



Hôpital du Valais
Spital Wallis

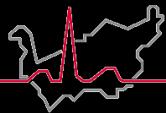
Laissez résonner votre cœur !

08.06.2017, formation continue, médecine interne générale

Ch. Sierro

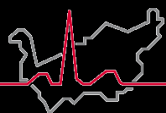
HVS, CHUV, Services de cardiologie





IRM cardiaque: possibilités d'imagerie uniques

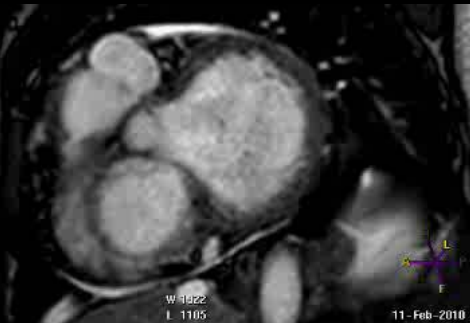
- **Qualité d'images** excellente pour tous les patients sans trouble du rythme
- **Accès aux structures thoraciques** dans tous les plans
- **Analyse combinée**
 - Morphologie, caractérisation et viabilité tissulaire, perfusion, flux...
- **Modalité non-irradiante**
 - Peut être répétée sans risque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



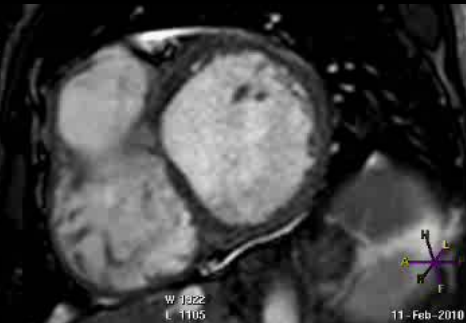
Hôpital du Valais
Spital Wallis

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

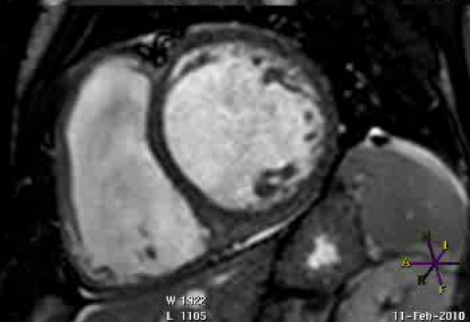
11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 17 L 72 H 23

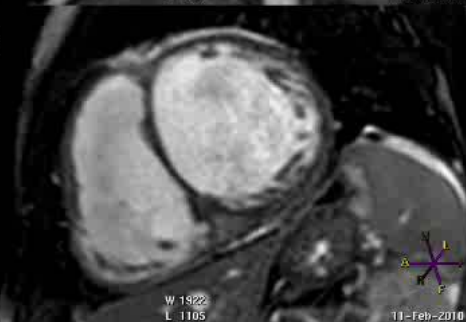
W 1922
L 1105

11-Feb-2010

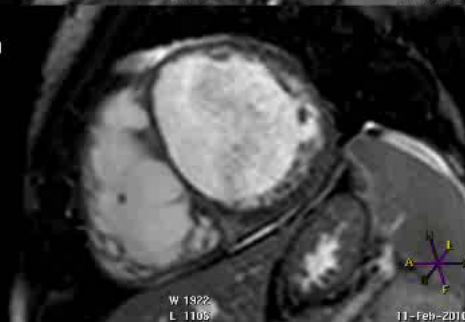
Sc 11.1/8
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



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

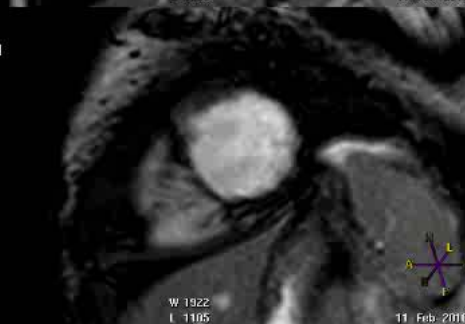
Sc 11.1/5
B-TFE / FFE/M
Td 000 ms [390]



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

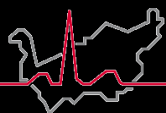
W 1922
L 1105

11-Feb-2010

AP 33°
FH -29°
A 46 L 116 F 6

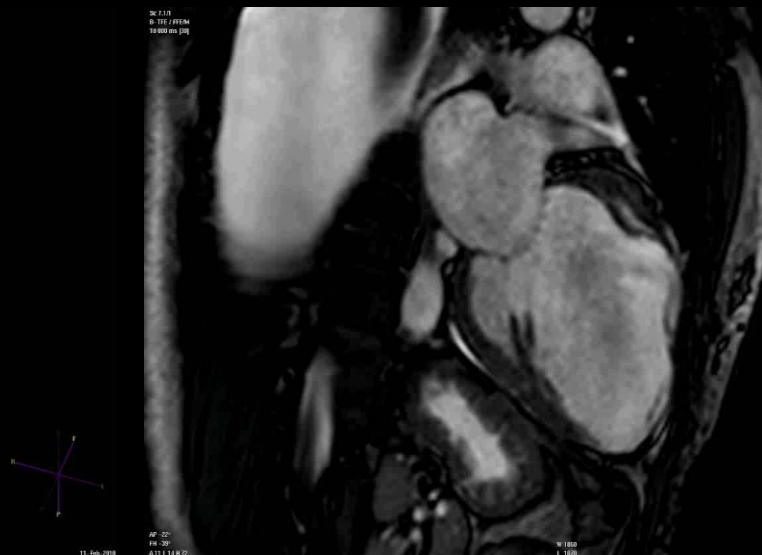
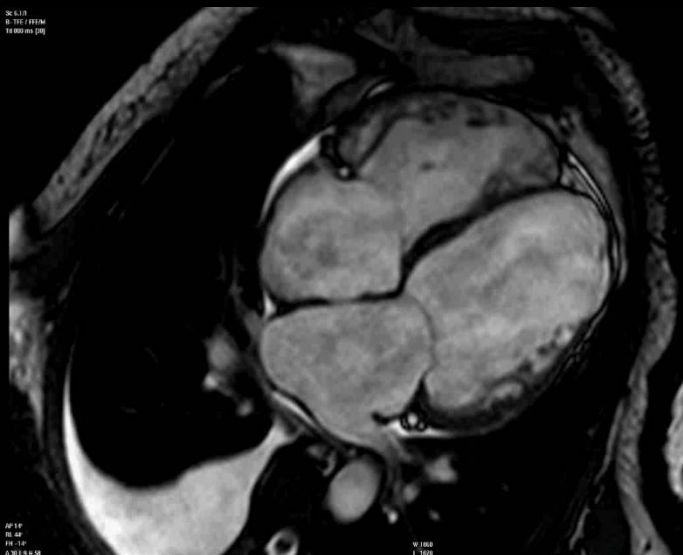
W 1922
L 1105

11-Feb-2010



Hôpital du Valais
Spital Wallis

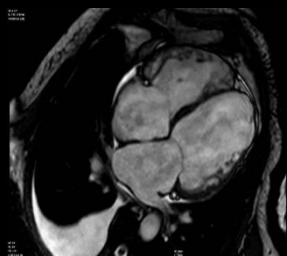
Imagerie dans tous les plans de l'espace



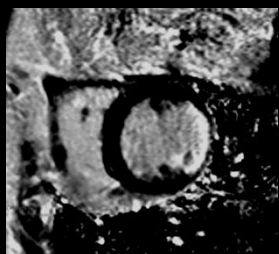


Hôpital du Valais
Spital Wallis

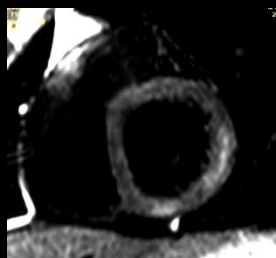
Analyse combinée en un seul examen



Morphologie



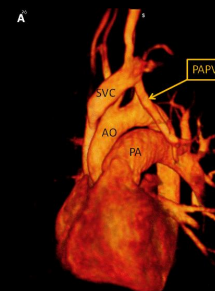
Cicatrices



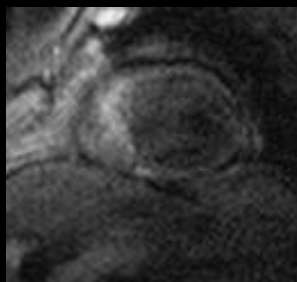
Oedème



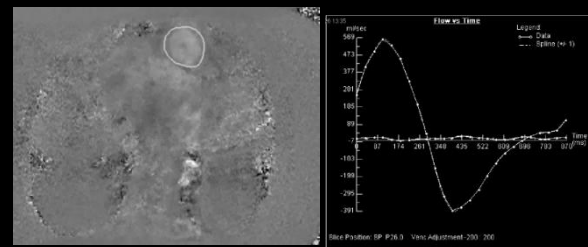
Déformation



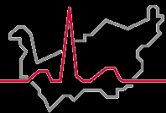
Angiographie 3D



Perfusion

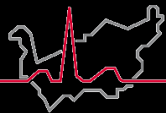


Mesure de flux



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**



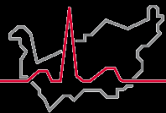
Indications à l'IRM cardiaque

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



Hôpital du Valais
Spital Wallis

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

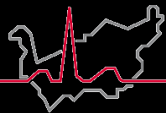
N=11'040	Age			
	–44 Yrs	45–59 Yrs	60–74 Yrs	75 Yrs
Indication				
Ischemia/CAD	10.1%	32.3%	39.6%	36.9%
Myocarditis/CMP	58.2%	32.5%	21.2%	14.5%
Viability	4.5%	15.5%	17.9%	21.5%



Hôpital du Valais
Spital Wallis

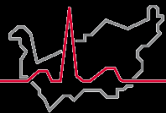
Morceau choisi :

