



Post-infarctus et viabilité – l'IRM

Ph Douek

Hôpital Cardiologique L.Pradel

DIU mai 2019

Deux situations cliniques :

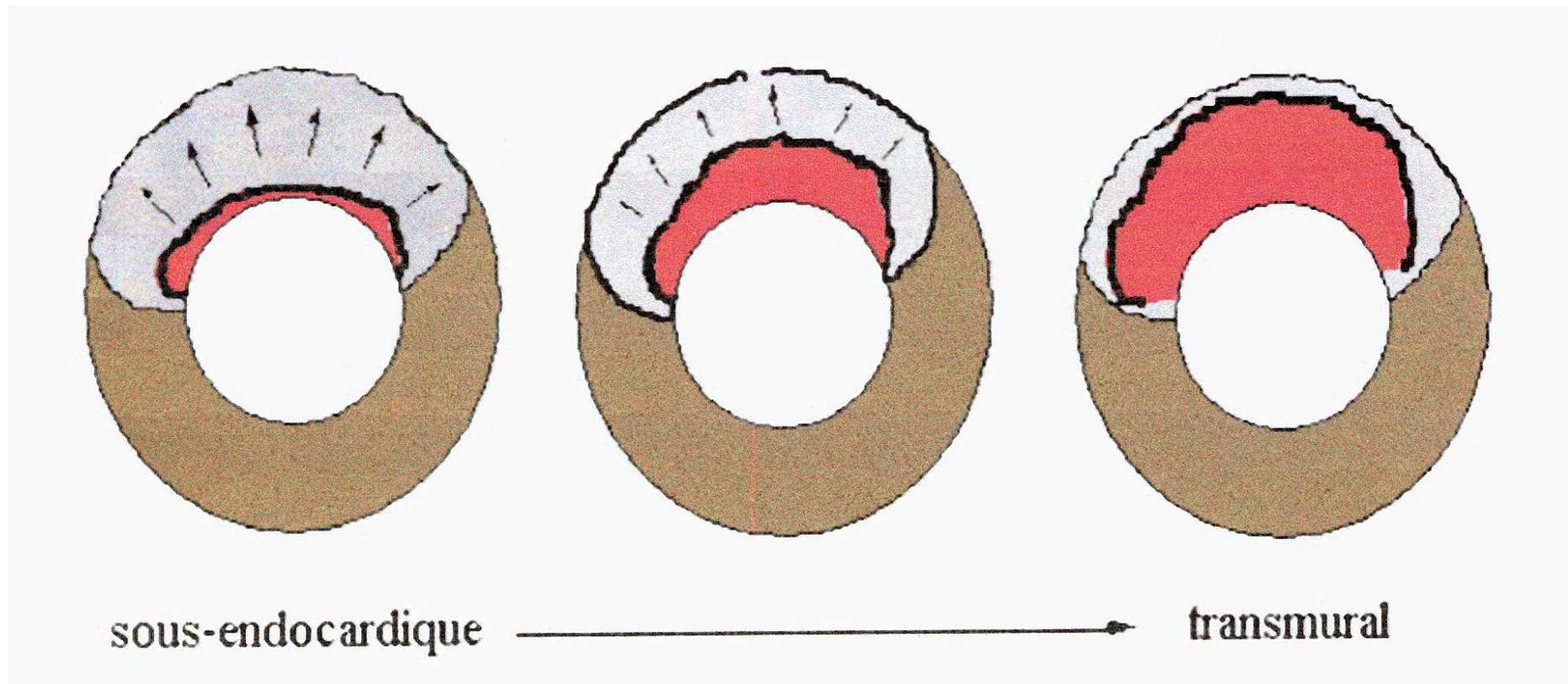
- le diagnostic à la phase aigue
- l'évaluation de la capacité de récupération fonctionnelle ou viabilité

La phase aiguë

- Taille de l'infarctus
- Le « no reflow »
- La zone à risque
- La contribution diagnostique de l'IRM

