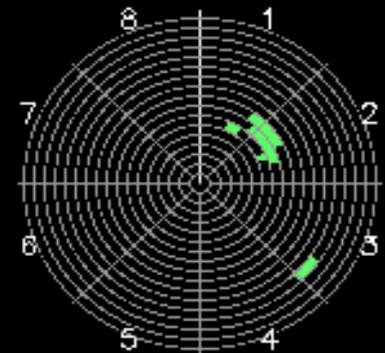
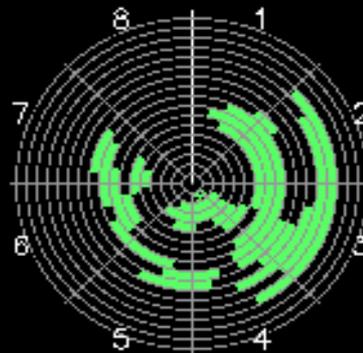


FE 22%

Cicatrice sous-endocardique

Revascularisation
recommandée

→ Postop : FE 37%



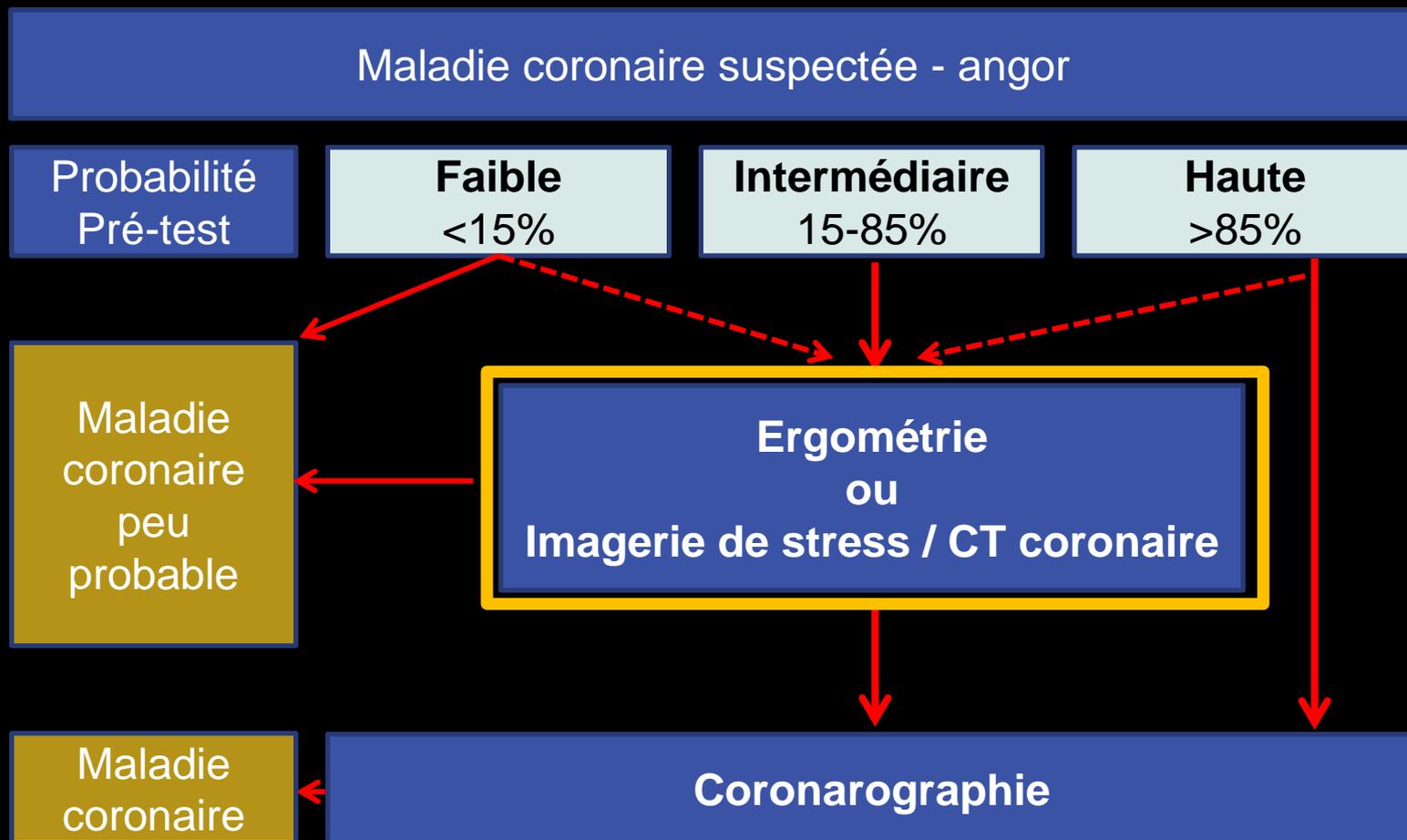
Knuesel, Schwitter et al. Circ. 2003



Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine

Diagnostic de maladie coronaire





Diagnostic de maladie coronaire

Imagerie de stress

Echo de stress

- Efficacité ✓
- Sécurité ✓



CMR

- Efficacité ✓
- Sécurité ✓



SPECT

- Efficacité ✓
- Sécurité (✓)