Maladie coronarienne et cardiopathie ischémique



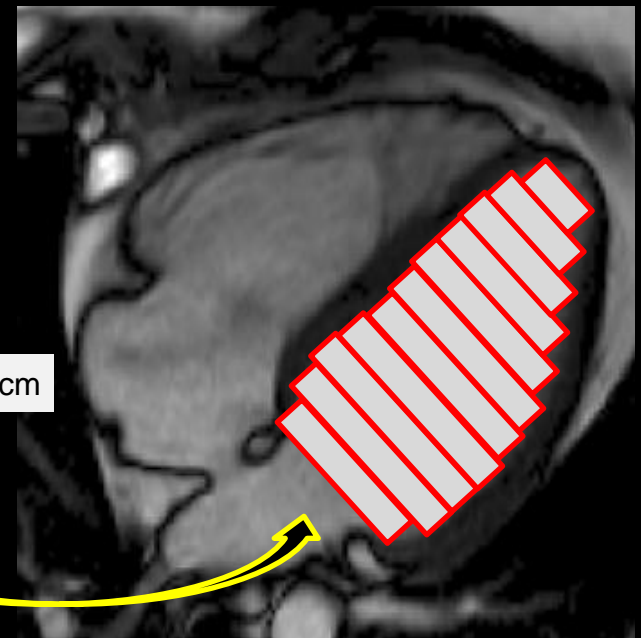
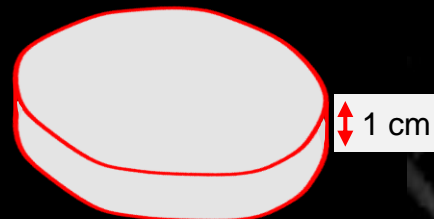
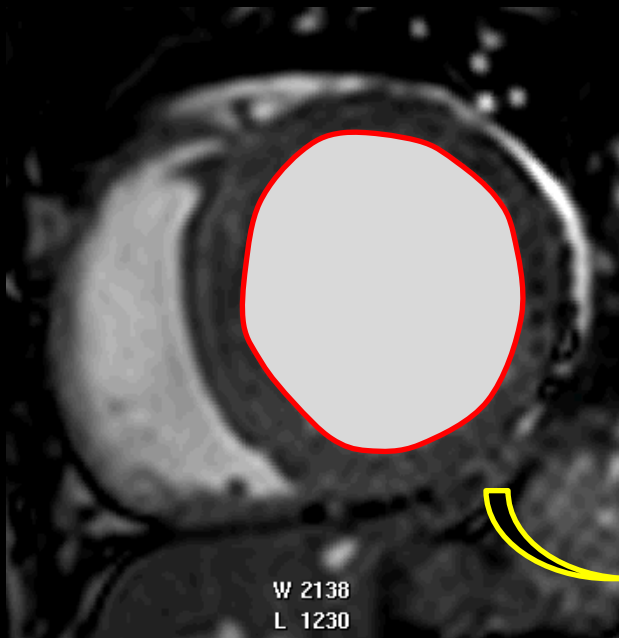
Bilan IRM de cardiopathie ischémique

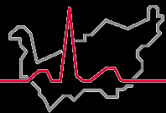
- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine



Analyse de la fonction systolique

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



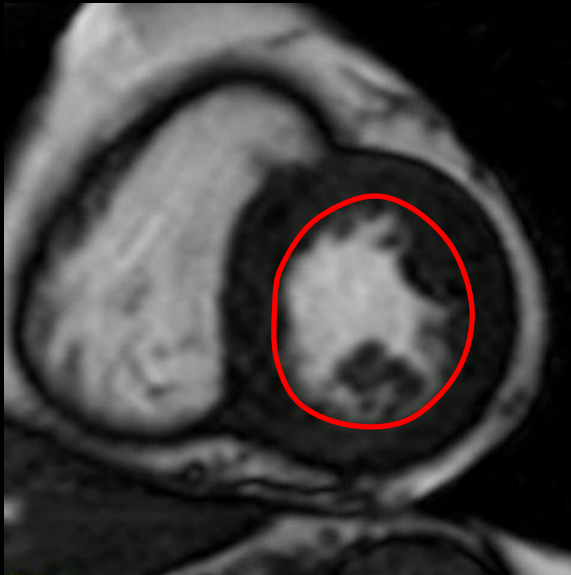


Hôpital du Valais
Spital Wallis

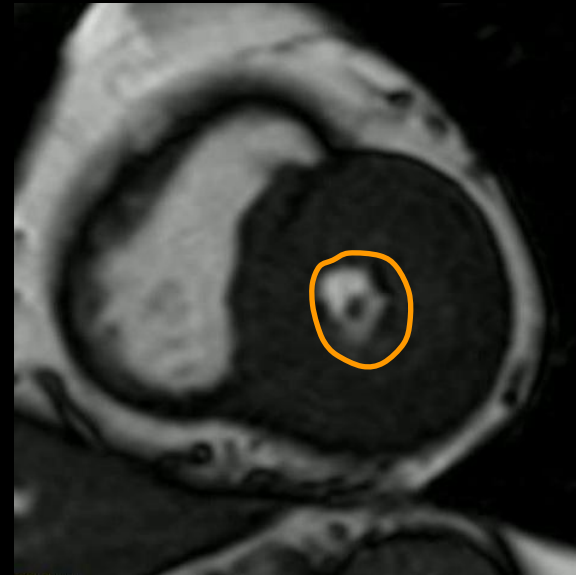
Analyse de la fonction systolique

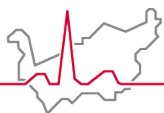
- Fraction d'éjection VG =
$$\frac{VTD - VTS}{VTD}$$
- Norme > 55%