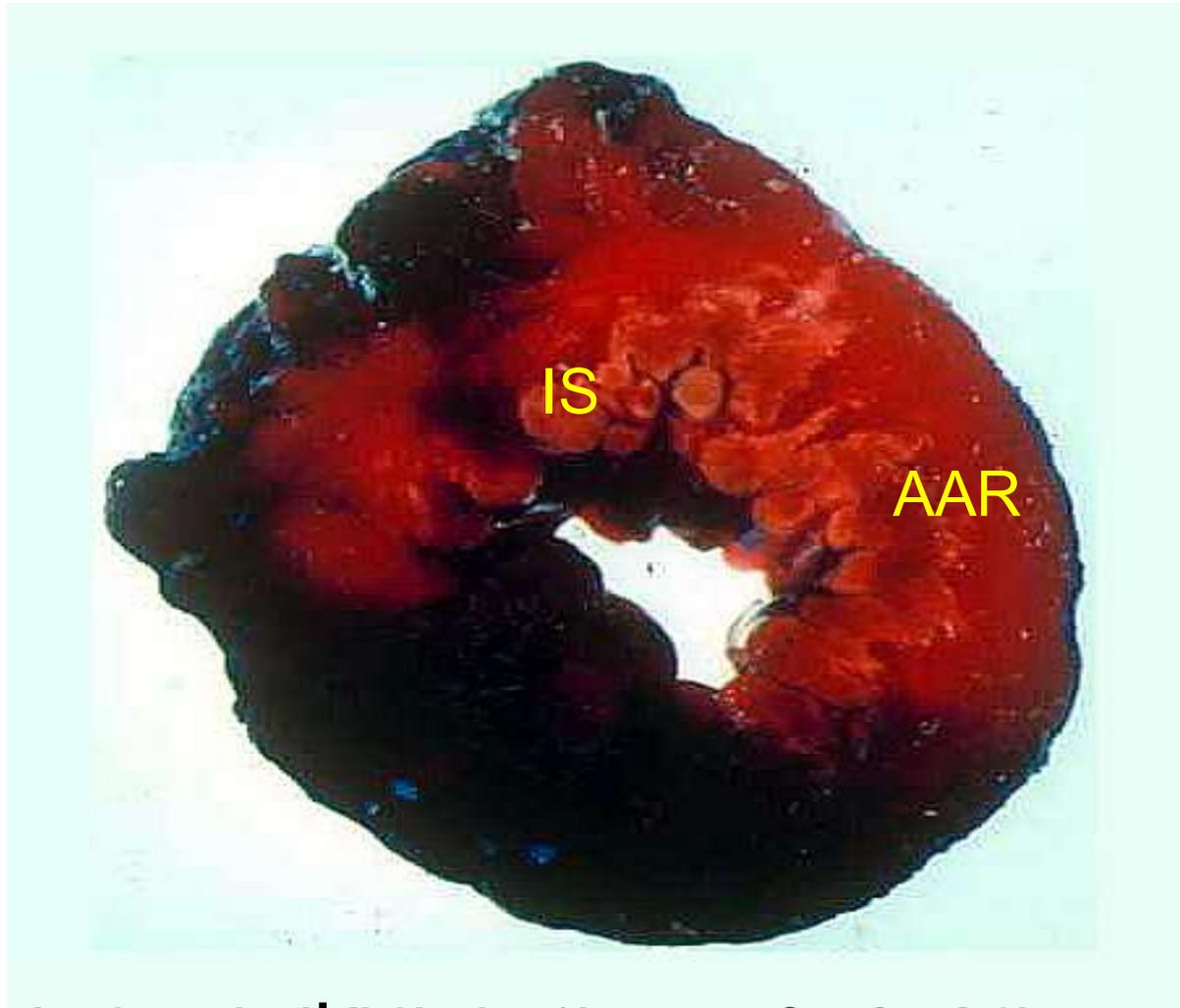
NÉCROSE MYOCARDIQUE - IRM

EVOLUTION DES LESIONS ISCHEMIQUES



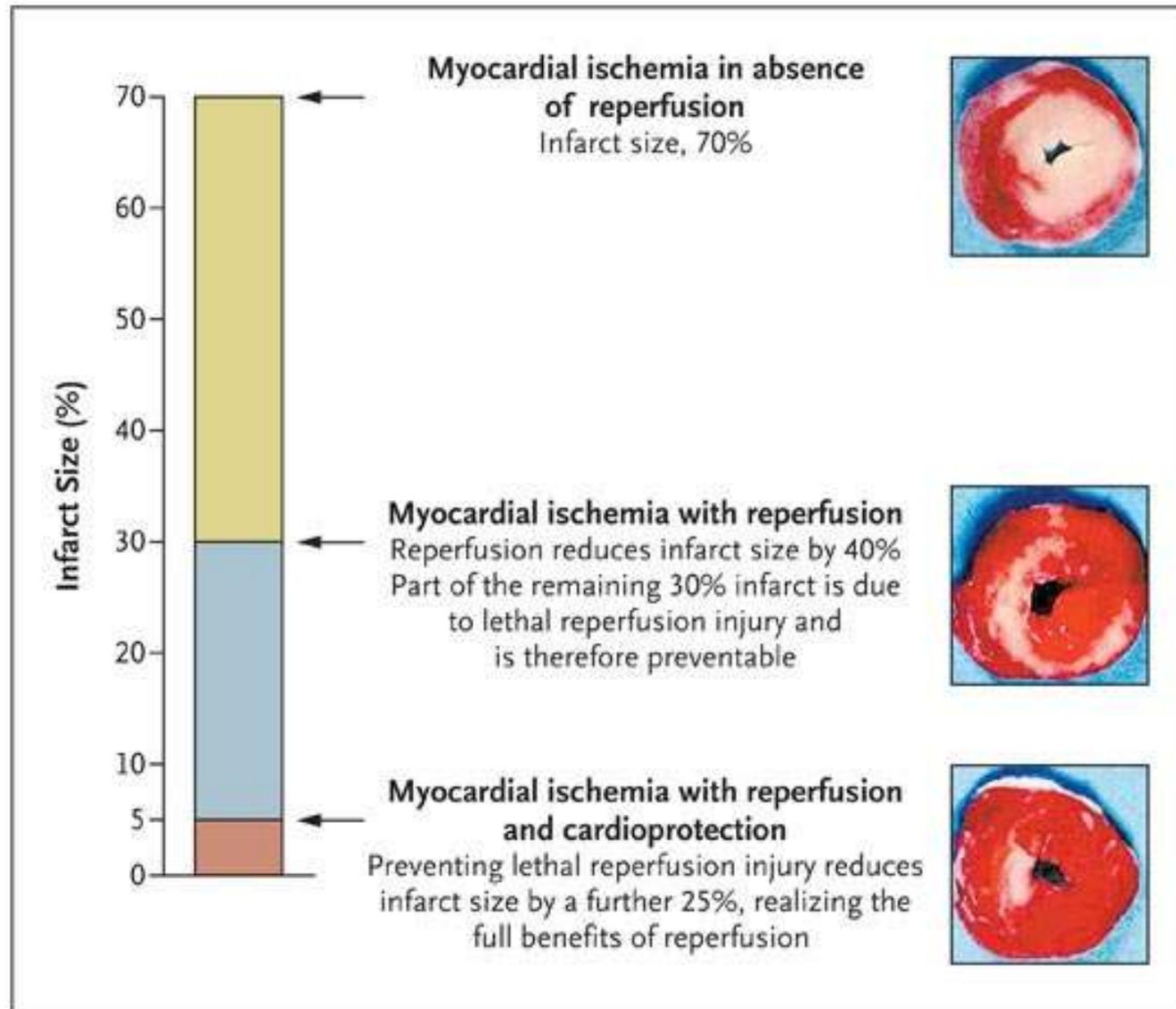
Developpement selon un front endo-épicardique: « Wavefront » Phen.