Bilan IRM de cardiopathie ischémique

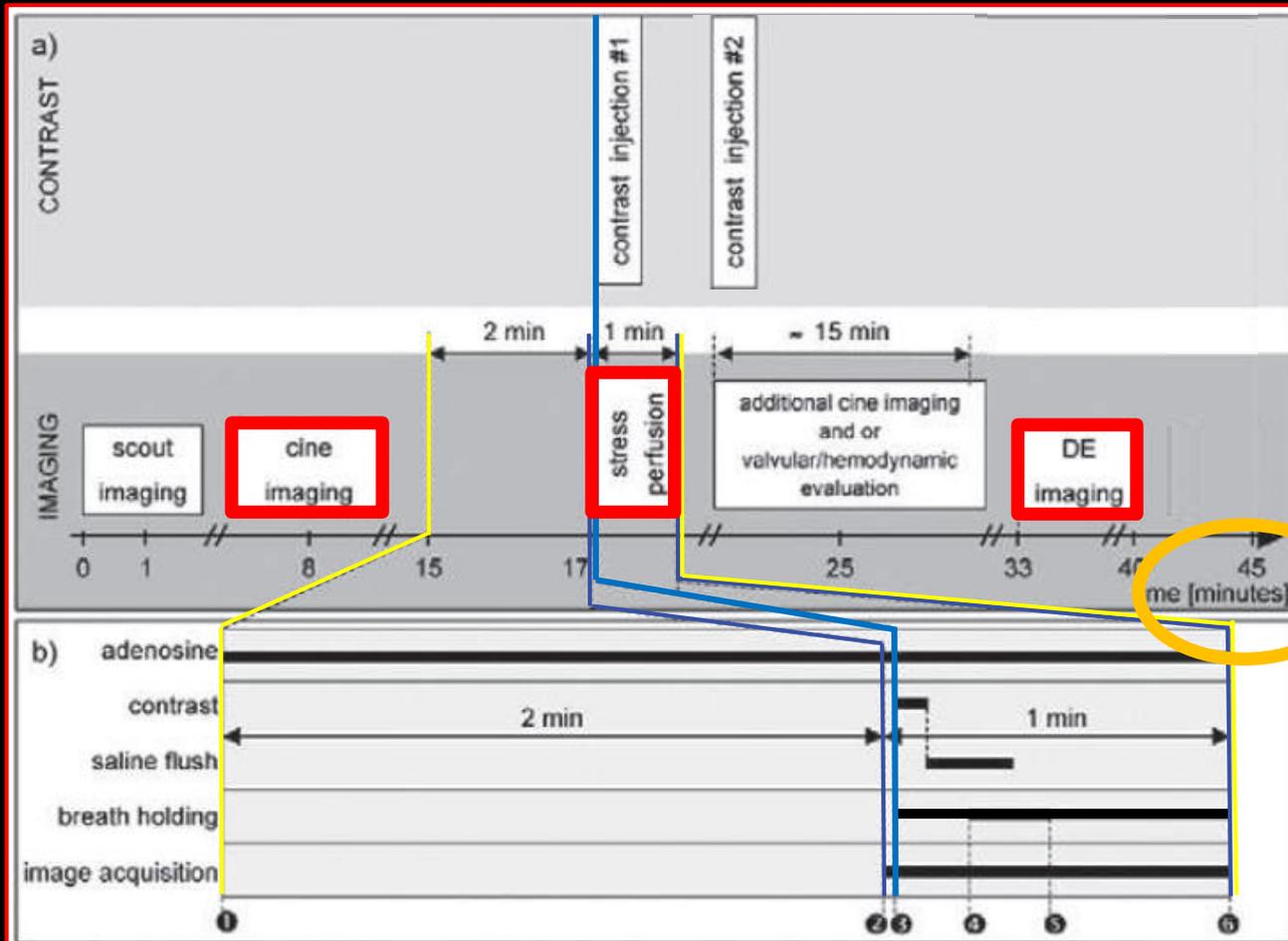
- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire

- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus

- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : **adénosine**
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine

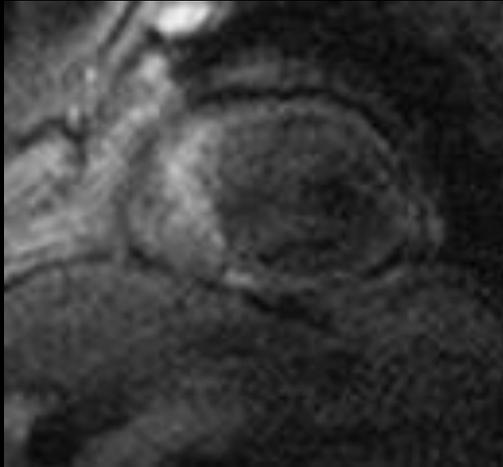


IRM de stress à l'adénosine : 3 phases en 45-60 min.



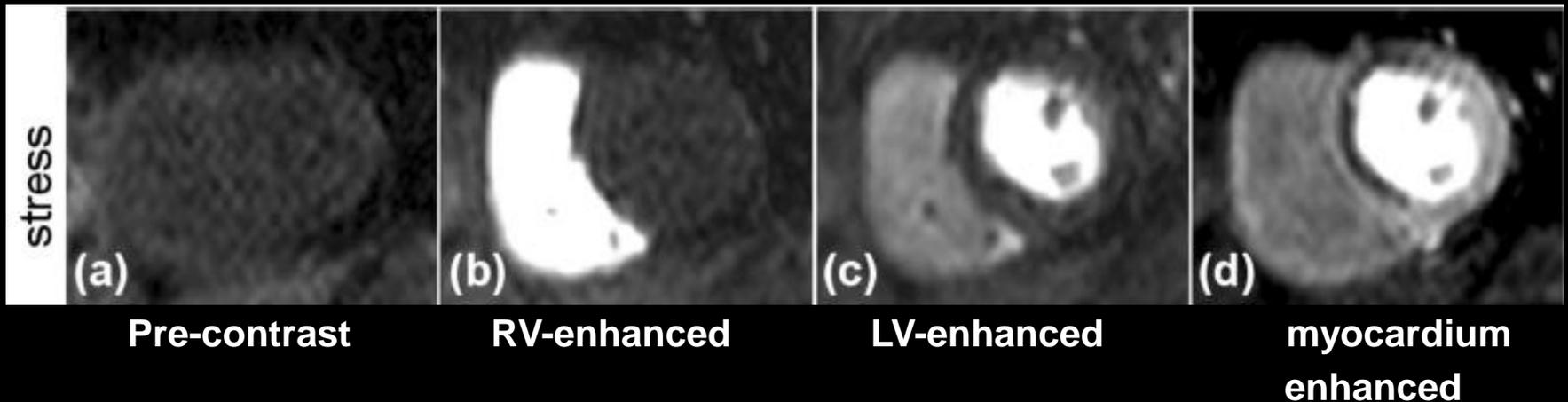


Séquence de perfusion



Déficit de perfusion si retard ou réduction de la prise de contraste:

- Entre différents segments
- Entre le sous-endocarde et le sous-épicaarde d'un même segment