Télé-Diastole



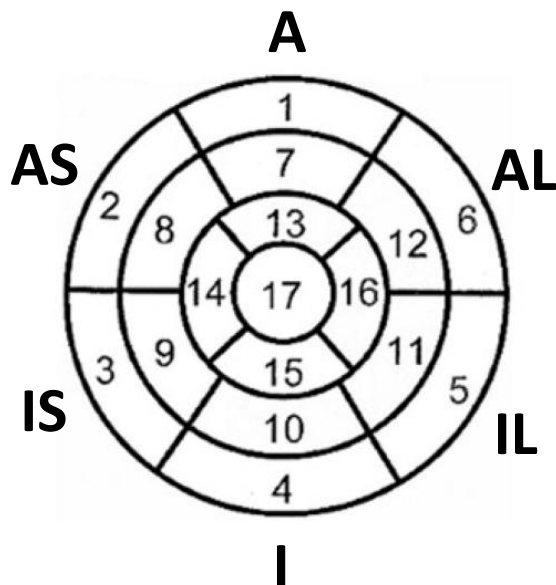
Télé-Systole



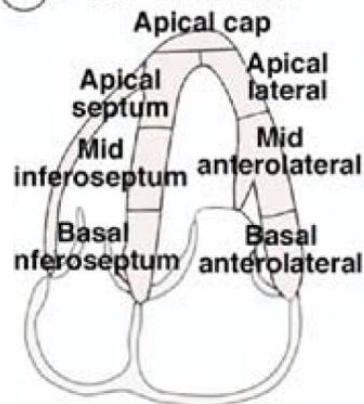


Cinétique segmentaire: Modèle à 17 segments

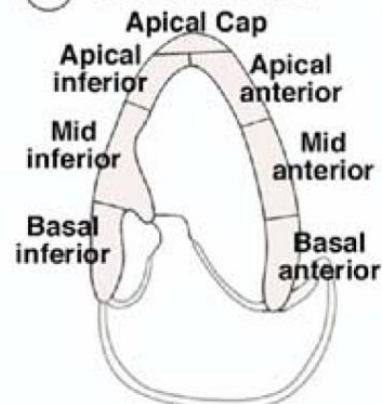
Circumferential
plot polar map



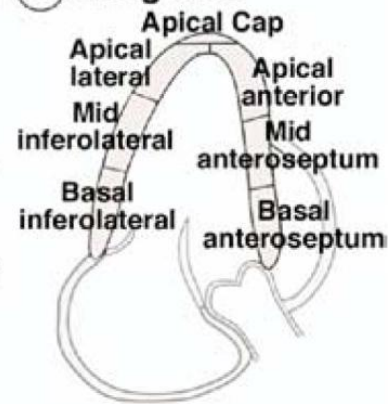
① Four Chamber



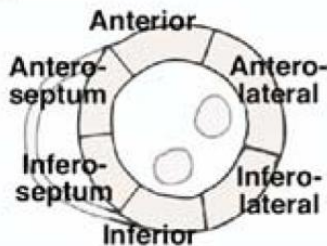
② Two Chamber



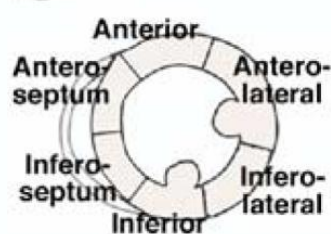
③ Long Axis



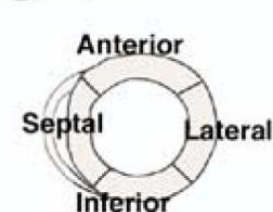
④ Base

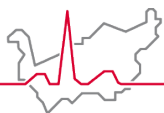


⑤ Mid



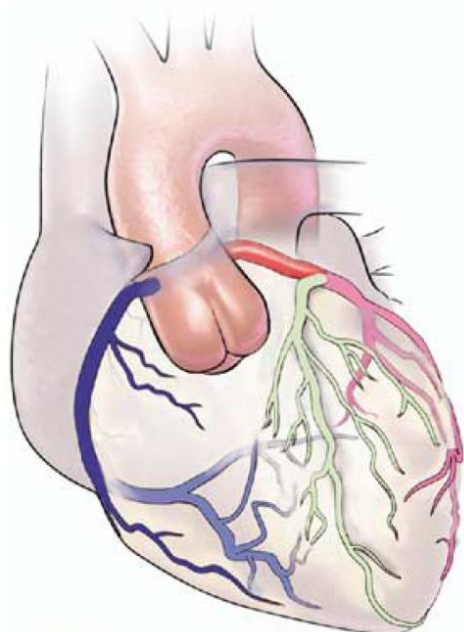
⑥ Apex



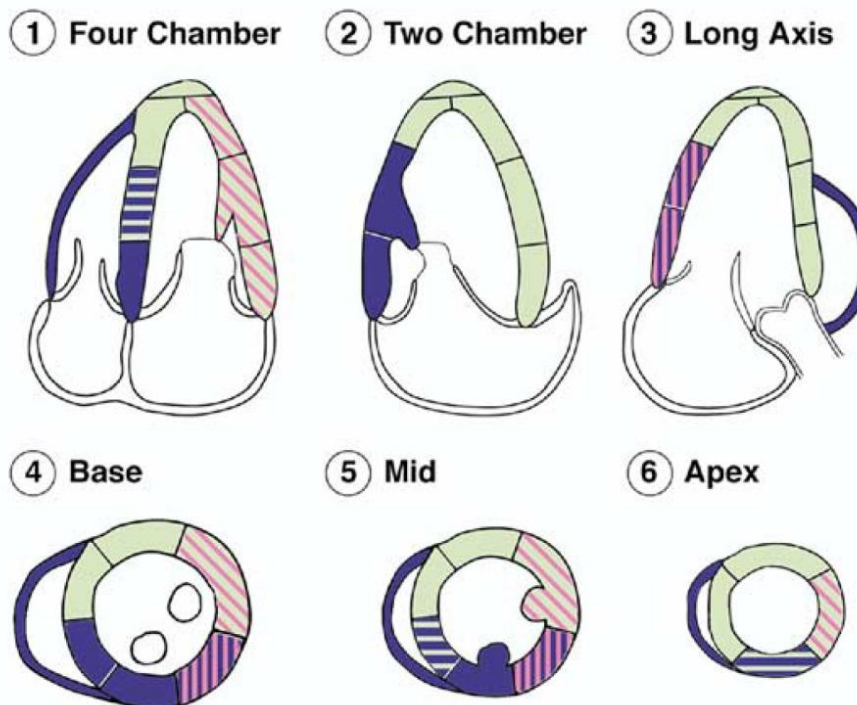


Hôpital du Valais
Spital Wallis

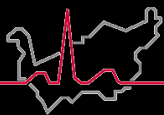
Segments et territoires vasculaires



RCA	RCA or CX
LAD	LAD or CX
CX	RCA or LAD



JASE 2005; 18: 1440

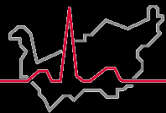


Hôpital du Valais
Spital Wallis

Fonction: exemple 1

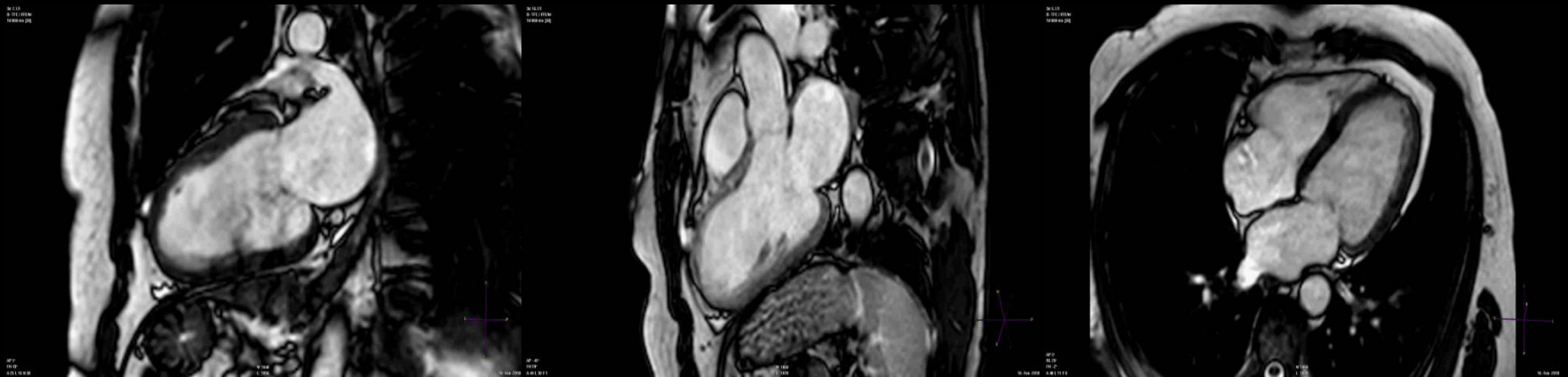


- Bonne fonction systolique globale (FEVG 58%)
- Absence d'anomalie cinétique segmentaire

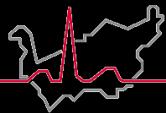


Hôpital du Valais
Spital Wallis

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

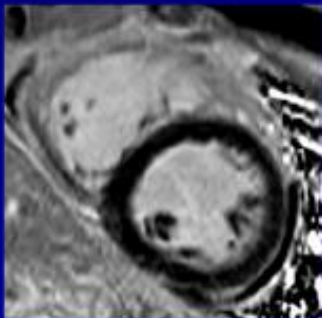
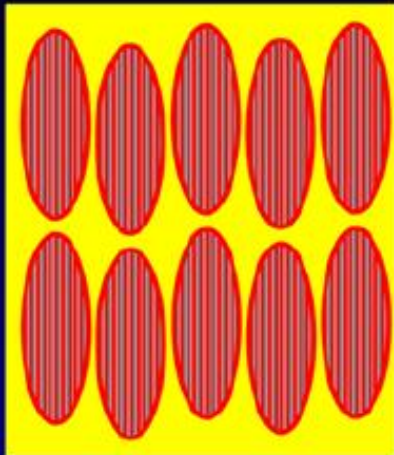
- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : dobutamine



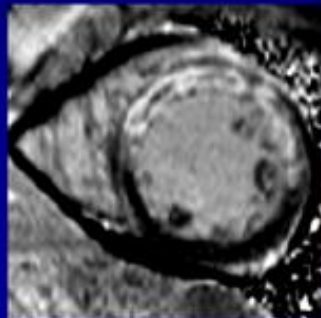
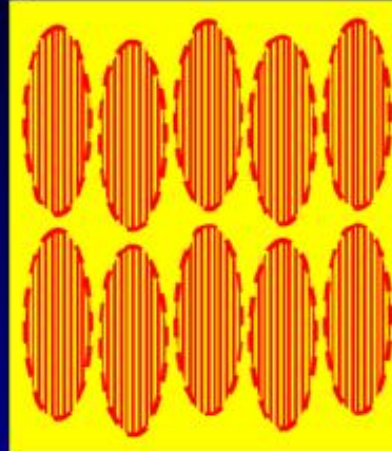
Hôpital du Valais
Spital Wallis

Principe de l'imagerie par rehaussement tardif (RT)

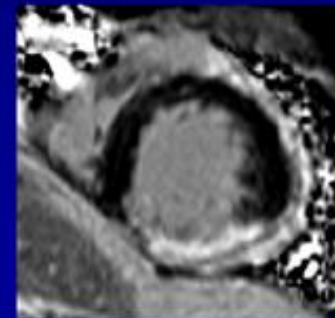
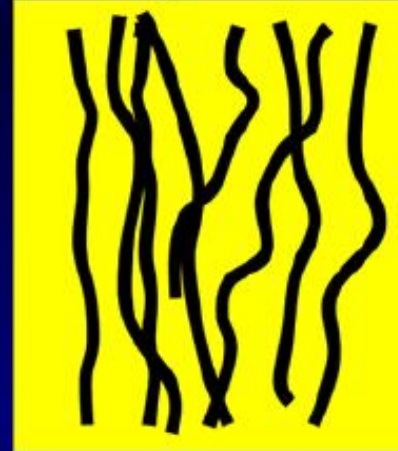
Normal
intact cell membrane

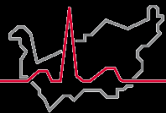


Acute MI
ruptured cell membrane



Chronic MI
collagen matrix

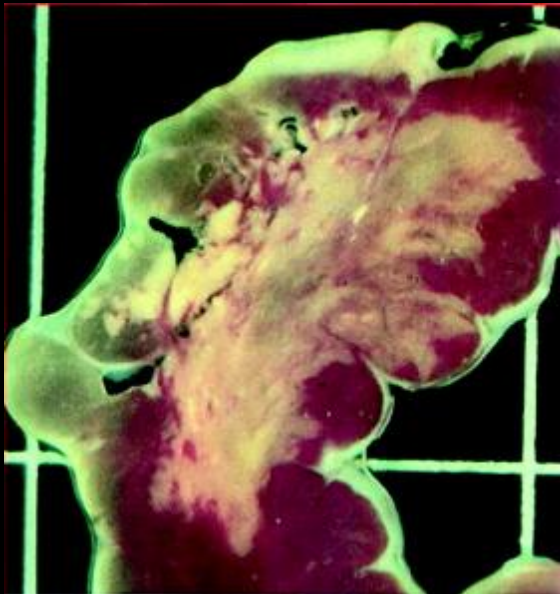




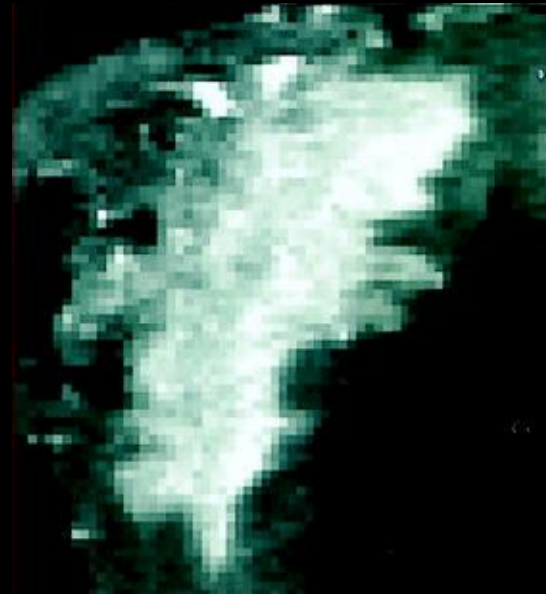
Hôpital du Valais
Spital Wallis

Imagerie de la cicatrice

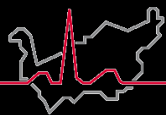
Modèle animal : TTC 3 jours après infarctus



IRM cardiaque ex-vivo : „histologie non invasive“



Circulation 1999, Kim et al.

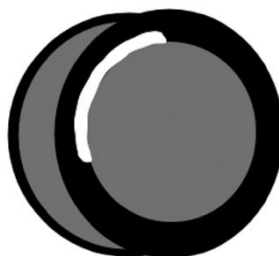


Hôpital du Valais
Spital Wallis

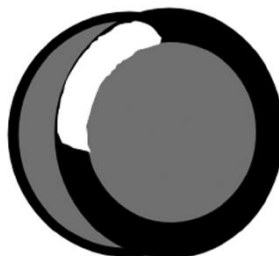
Localisation de la cicatrice d'origine ischémique

Ischemic

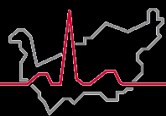
A. Subendocardial Infarct



B. Transmural Infarct



Mahrholdt et al. EHJ 2005

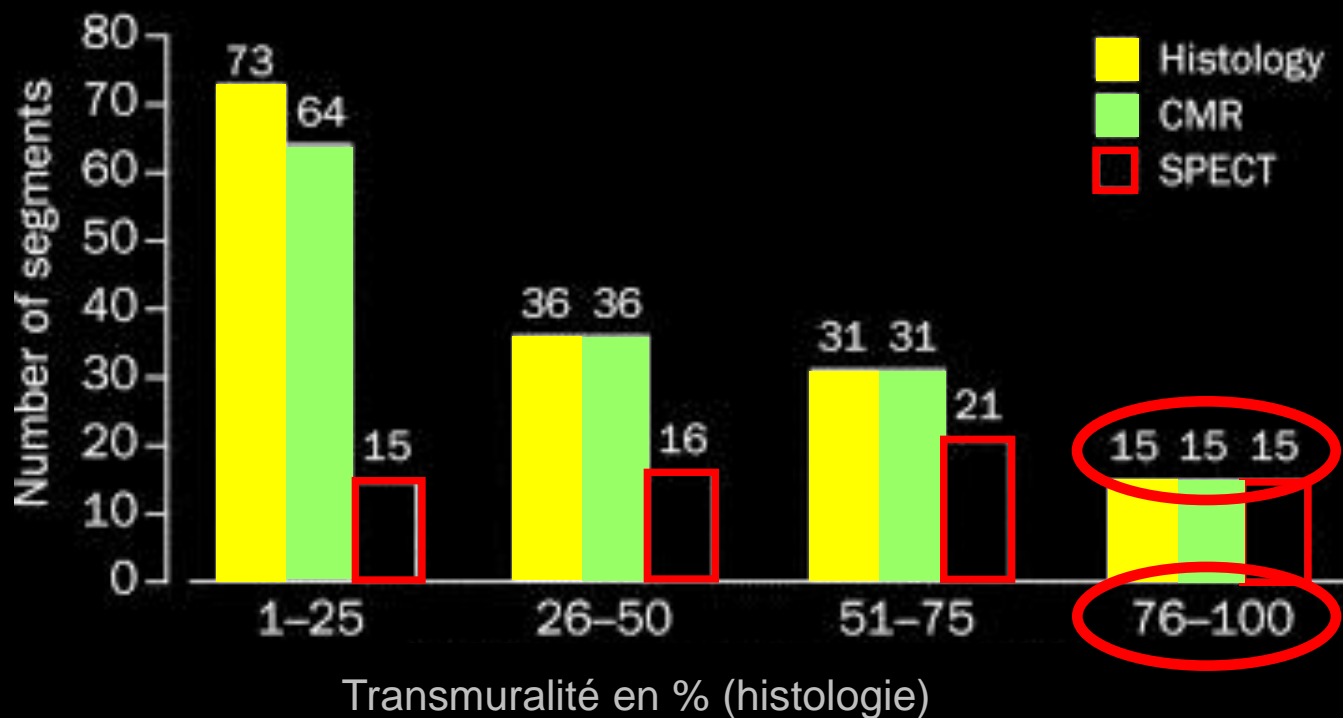


Hôpital du Valais
Spital Wallis

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

Transmuralité, étude animale

→ 155 segments infarctés (histologie)