Infarctus expérimental reperfusé

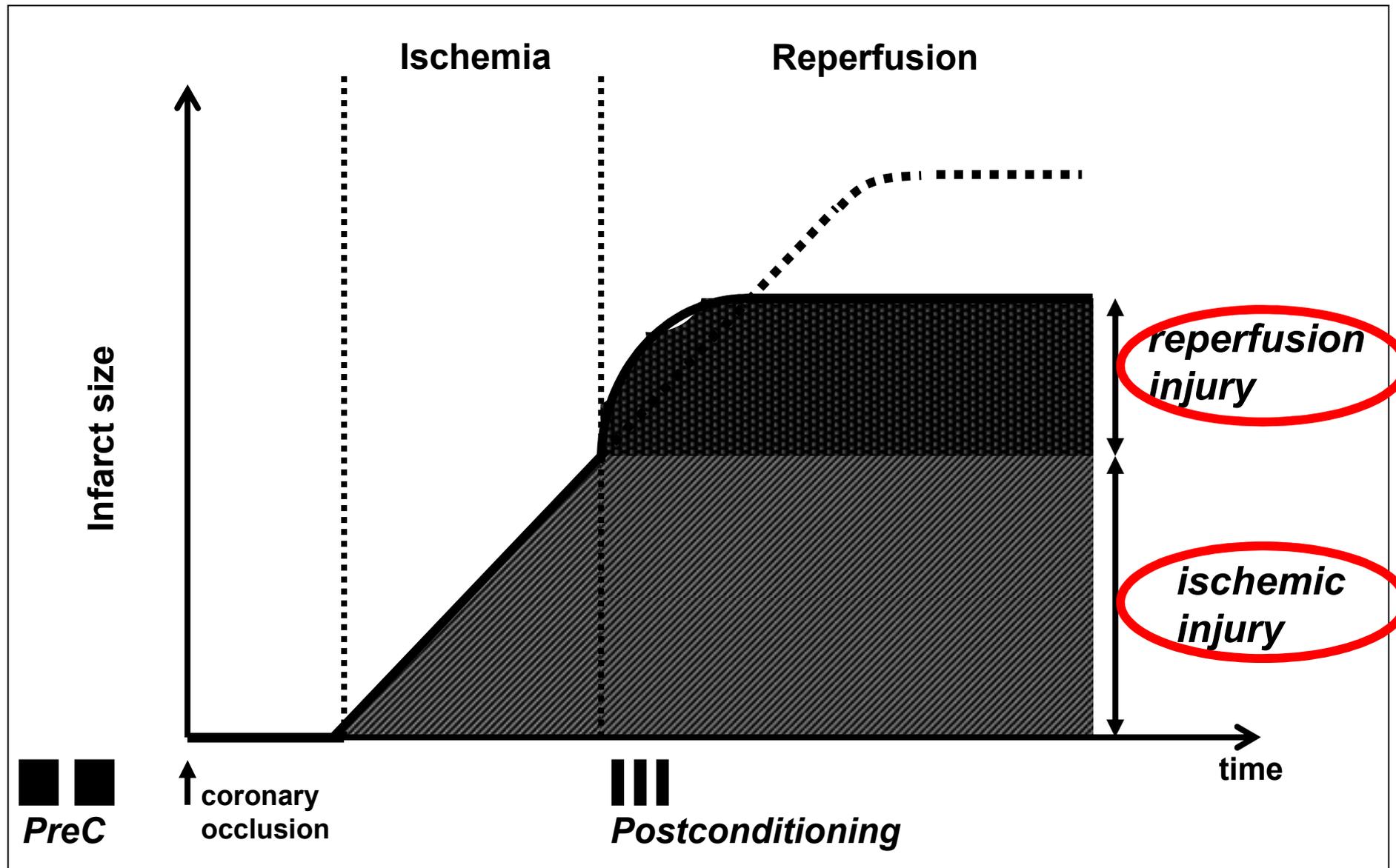


Occlusion de l'IVA de 1h reperfusée 24h

Myocardial Reperfusion Injury

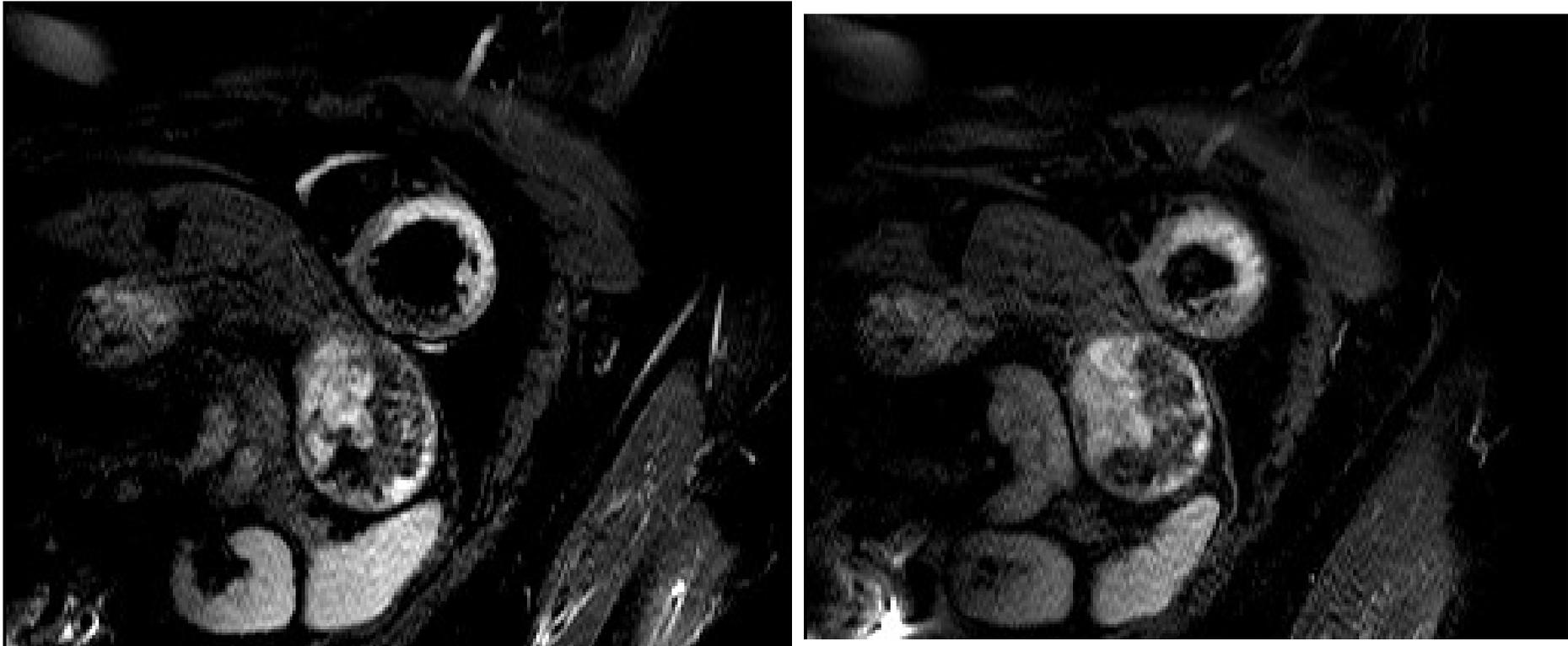