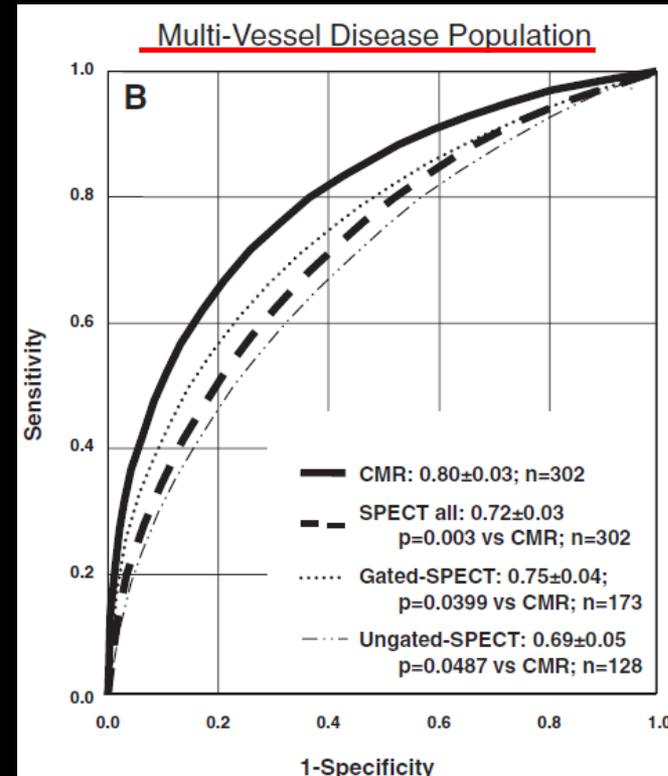
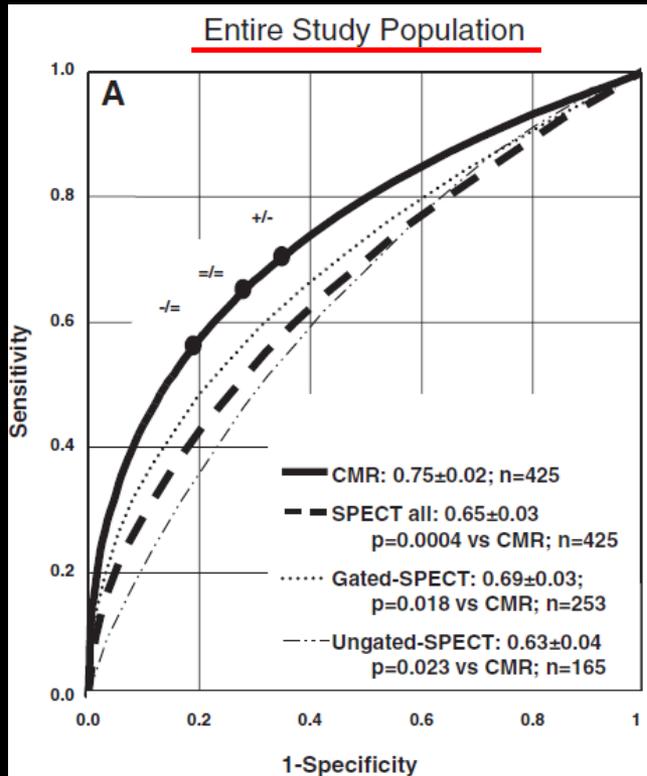
IRM de perfusion: Performance diagnostique dans MR-IMPACT II study ou « la vraie vie »



Hôpital du Valais
Spital Wallis

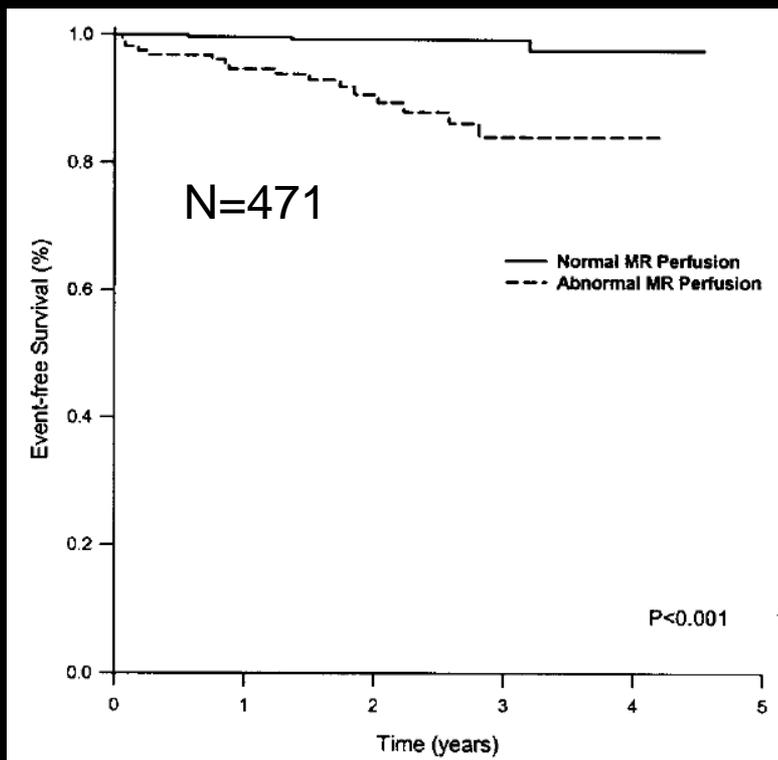
Multicentrique - plusieurs fournisseurs

- IRM cardiaque vs gated SPECT: 0.75 vs 0.69
- IRM cardiaque vs gated SPECT: 2-3 vaisseaux: 0.80 vs 0.75





IRM de perfusion: Performance pronostique



MRP : adenosine stress MR perfusion

DSMR : dobutamine stress MR

Result of MR Stress Testing	Cumulative Event Rate at Follow-Up Intervals, %		
	1 y	2 y	3 y
Normal DSMR	1.2	2.6	3.3
Abnormal DSMR	7.3	10.3	18.8
Normal MRP	0.7	0.7	2.3
Abnormal MRP	6.2	12.2	16.3
Normal DSMR and MRP	0.8	0.8	0.8
Abnormal DSMR and MRP	9.0	12.8	16.5