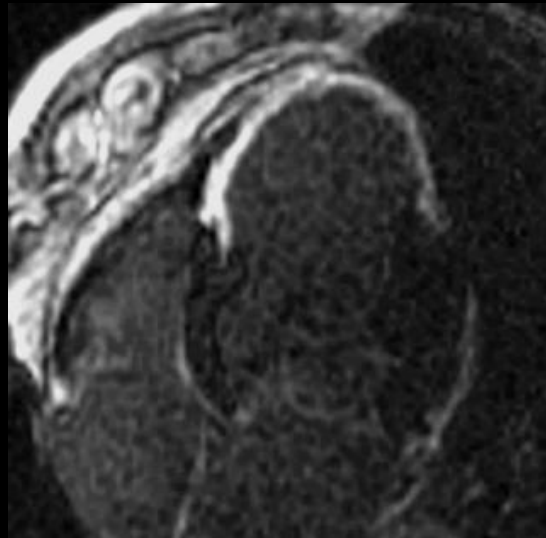
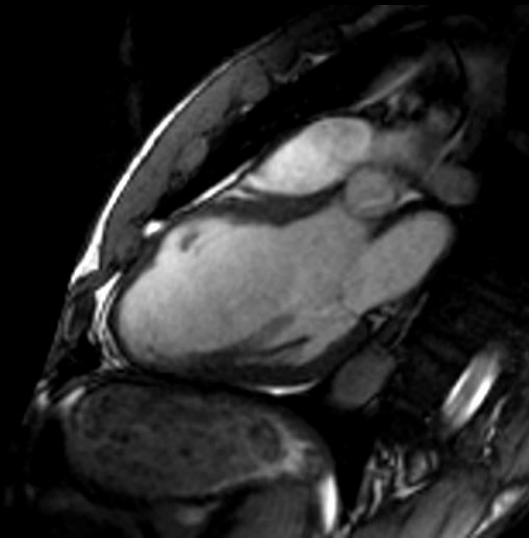


Evaluation de la viabilité par RT:

Exemple 1



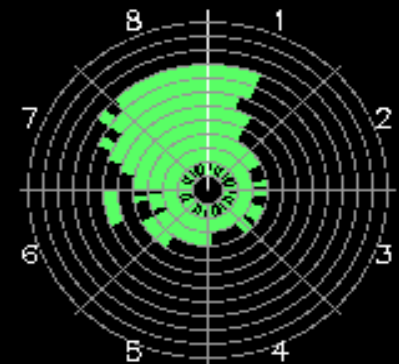
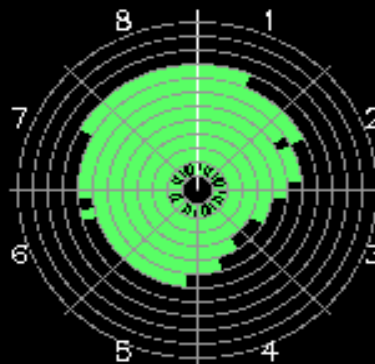
Hôpital du Valais
Spital Wallis



FE 34%

Grande cicatrice
transmurale :

Pas de viabilité, pas
d'intervention



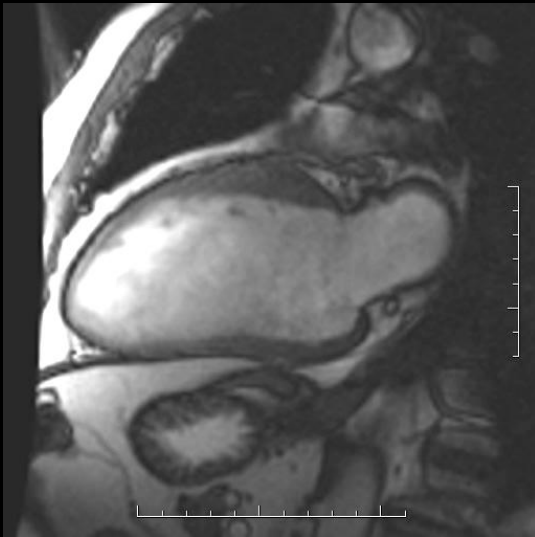
Knuesel, Schwitter et al. Circ. 2003

Evaluation de la viabilité par RT:

Exemple 2



Hôpital du Valais
Spital Wallis

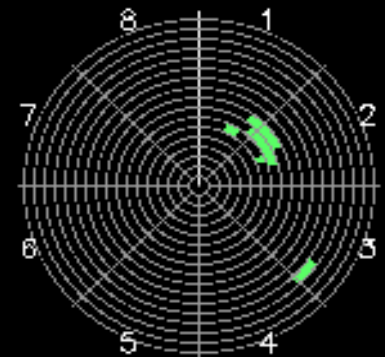
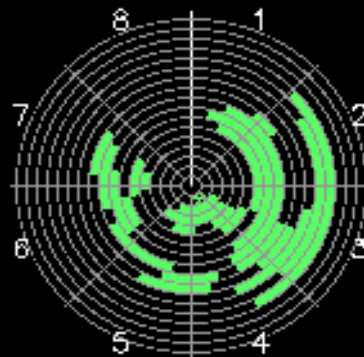


FE 22%

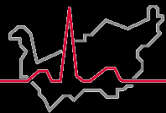
Cicatrice sous-endocardique

Revascularisation
recommandée

→ Postop : FE 37%

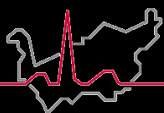


Knuesel, Schwitter et al. Circ. 2003

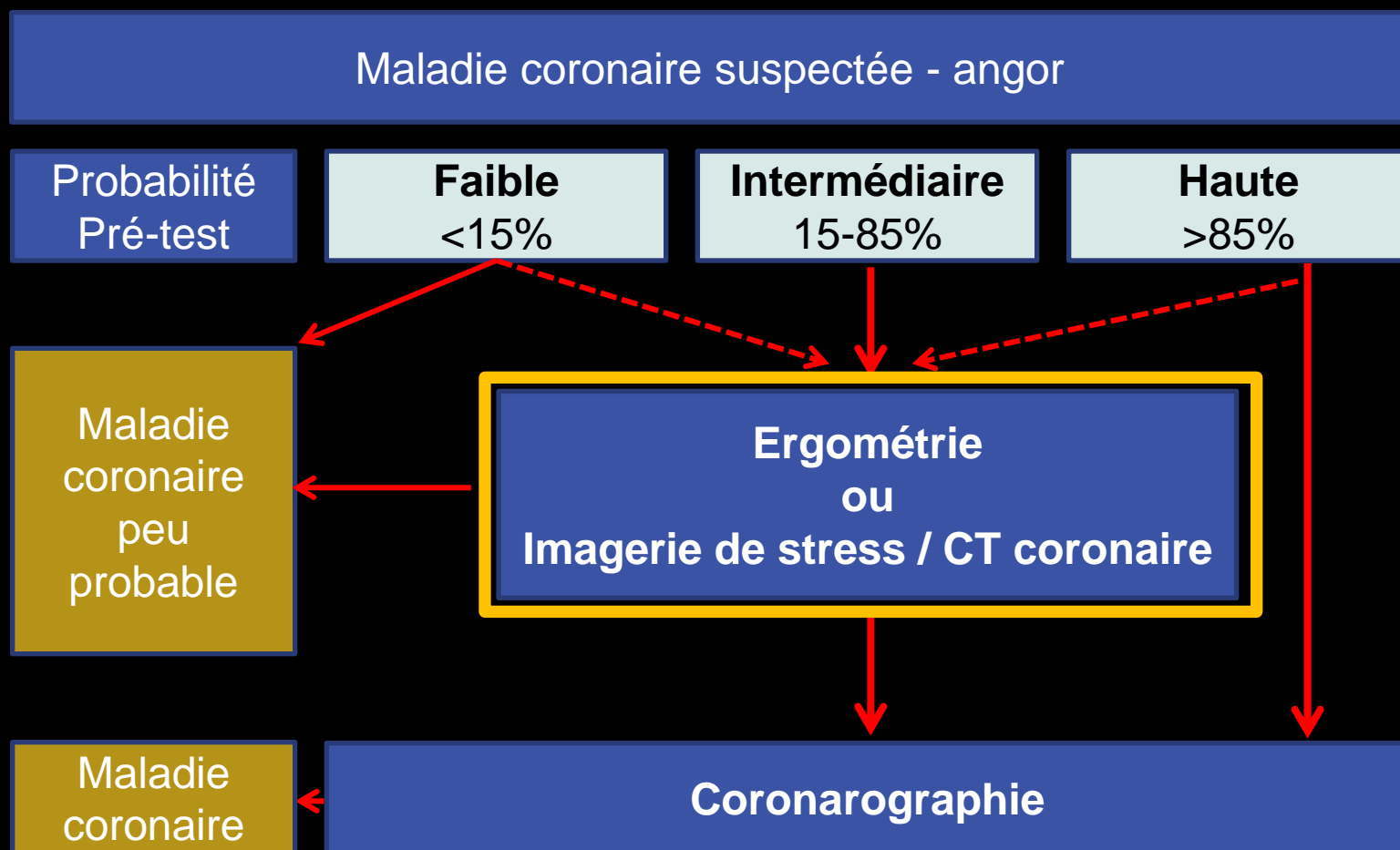


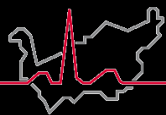
Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **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