Infarctus: un phénomène à deux composantes



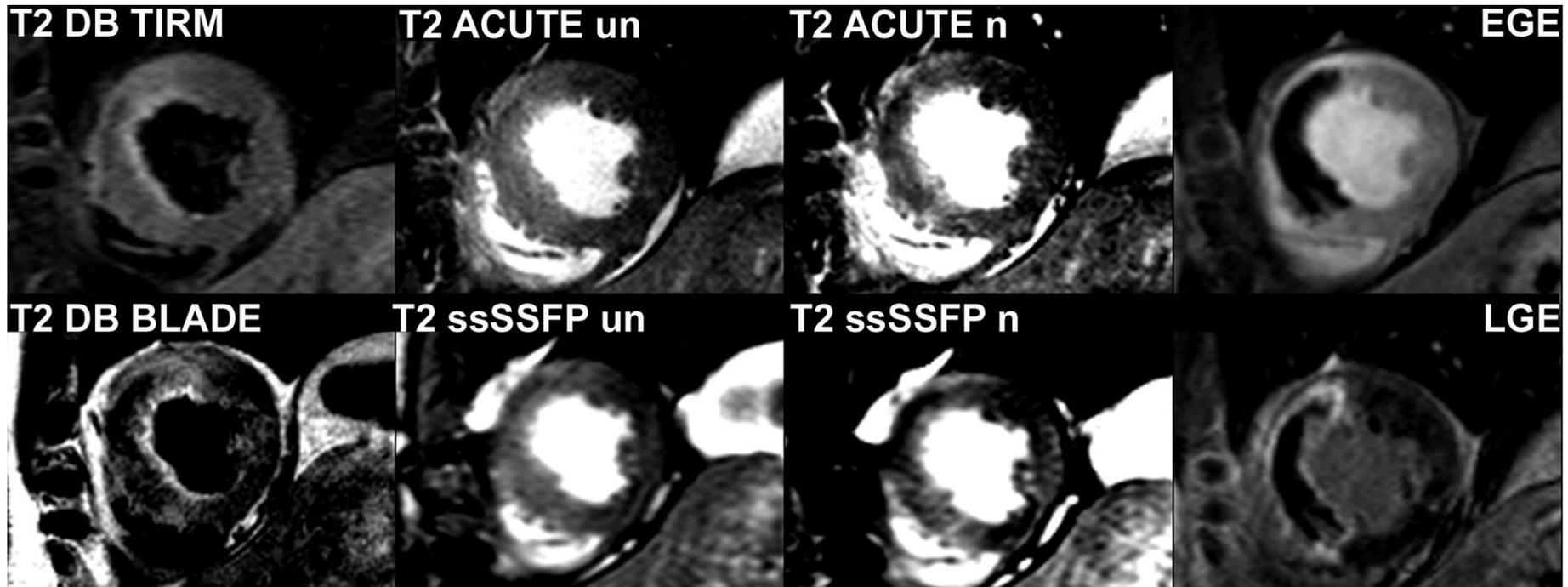
La Zone à Risque

œdème interstitiel / cellulaire = zone à risque ?