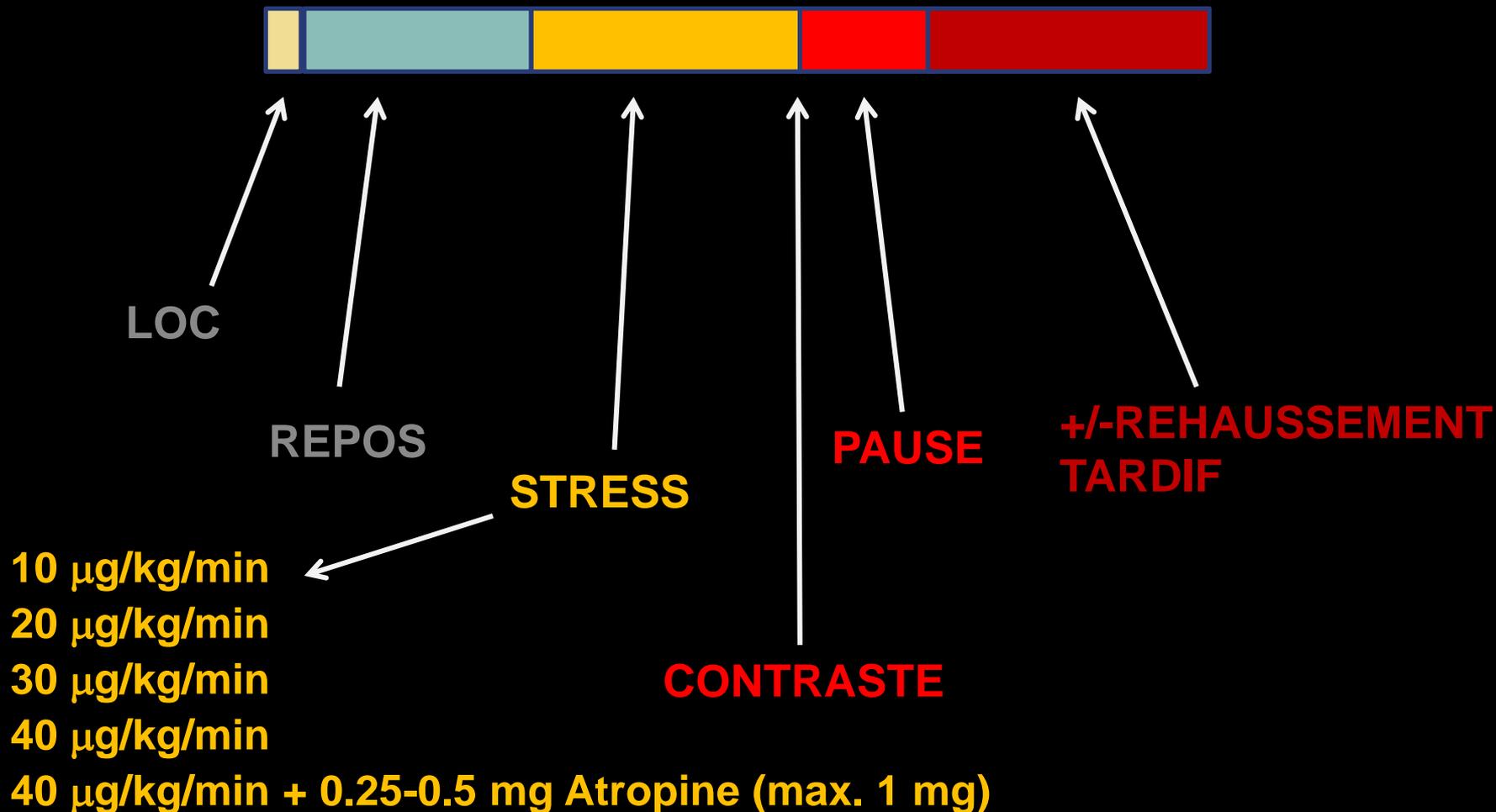


Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : **dobutamine**



IRM de stress sous Dobutamine (durée 30-50 min.)

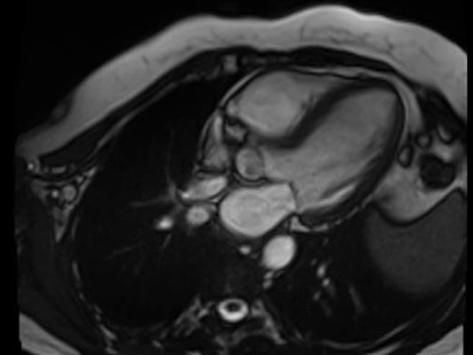
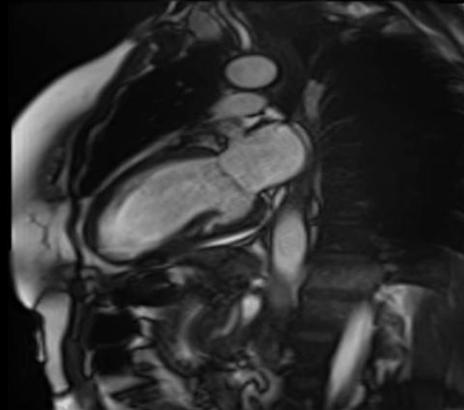
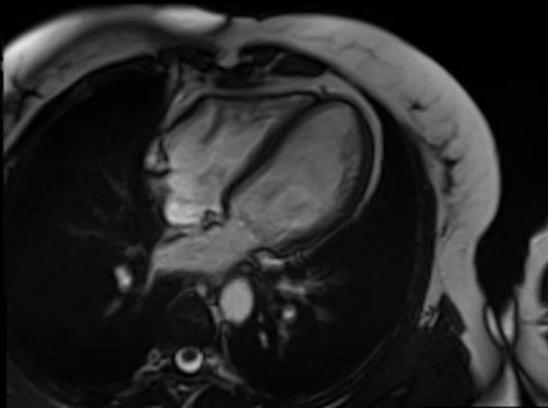