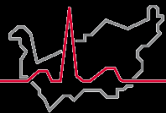
- Efficacité
- Sécurité



SPECT

- Efficacité
- Sécurité

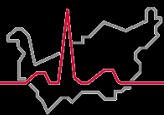




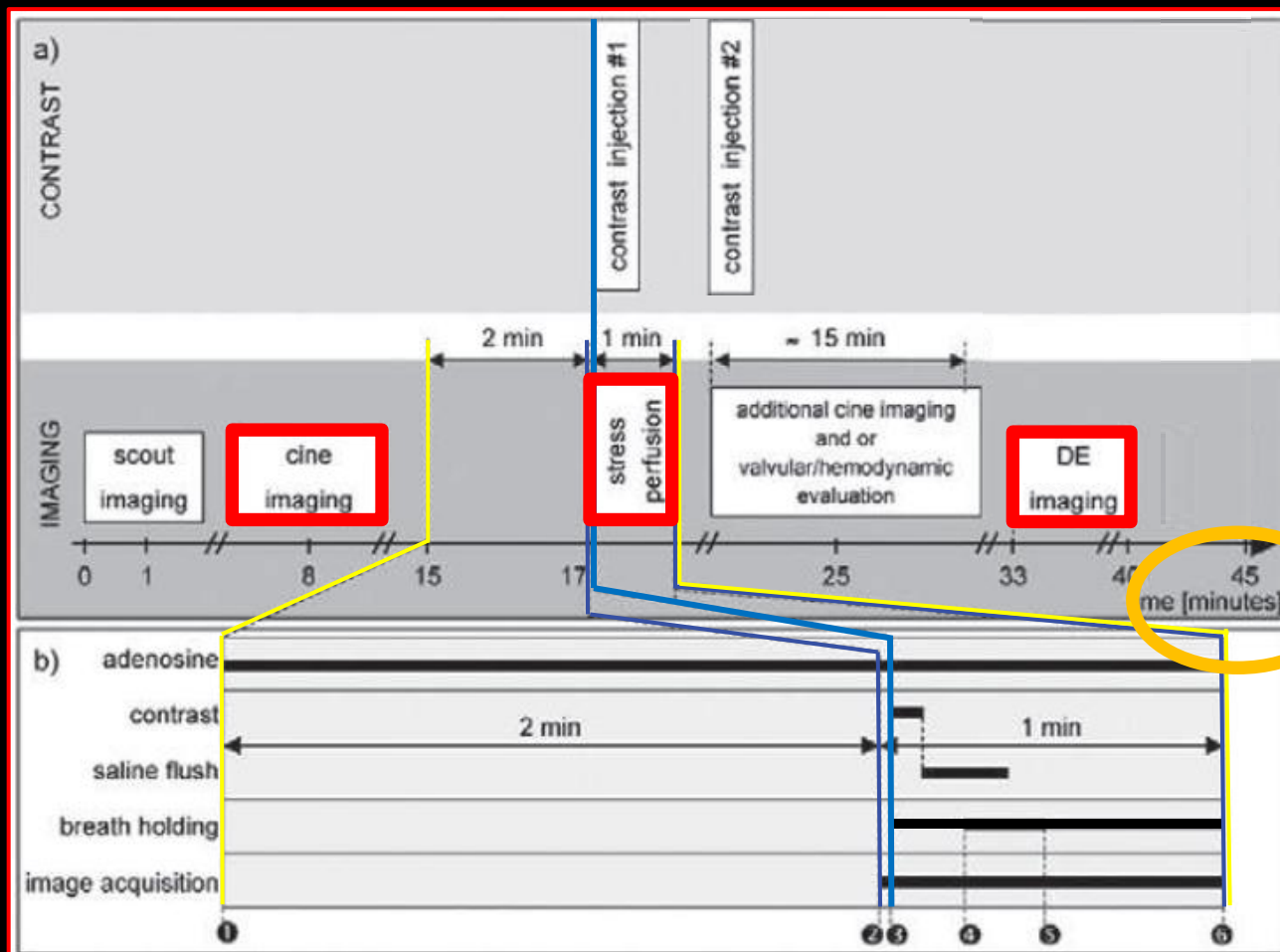
Hôpital du Valais
Spital Wallis

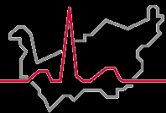
Bilan IRM de cardiopathie ischémique

- **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

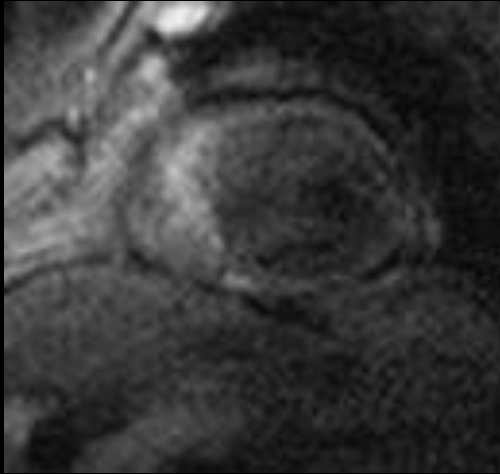


IRM de stress à l'adénosine : 3 phases en 45-60 min.



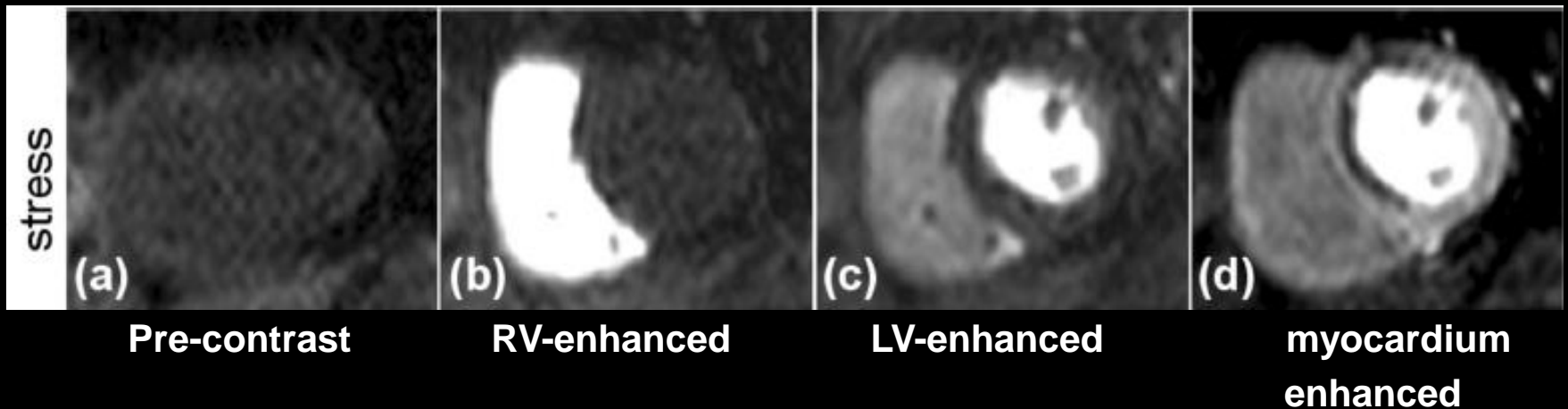


Séquence de perfusion

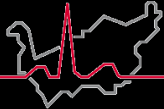


Déficit de perfusion si retard ou réduction de la prise de contraste:

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



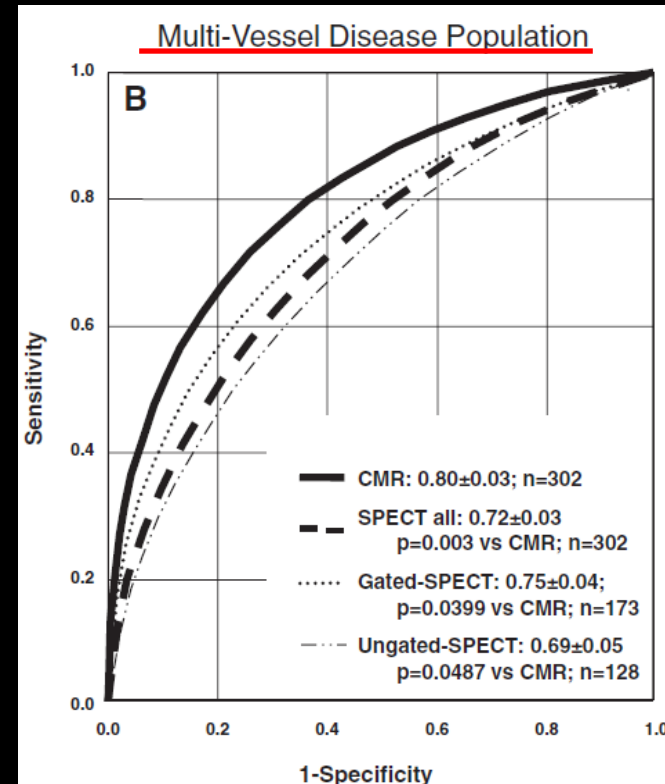
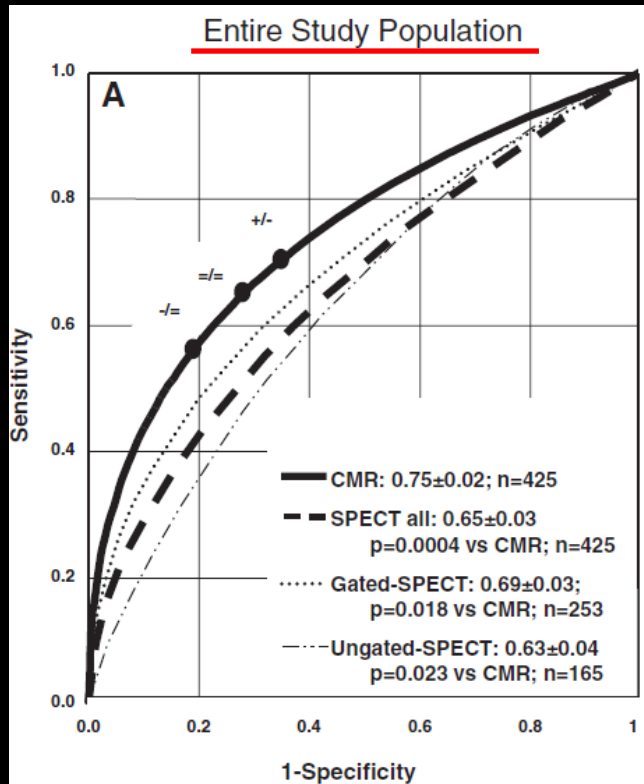
IRM de perfusion: Performance diagnostique dans MR-IMPACT II study ou « la vraie vie »