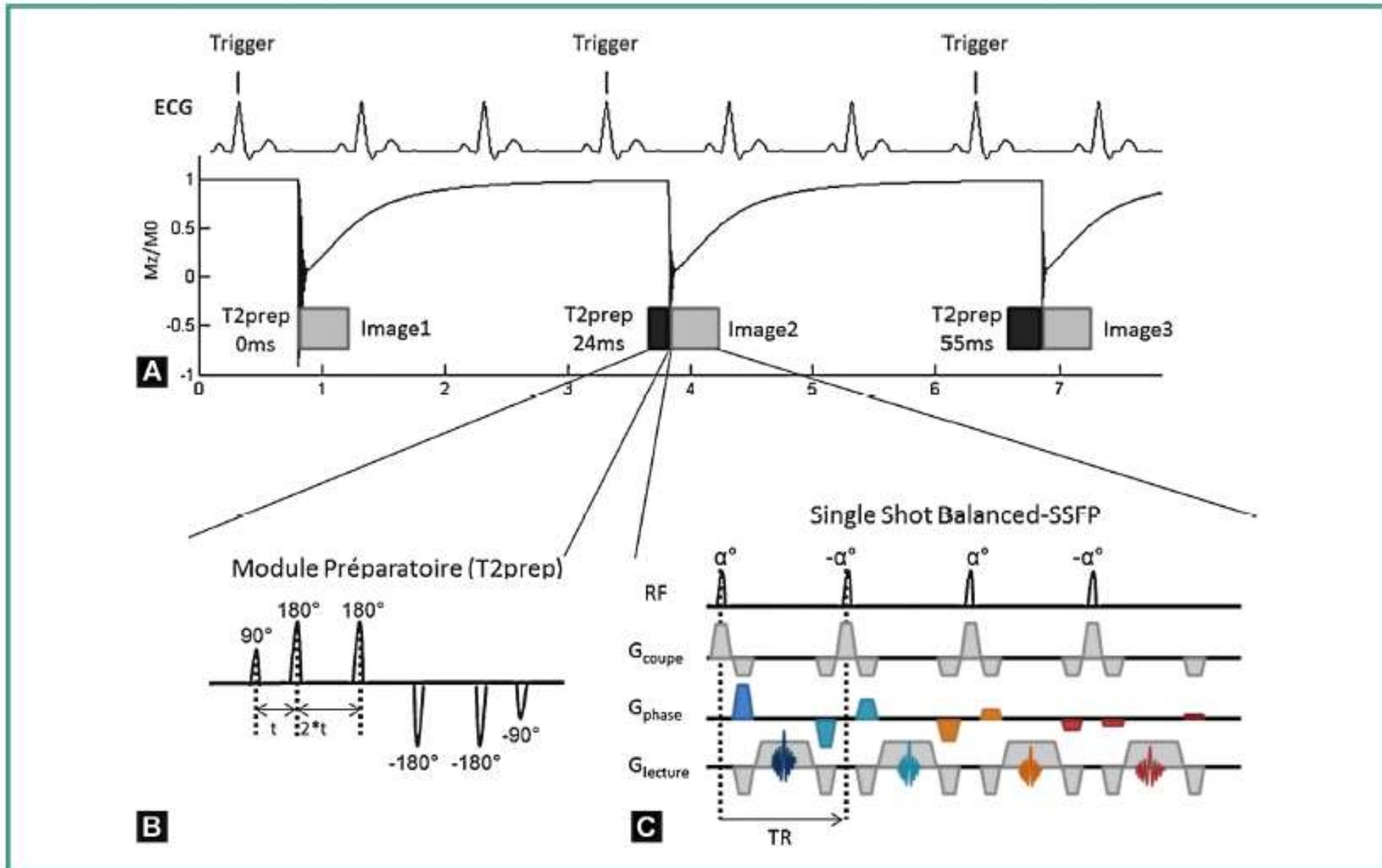
Reperfusion (TIMI 3) d'une occlusion (TIMI 0) d'une IVA

Mesure de la taille des lésions est dépendante de la séquence utilisée

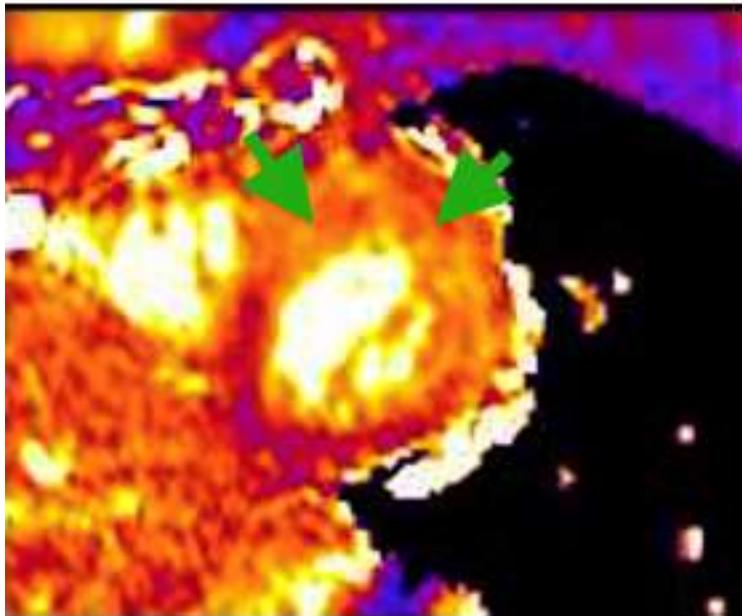


Viallon M., et al .Magn Reson Imaging. 2012 Feb;35(2):328-39.