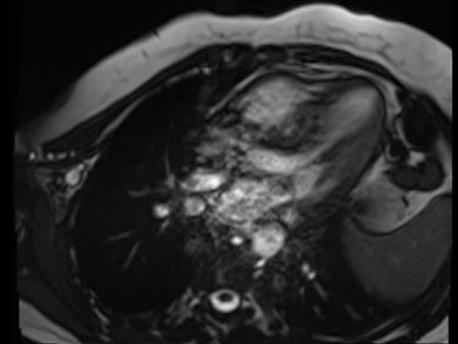
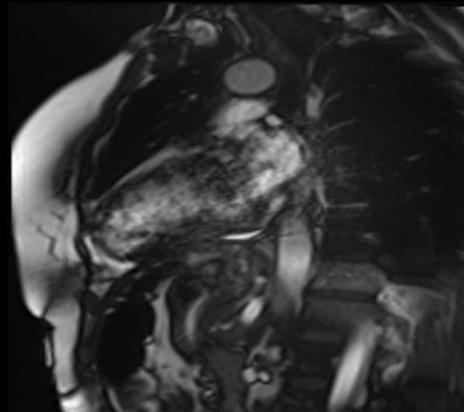
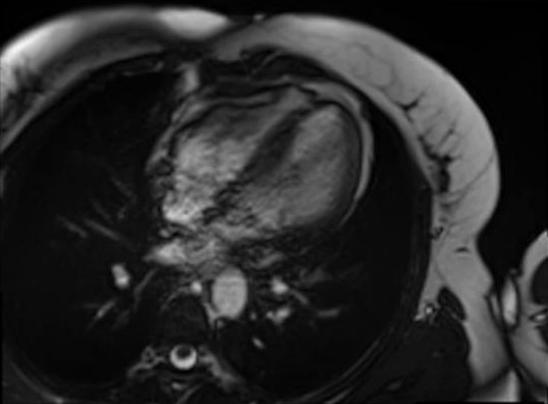
IRM de stress à la Dobutamine longs axes

Hôpital du Valais
Spital Wallis

10 ug/kg/min.
75 bpm



40 ug/kg/min.
+
0.25 atropine
148 bpm

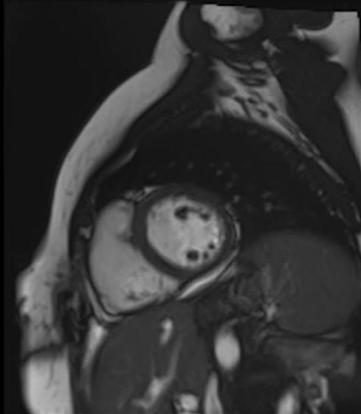




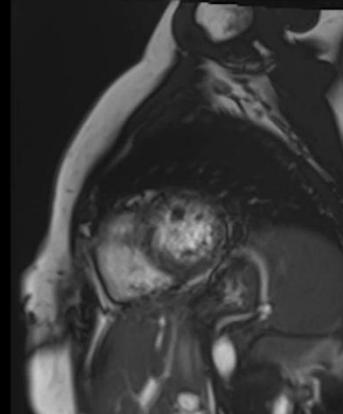
IRM de stress à la Dobutamine courts axes

Hôpital du Valais
Spital Wallis

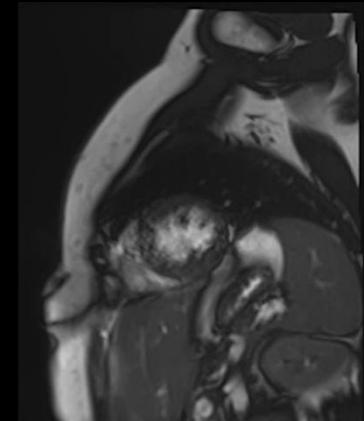
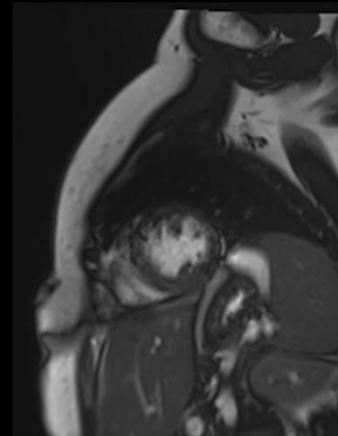
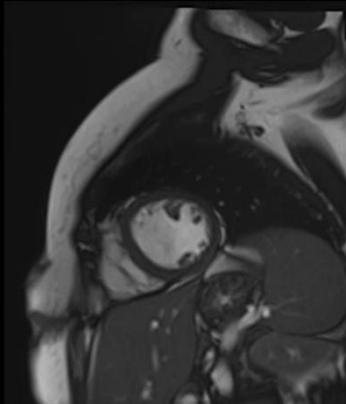
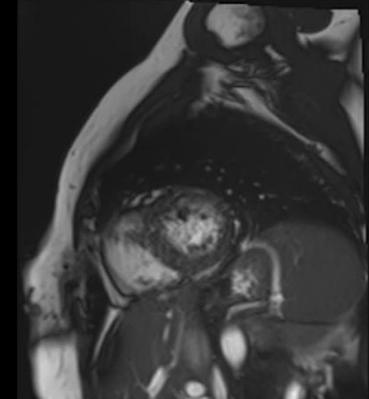
10 ug/kg/min.

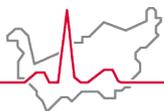


30 ug/kg/min.



40 ug/kg/min.
+ 0.25 atropine





Stress Dobutamine : **IRM** vs écho

TABLE 5. Results of Dobutamine Stress Echocardiography and Dobutamine Stress Magnetic Resonance Compared With Angiography

	DSE	DSMR	<i>P</i>
Sensitivity	74.3%	86.2%	<0.05
Specificity	69.8%	85.7%	<0.05
Positive predicting value	81.0%	91.3%	<0.05
Negative predicting value	61.1%	78.3%	<0.05
Accuracy	72.7%	86.0%	<0.005



Contre-indications principales à l'IRM de stress

- **Contre-indication à l'Adénosine**

- Asthme bronchique et BPCO avec évidence de bronchospasme
- BAV de haut degré, maladie du sinus, sy. du QT long
- Hypotension sévère
- Angor instable malgré traitement
- Décompensation cardiaque



Contre-indications principales à l'IRM de stress

- **Contre-indication à la dobutamine**
 - Hypersensibilité au produit
 - HTA sévère (>220/120 mmHg)
 - Infarctus myocardique aigu / angor instable
 - Sténose aortique sévère
 - Troubles du rythme non contrôlés (TV, FA,...)
 - Insuffisance cardiaque non-compensée
 - Cardiomyopathie hypertrophique
 - Périmyocardite ou endocardite aiguë



Contre-indications principales à l'IRM de stress

- **Contre-indication au B-bloquant (après dobutamine !)**
 - Asthme sévère
- **Contre-indications à l'atropine**
 - Glaucome à angle étroit
 - Myasthenia gravis
 - Hyperplasie de la prostate
 - Troubles digestifs obstructifs