Hôpital du Valais
Spital Wallis

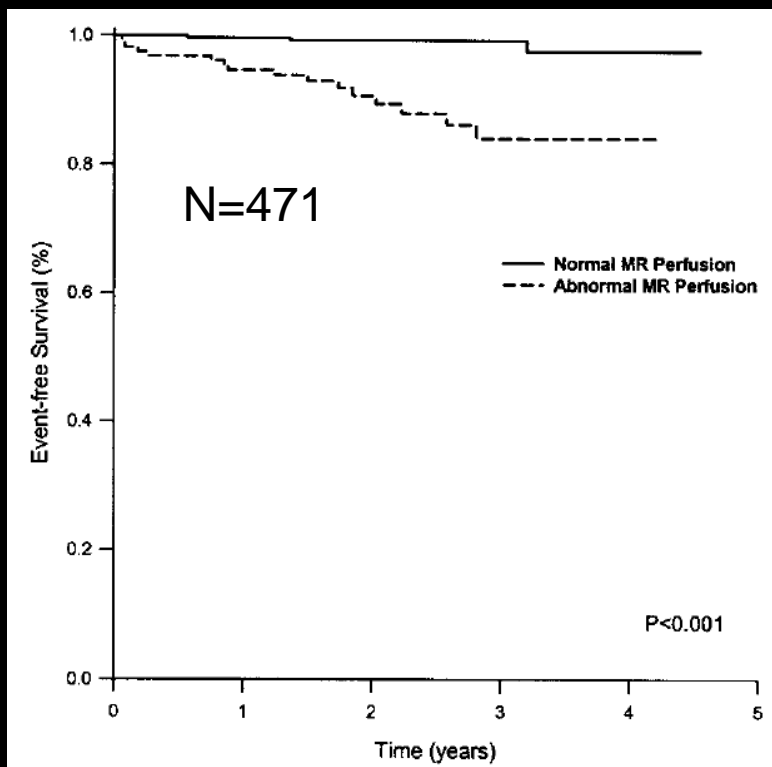
Multicentrique - plusieurs fournisseurs

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





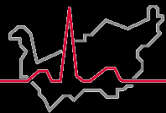
IRM de perfusion: Performance pronostique



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



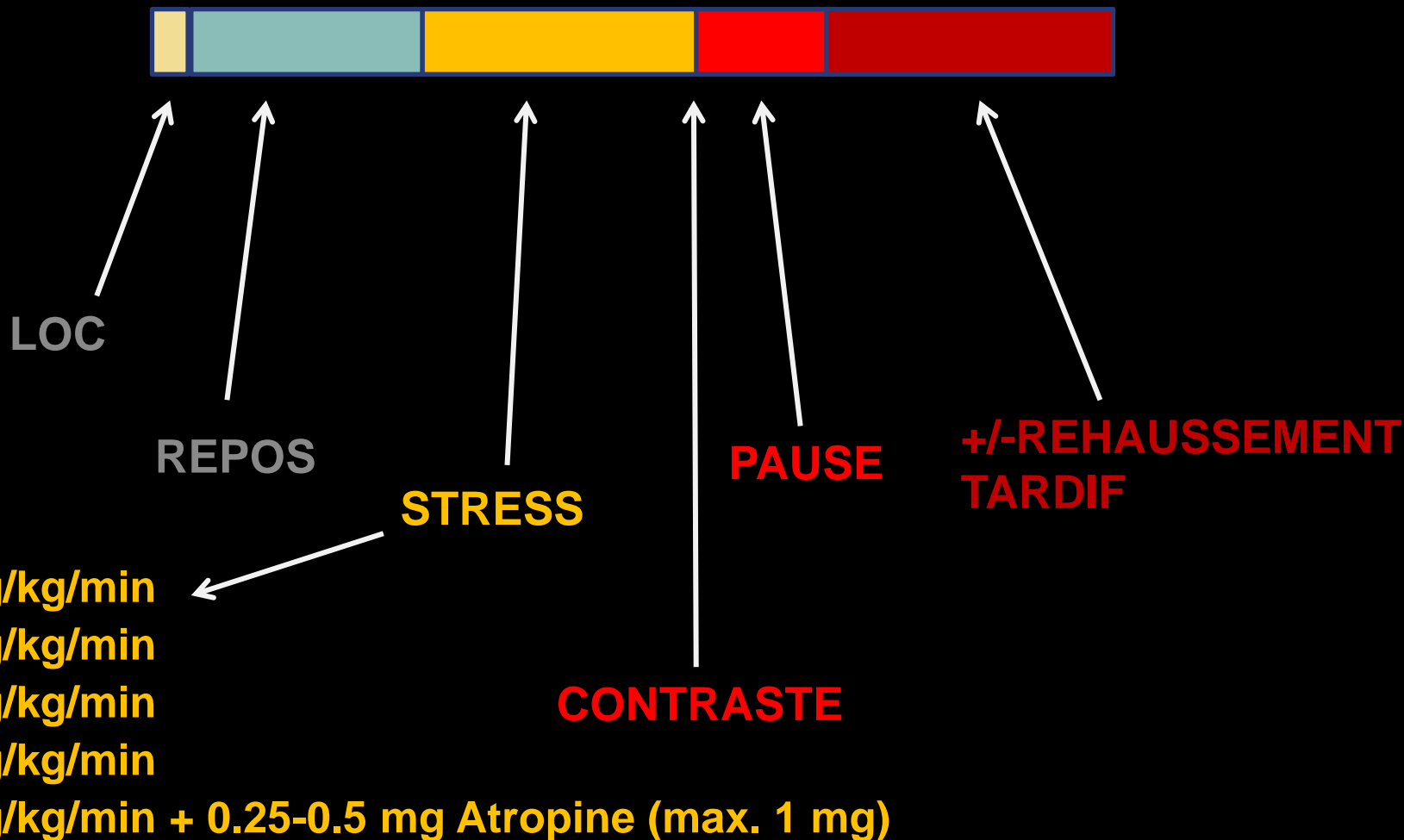
Bilan IRM de cardiopathie ischémique

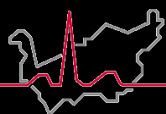
- **Fonction systolique**
 - Contractilité globale (FEVG)
 - Cinétique segmentaire
- **Viabilité myocardique**
 - Détection de cicatrices d'infarctus
- **Recherche d'ischémie**
 - Perfusion sous stress pharmacologique : adénosine
 - Cinétique segmentaire sous stress pharmacologique : **dobutamine**



Hôpital du Valais
Spital Wallis

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

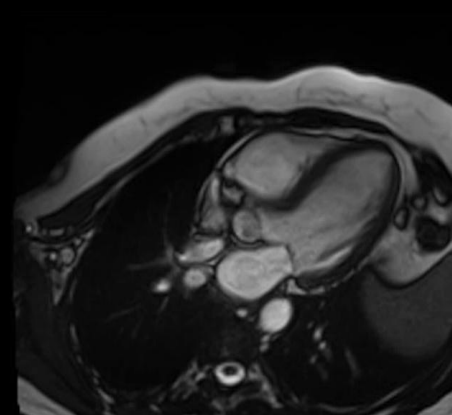
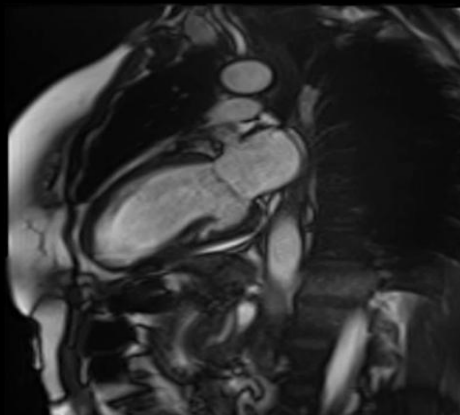
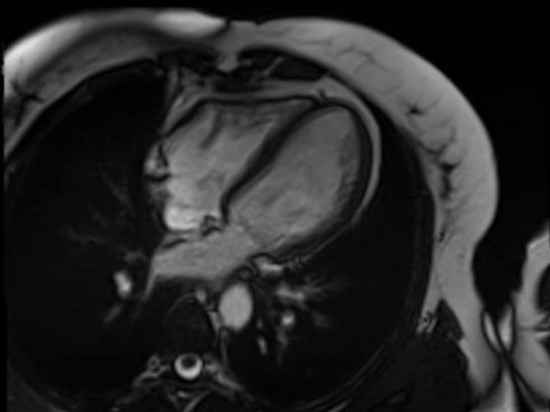




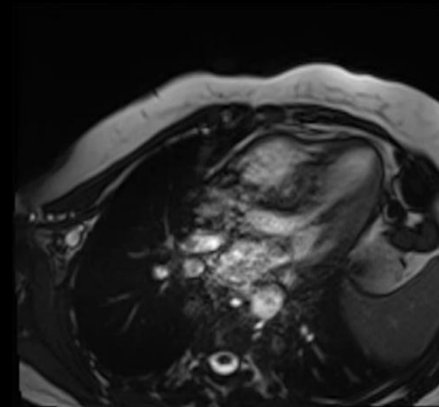
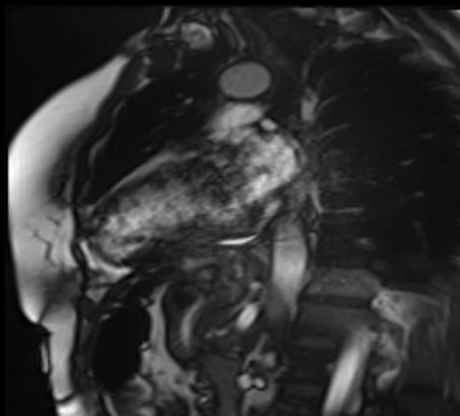
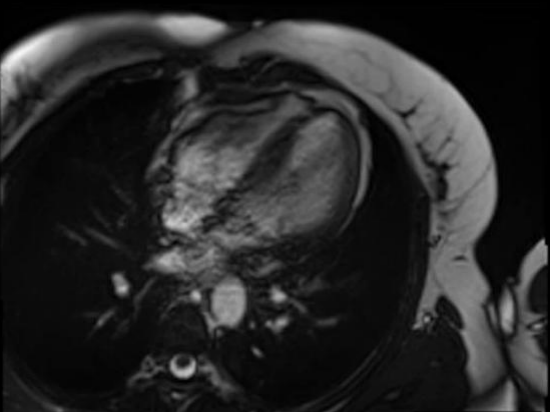
Hôpital du Valais
Spital Wallis

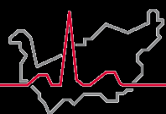
IRM de stress à la Dobutamine longs axes