L'œdème myocardique: imagerie du T2



L'imagerie du T2 : « T2 mapping »



Post désocclusion de l'IVA

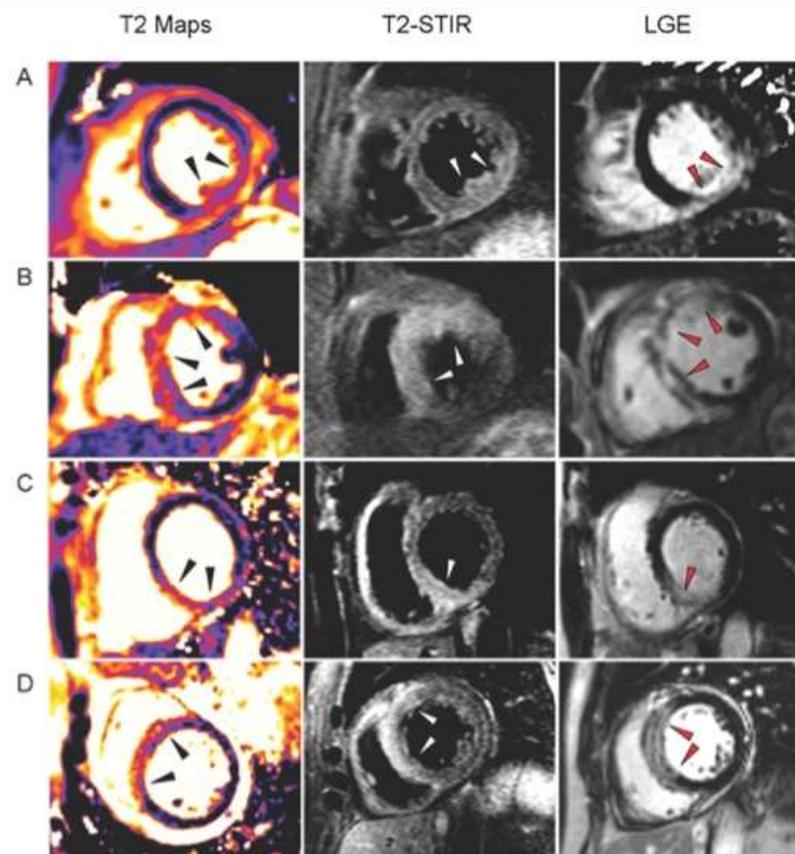
La question débattue ces dernières années

- L'imagerie de l'œdème myocardique

Le Myocarde à Risque?

NON: Croisille P. Radiology 2012;265:12-22

OUI : Araï A. Radiology 2012; 265:23-32



Verhaert D, et al. JACC 2011

Nuclear Magnetic Resonance Imaging of Acute Myocardial Infarction in Dogs: Alterations in Magnetic Relaxation Times

CHARLES B. HIGGINS, MD, ROBERT HERFKENS, MD, MARTIN J. LIPTON, MD,
RICHARD SIEVERS, BS, PHILIP SHELDON, BA, LEON KAUFMAN, PhD, and
LAWRENCE E. CROOKS, PhD

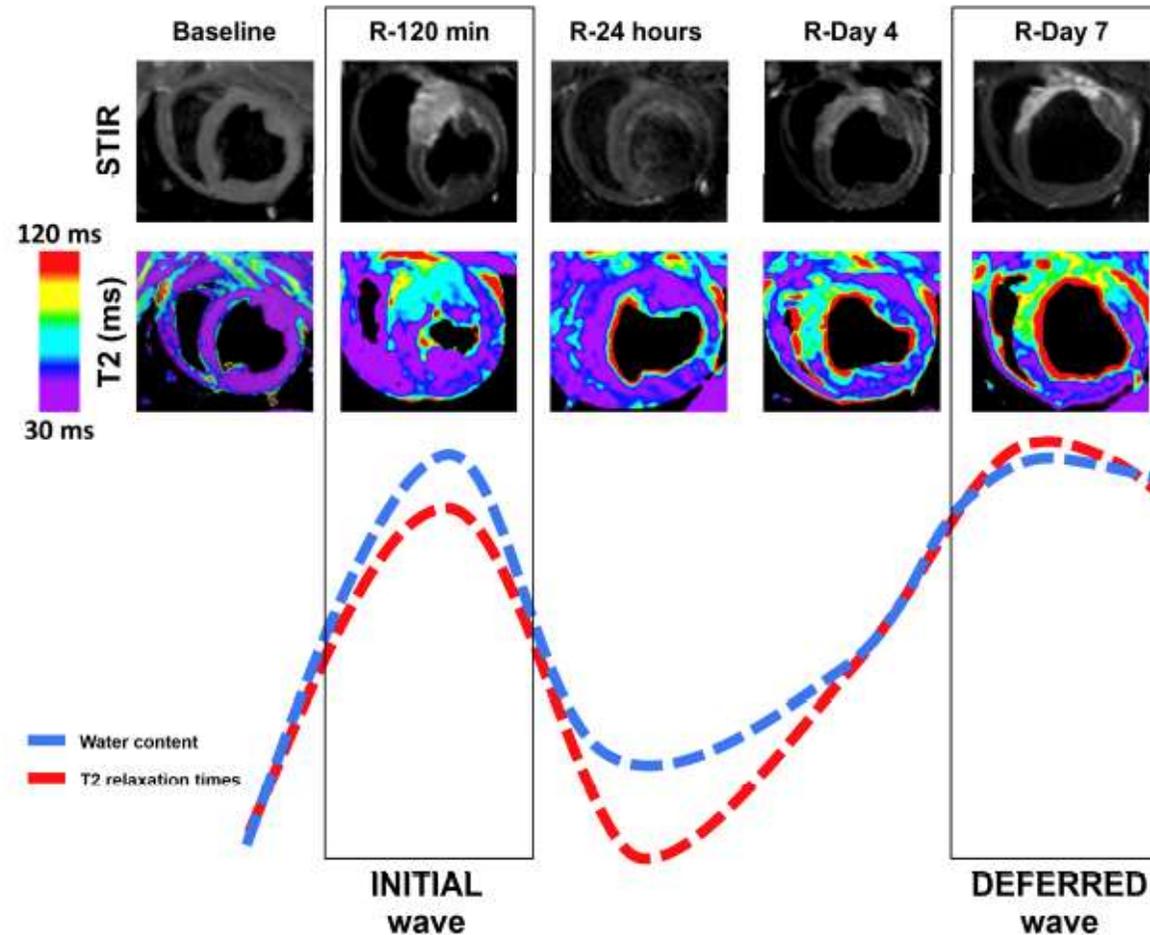
Dog	Infarcted Myocardium			Normal Myocardium		
	T1 (ms)	T2 (ms)	Water (%)	T1 (ms)	T2 (ms)	Water (%)
1	694	45.4	78.4	620	42.8	76.7
2	640	45.7	77.5	549	40.8	76.3
3	599	48.8	78.5	538	43.0	75.2
4	803	52.0	79.2	710	40.2	75.9
5	876	49.2	78.2	771	42.3	75.9
6	758	50.5	78.6	713	43.5	77.3
Mean	728.3	48.4	78.6	650.2	42.1	76.2
SD	94.8	2.4	0.7	87.4	1.2	0.6

SD = standard deviation.