Hôpital du Valais
Spital Wallis

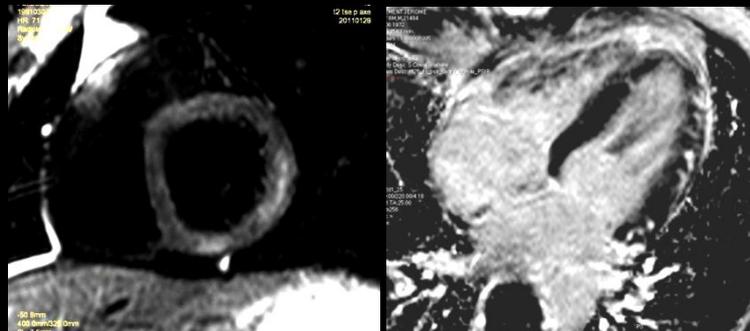
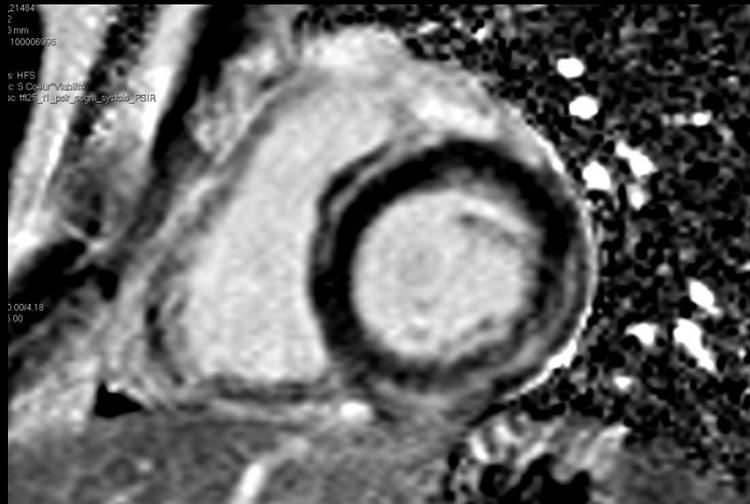
Morceau choisi

Myocardite et Cardiomyopathies



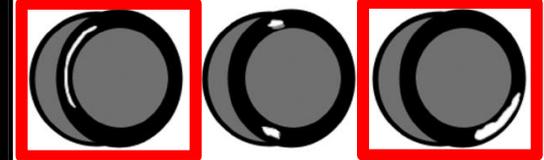
Myocardite

Hôpital du Valais
Spital Wallis



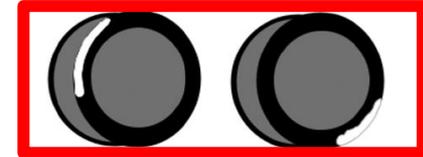
Nonischemic

A. Mid-wall HE



- Idiopathic Dilated Cardiomyopathy
- Myocarditis
- Hypertrophic Cardiomyopathy
- Right ventricular pressure overload (e.g. congenital heart disease, pulmonary HTN)
- Sarcoidosis
- Myocarditis
- Anderson-Fabry
- Chagas Disease

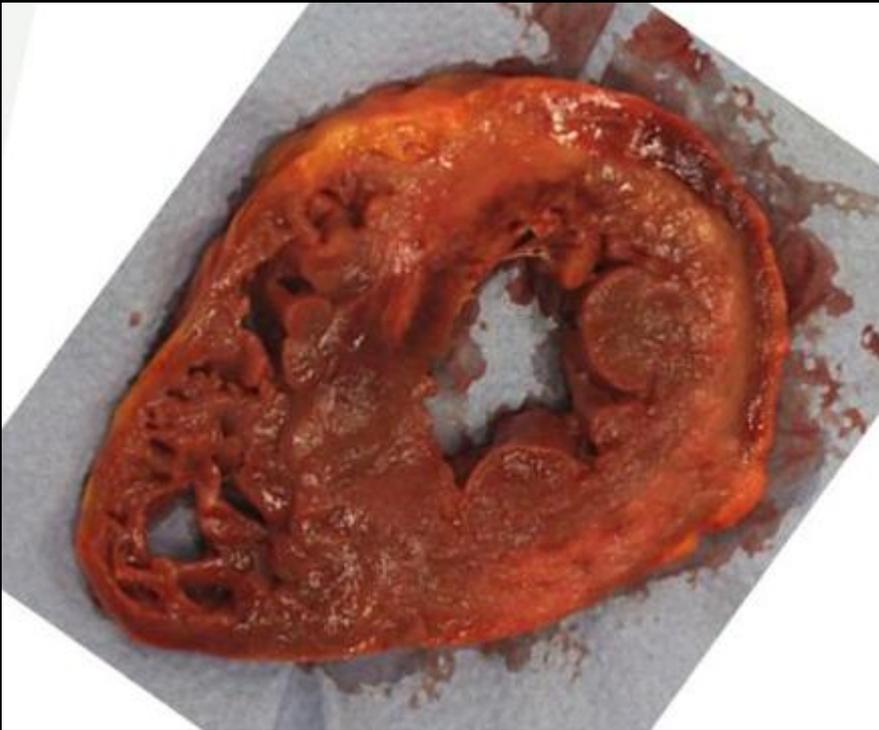
B. Epicardial HE



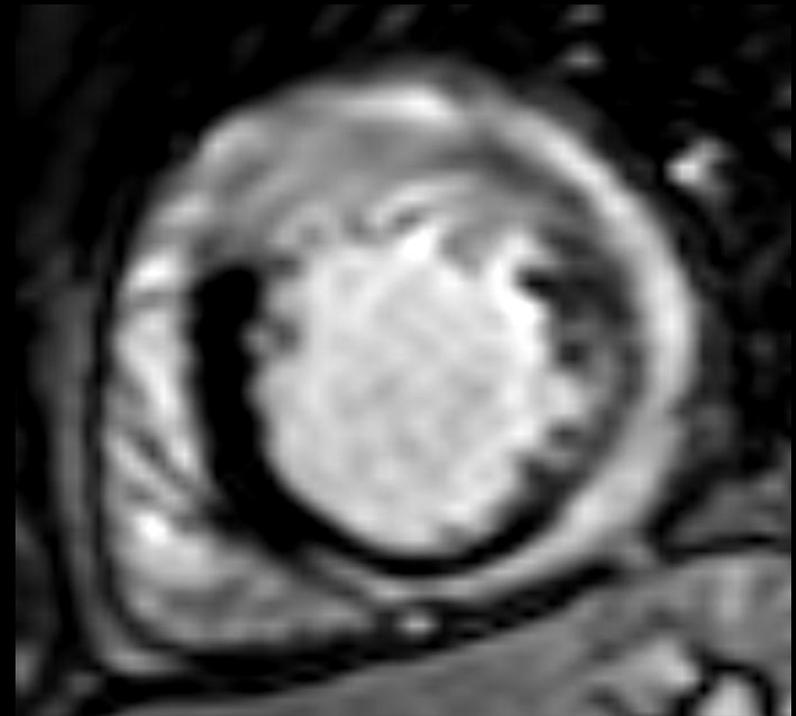
- Sarcoidosis, Myocarditis, Anderson-Fabry, Chagas Disease