10 ug/kg/min.
75 bpm



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

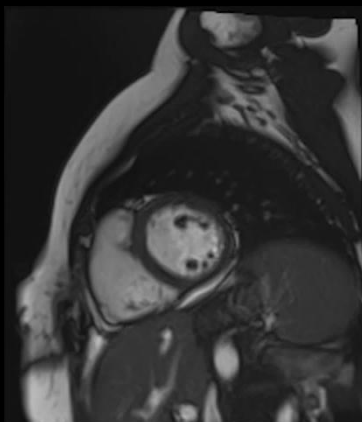




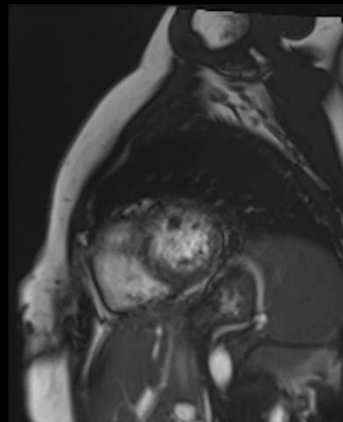
Hôpital du Valais
Spital Wallis

IRM de stress à la Dobutamine courts axes

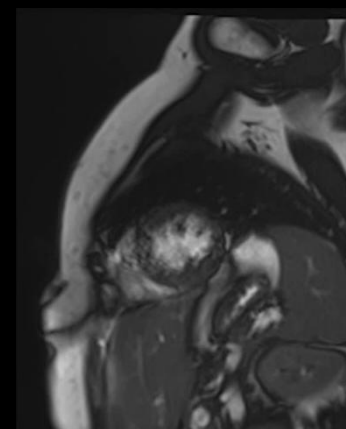
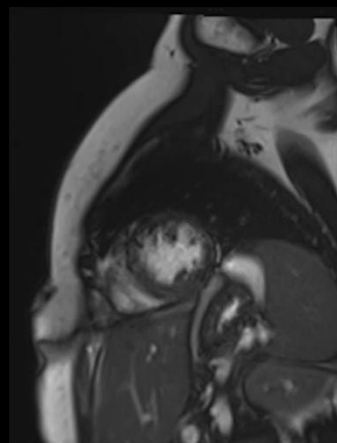
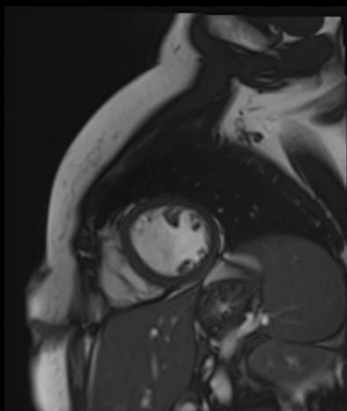
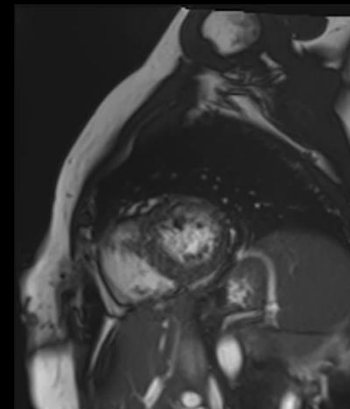
10 ug/kg/min.

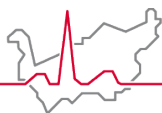


30 ug/kg/min.



40 ug/kg/min.
+ 0.25 atropine





Stress Dobutamine : **IRM** vs écho

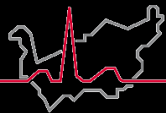
TABLE 5. Results of Dobutamine Stress Echocardiography and Dobutamine Stress Magnetic Resonance Compared With Angiography

	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



Hôpital du Valais
Spital Wallis

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
 - Péricardite ou endocardite aiguë

Contre-indications principales à l'IRM de stress

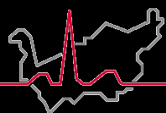
- **Contre-indication au B-bloquant (après dobutamine !)**
 - Asthme sévère
- **Contre-indications à l'atropine**
 - Glaucome à angle étroit
 - Myasthenia gravis
 - Hyperplasie de la prostate
 - Troubles digestifs obstructifs



Hôpital du Valais
Spital Wallis

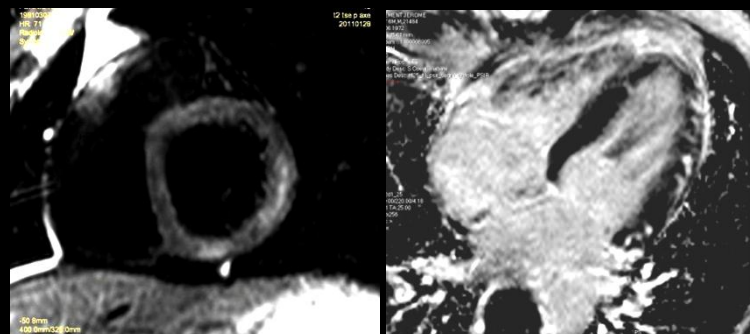
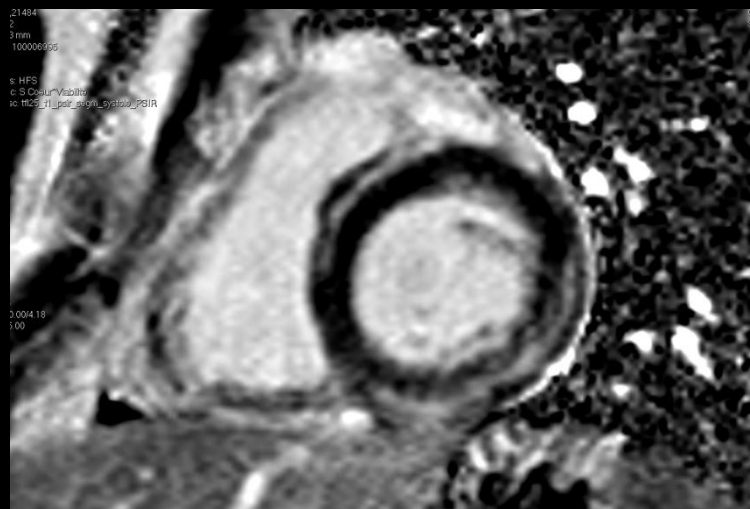
Morceau choisi

Myocardite et Cardiomyopathies



Myocardite

Hôpital du Valais
Spital Wallis

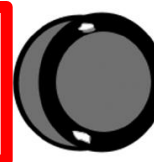


Nonischemic

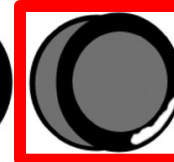
A. Mid-wall HE



- Idiopathic Dilated Cardiomyopathy
- Myocarditis

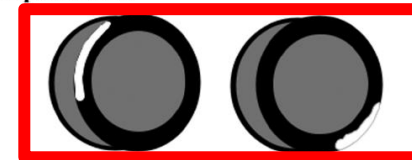


- Hypertrophic Cardiomyopathy
- Right ventricular pressure overload (e.g. congenital heart disease, pulmonary HTN)