The American Journal of Cardiology: July 1983

La réaction oedemateuse pourrait être bimodale

Edematous Reaction after Ischemia/Reperfusion follows a Bimodal Pattern

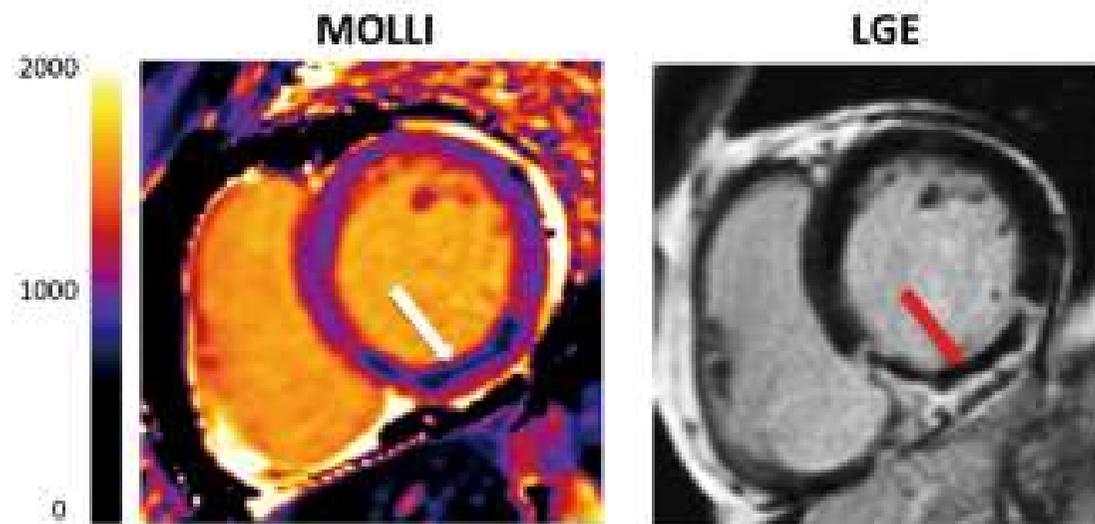




Myocardial T1 Mapping

– Hope or Hype? –

Heerajnarain Bulluck, MD; Viviana Maestrini, MD; Stefania Rosmini, MD;
Amna Abdel-Gadir, MD; Thomas A Treibel, MD; Silvia Castelletti, MD;
Chiara Bucciarelli-Ducci, PhD; Charlotte Manisty, PhD; James C. Moon, MD



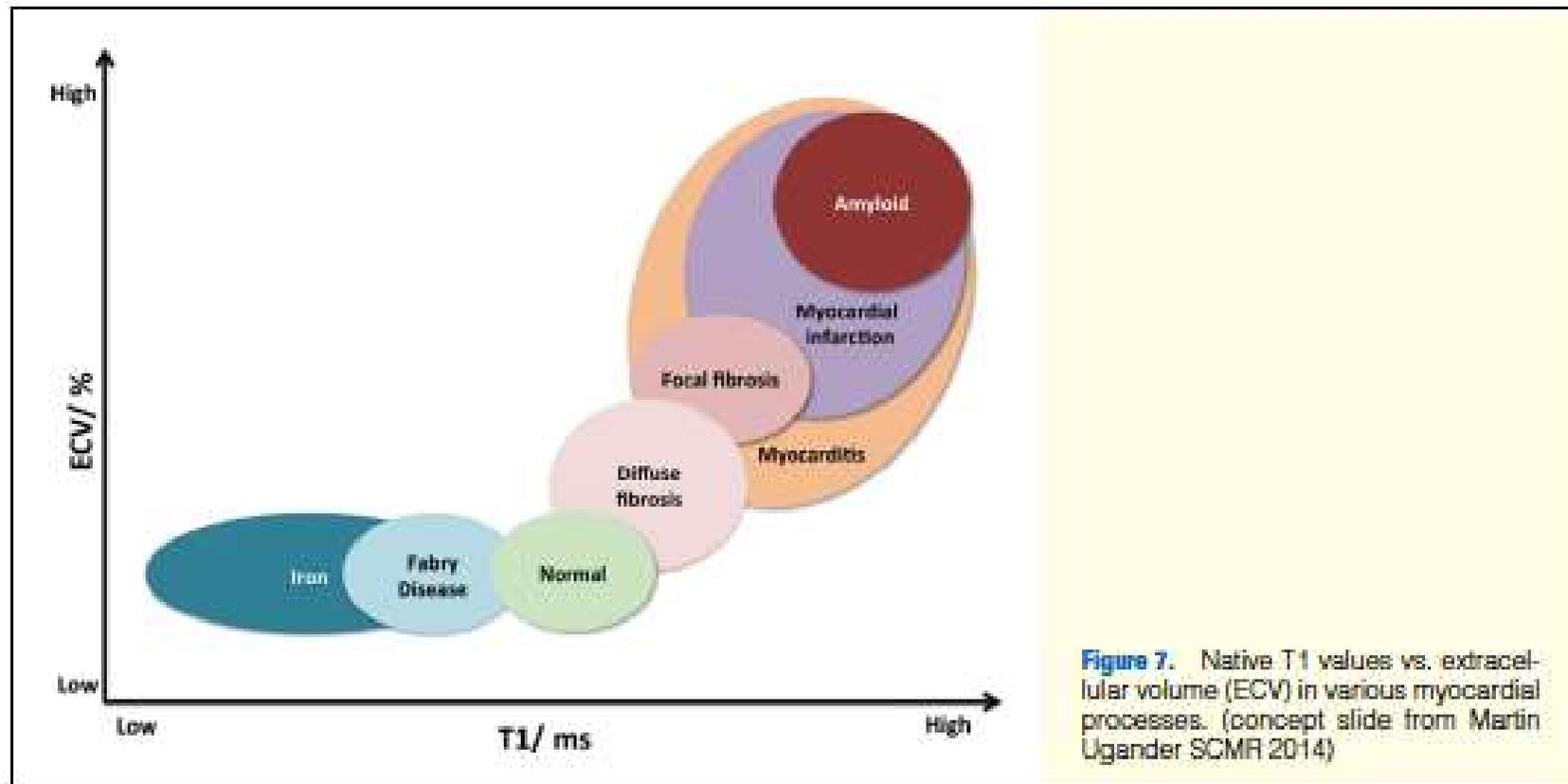
ESPOIR ou « BUZZ » ?