Myocardite: nécrose et RT



Pièce d'autopsie



IRM la veille du décès par mort subite



Hôpital du Valais
Spital Wallis

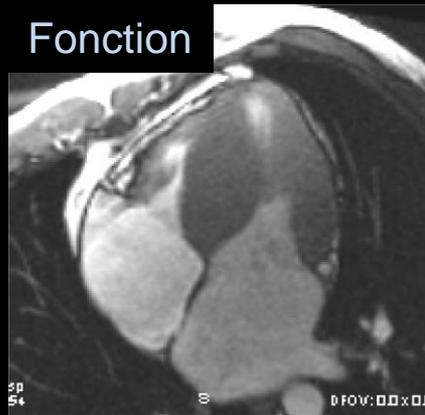
Cardiomyopathie hypertrophique

- Distribution de l'hypertrophie
- Détection des formes apicales
- Recherche de fibrose intra-myocardique

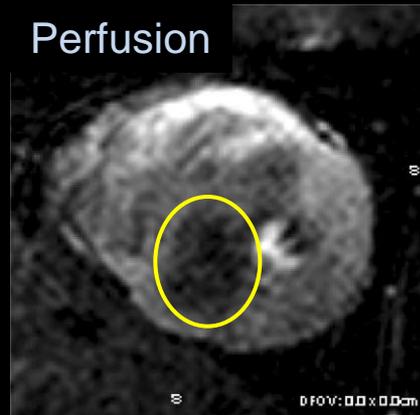
Morphologie



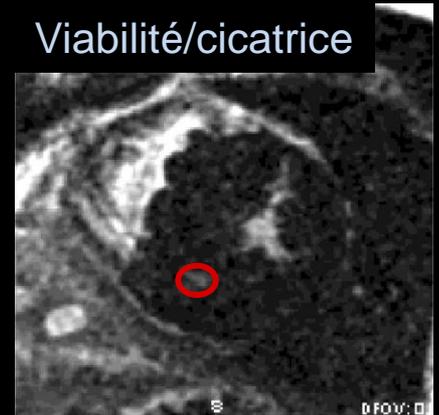
Fonction



Perfusion



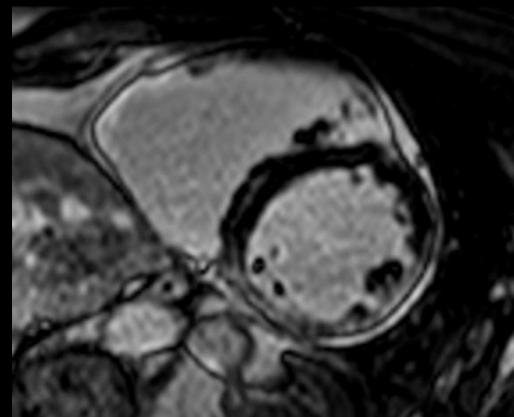
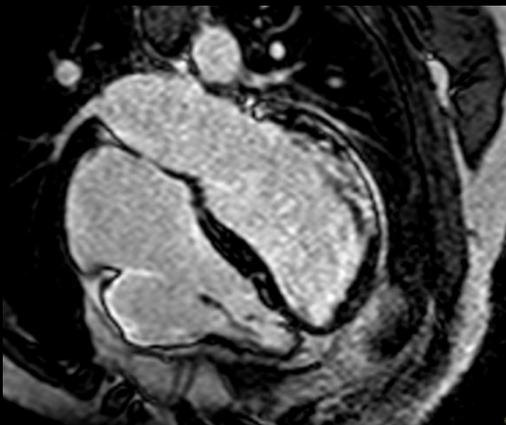
Viabilité/cicatrice





Dysplasie arythmogène du VD

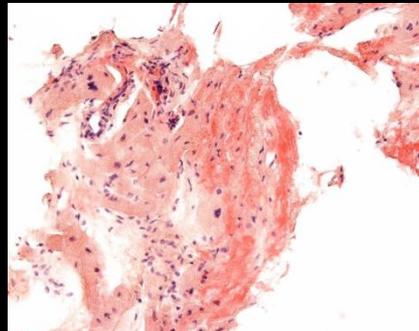
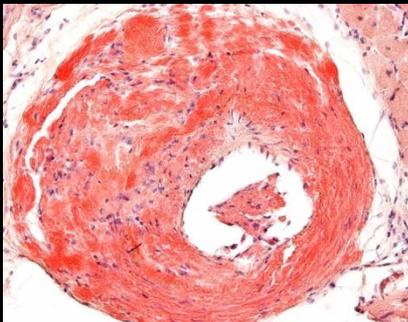
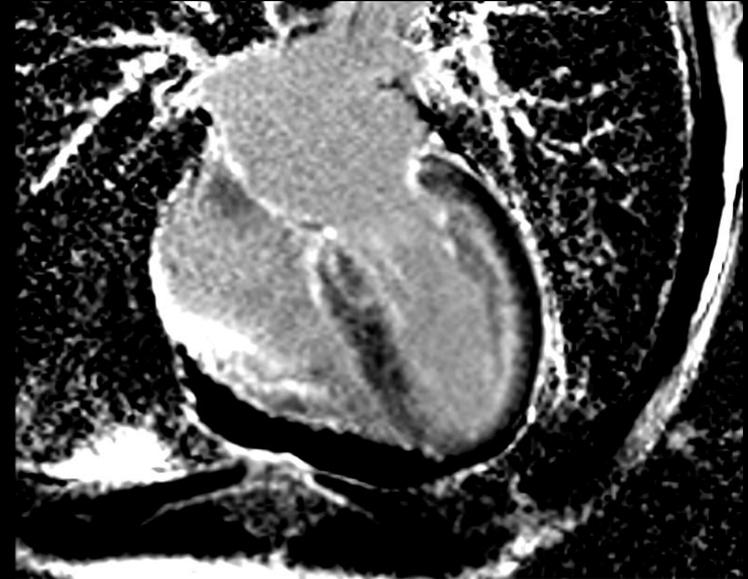
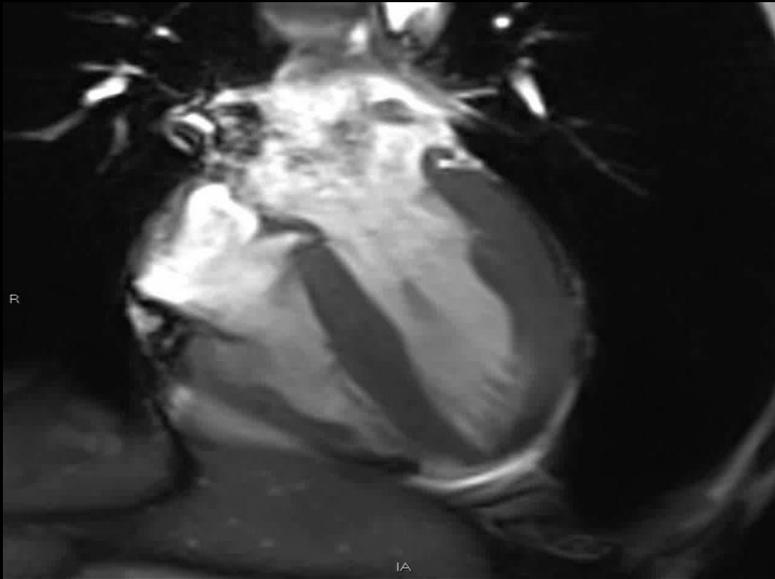
Hôpital du Valais
Spital Wallis