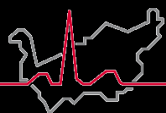


- Sarcoidosis
- Myocarditis
- Anderson-Fabry
- Chagas Disease

B. Epicardial HE

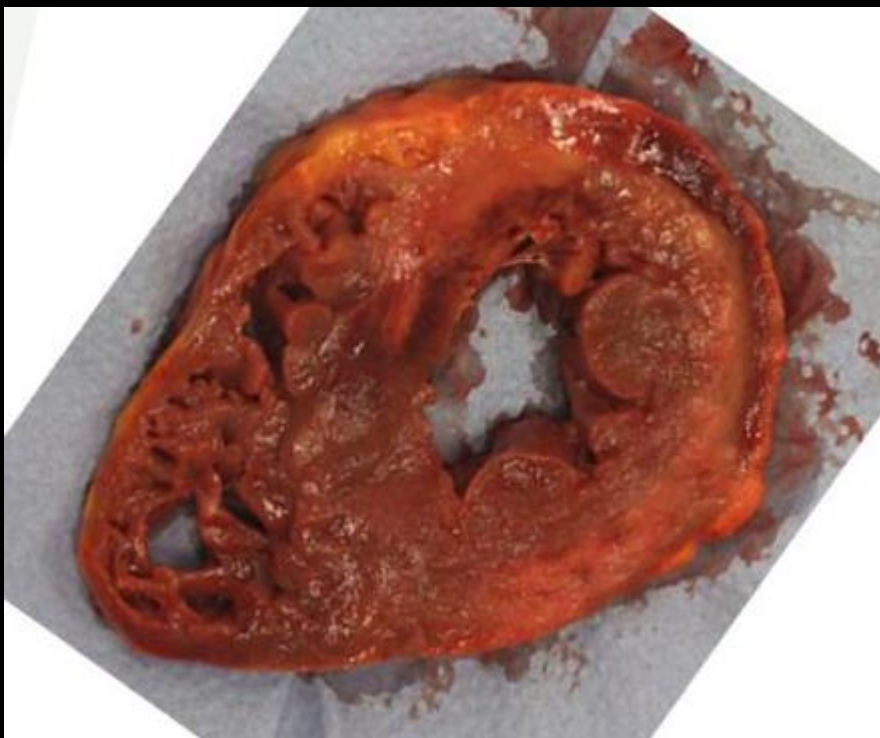


- Sarcoidosis, Myocarditis, Anderson-Fabry, Chagas Disease

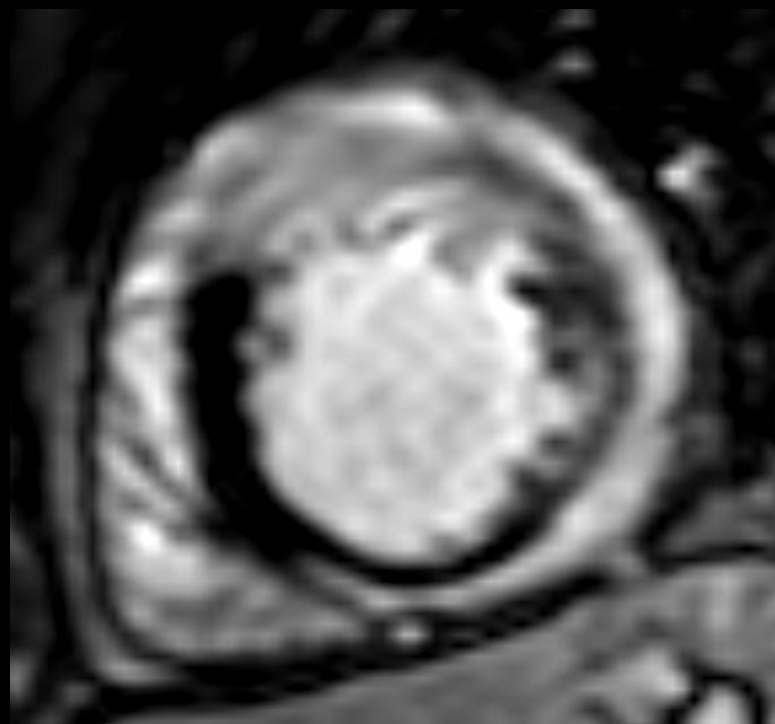


Hôpital du Valais
Spital Wallis

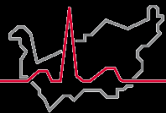
Myocardite: nécrose et RT



Pièce d'autopsie



IRM la veille du décès par mort subite

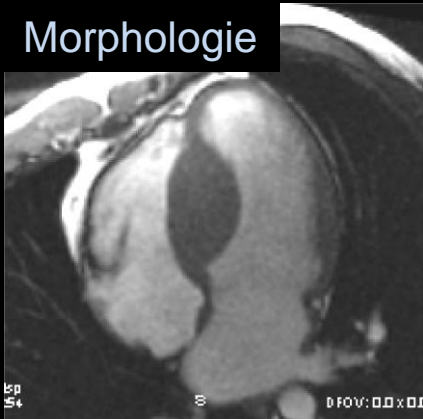


Hôpital du Valais
Spital Wallis

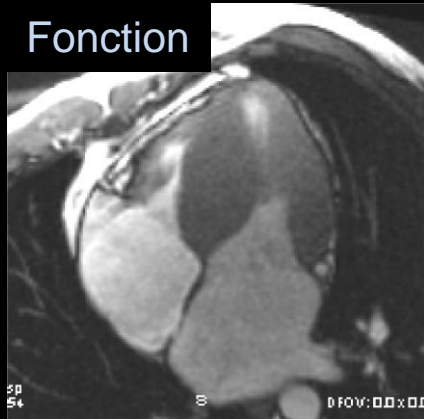
Cardiomyopathie hypertrophique

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

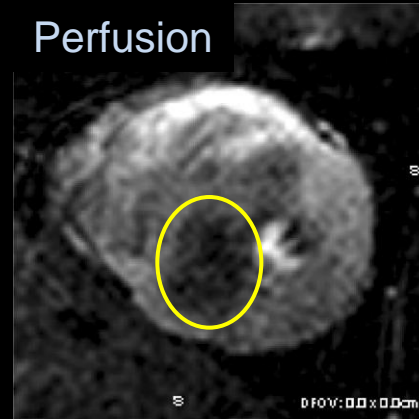
Morphologie



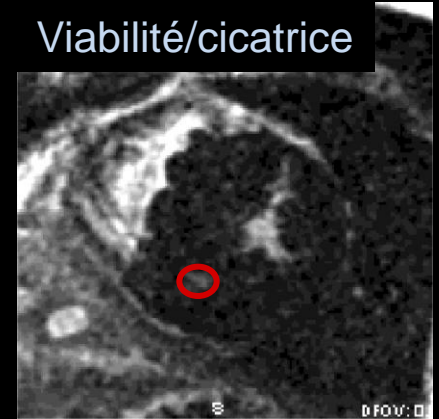
Fonction



Perfusion



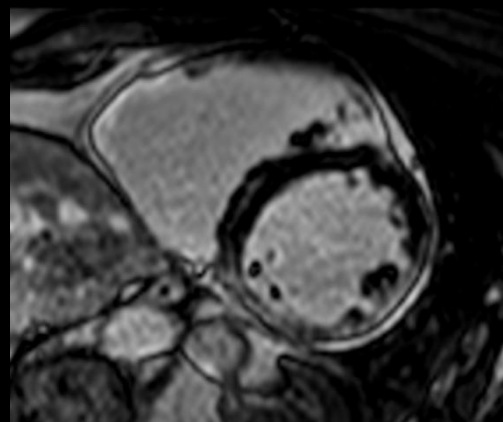
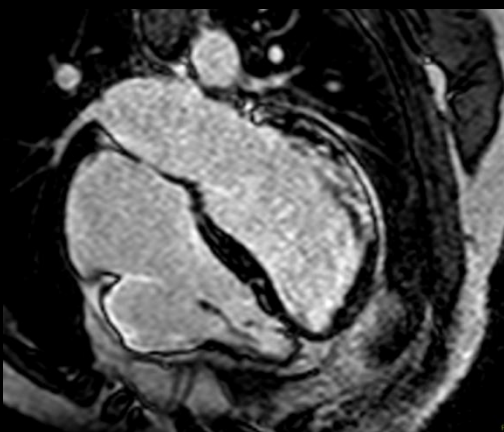
Viabilité/cicatrice

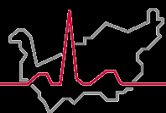




Hôpital du Valais
Spital Wallis

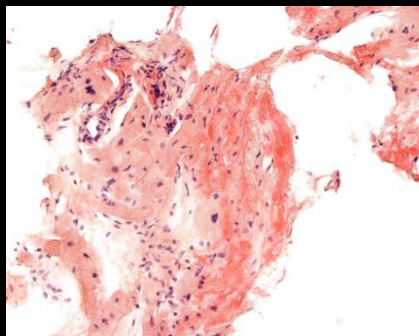
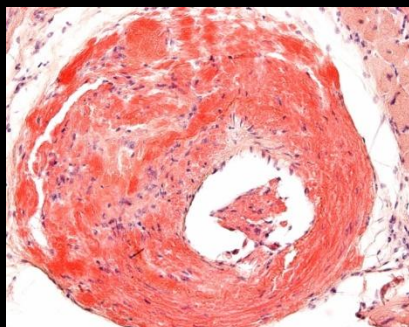
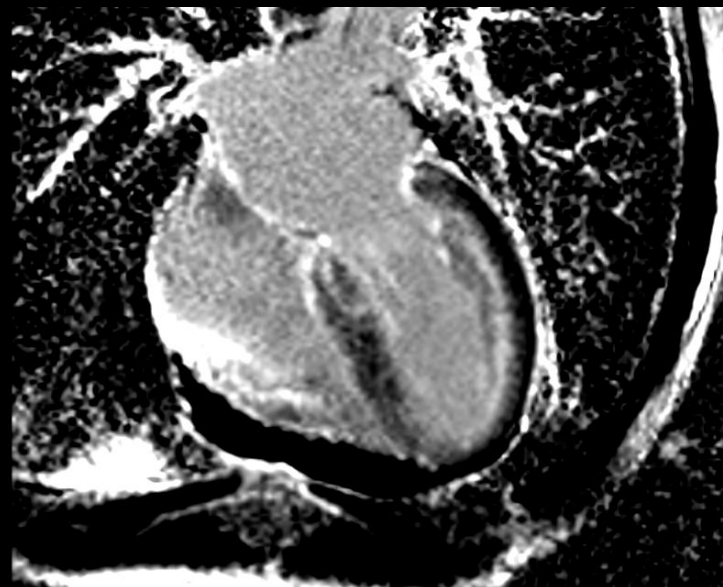
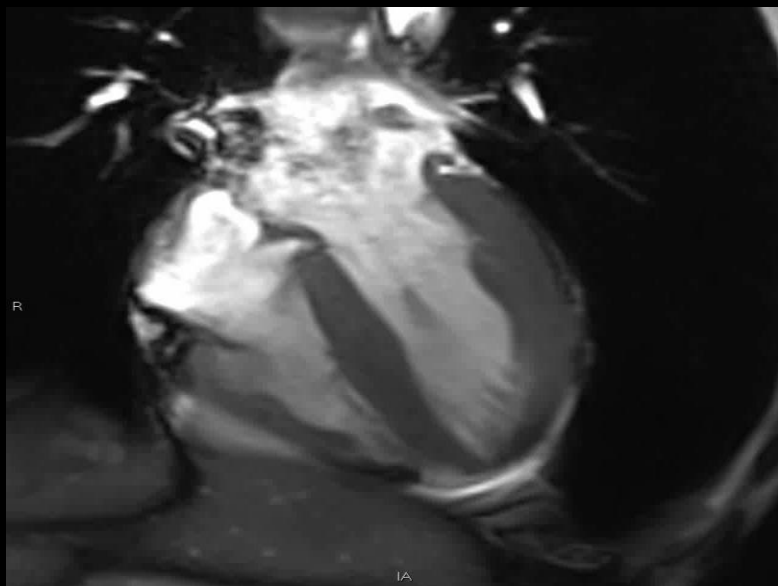
Dysplasie arythmogène du VD





Amyloïdose

Hôpital du Valais
Spital Wallis



C. Global Endocardial HE



• Amyloidosis, Systemic Sclerosis, Post cardiac transplantation

Sensibilité (LGE) = 80%

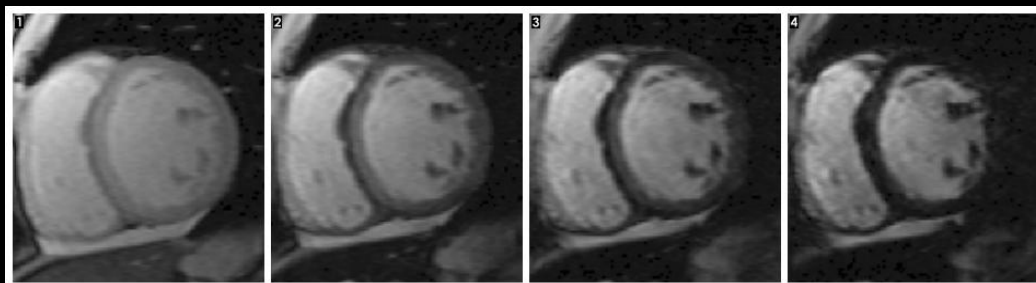
Spécificité (LGE) = 94%

H. Vogelsberg et al, JACC, 2008

Hémochromatose: suivi des patients thalassémiques

Charge myocardique en Fer	T2* myocardique
Normal	> 20 ms
Mild	14 – 20 ms
Moderate	10 – 14 ms
Severe	> 10 ms

$T_2^* = 9.72 \text{ ms}$

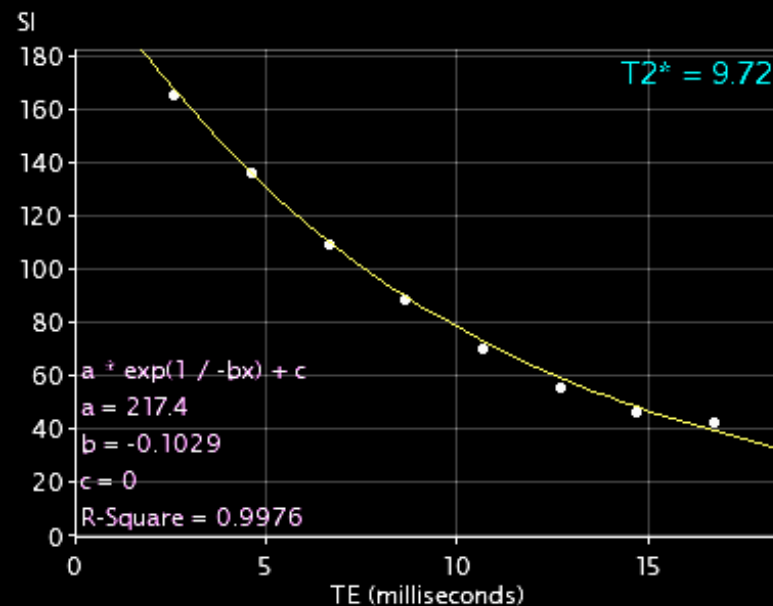
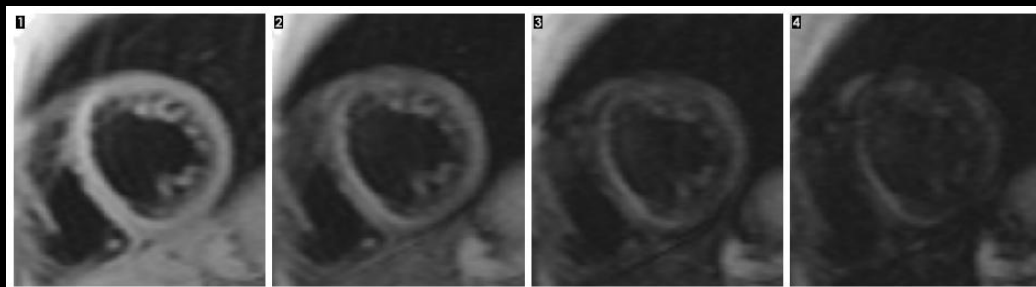


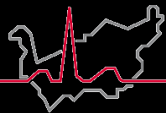
TE = 2.60

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)