Amyloïdose

Hôpital du Valais
Spital Wallis



C. Global Endocardial HE



• Amyloidosis, Systemic Sclerosis, Post cardiac transplantation

Sensibilité (LGE) = 80%

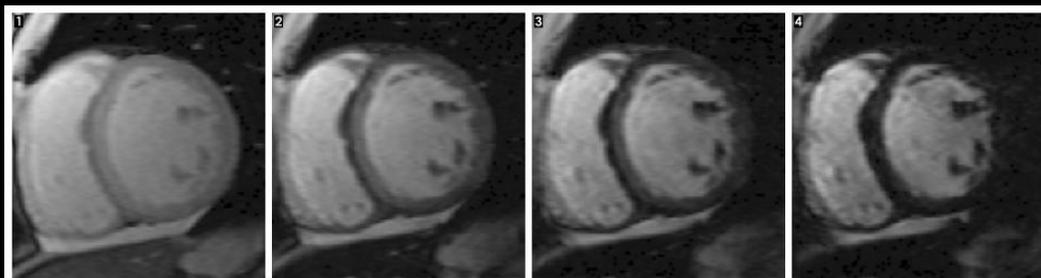
Spécificité (LGE) = 94%

H. Vogelsberg et al, JACC, 2008

Hémochromatose: suivi des patients thalassémiques

Charge myocardique en Fer	T ₂ * myocardique
Normal	> 20 ms
Mild	14 – 20 ms
Moderate	10 – 14 ms
Severe	> 10 ms

T₂* = 9.72 ms

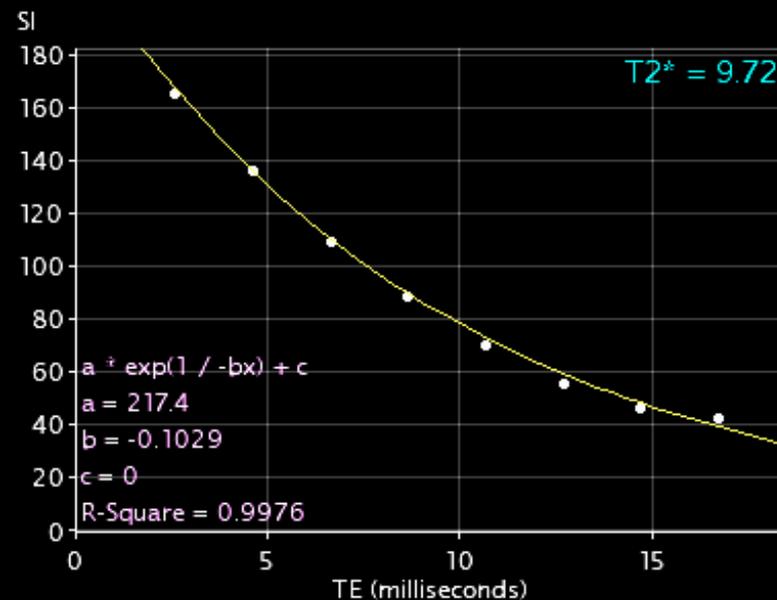
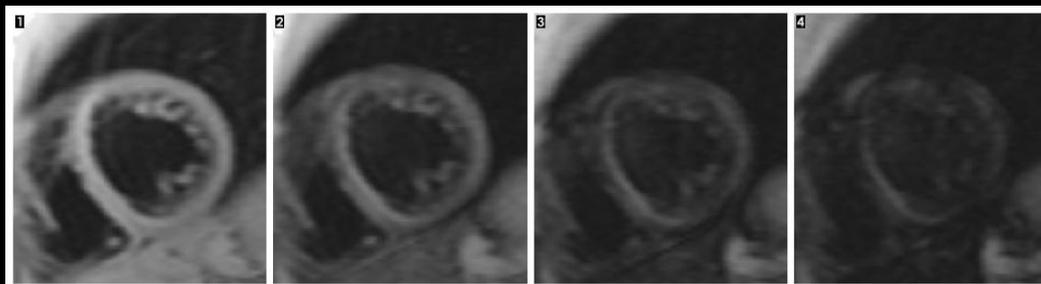


TE = 2.60

TE = 6.64

TE = 10.68

TE = 16.74





Conclusion

- **L'IRM cardiaque est un examen très performant et sûr**
 - Imagerie dans tous les plans
 - Possibilité d'évaluation combinée en un seul examen
 - Préciser la ou les questions !
 - Haute reproductibilité de mesures
 - Haute valeur diagnostique et pronostique dans la coronaropathie
 - Sécurité pour le patient (absence d'exposition aux radiations)