Myocardial T1 Mapping

– Hope or Hype? –

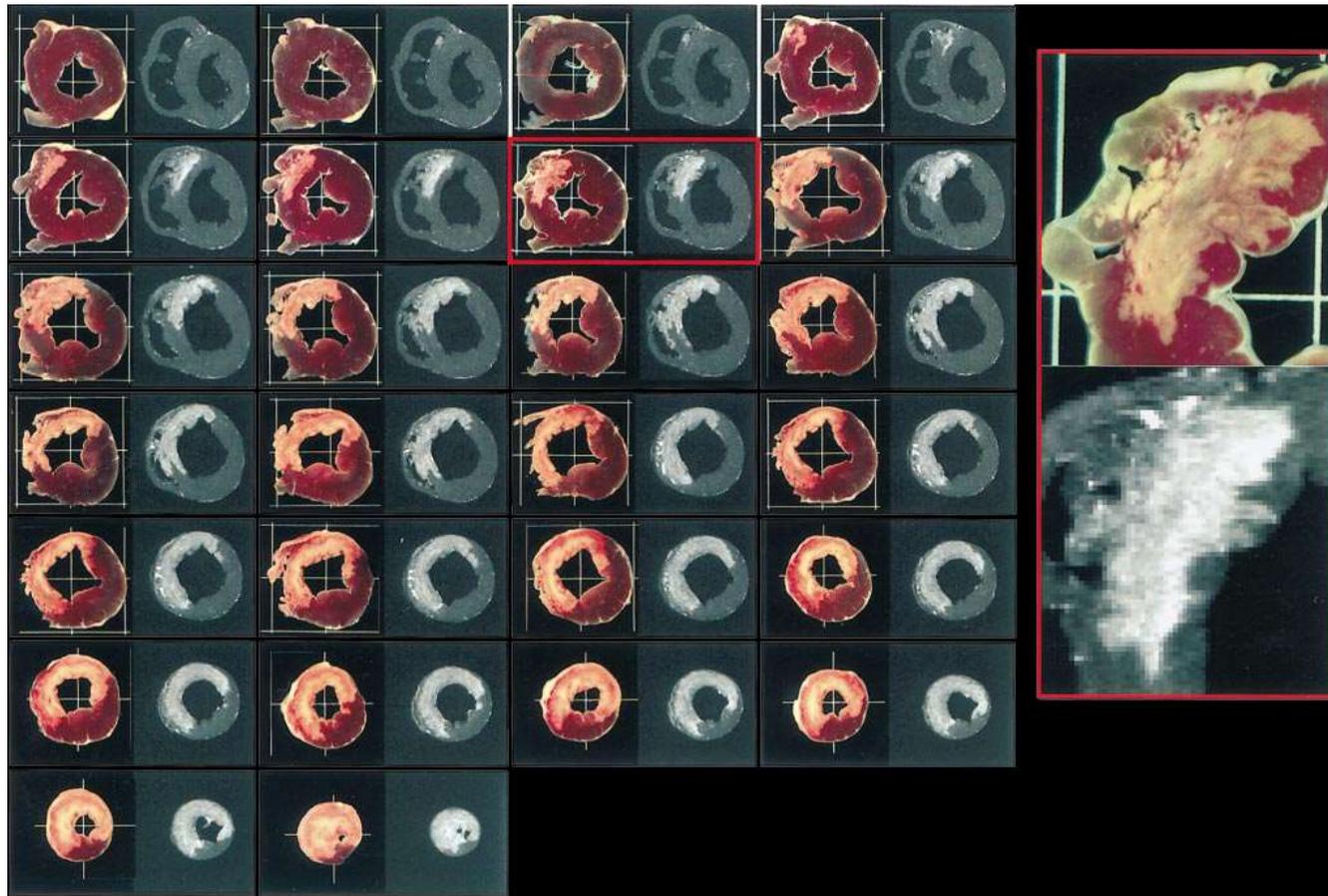
Heerajnarain Bulluck, MD; Viviana Maestrini, MD; Stefania Rosmini, MD;
Amna Abdel-Gadir, MD; Thomas A Treibel, MD; Silvia Castelletti, MD;
Chiara Bucciarelli-Ducci, PhD; Charlotte Manisty, PhD; James C. Moon, MD



La taille de l'INFACTUS

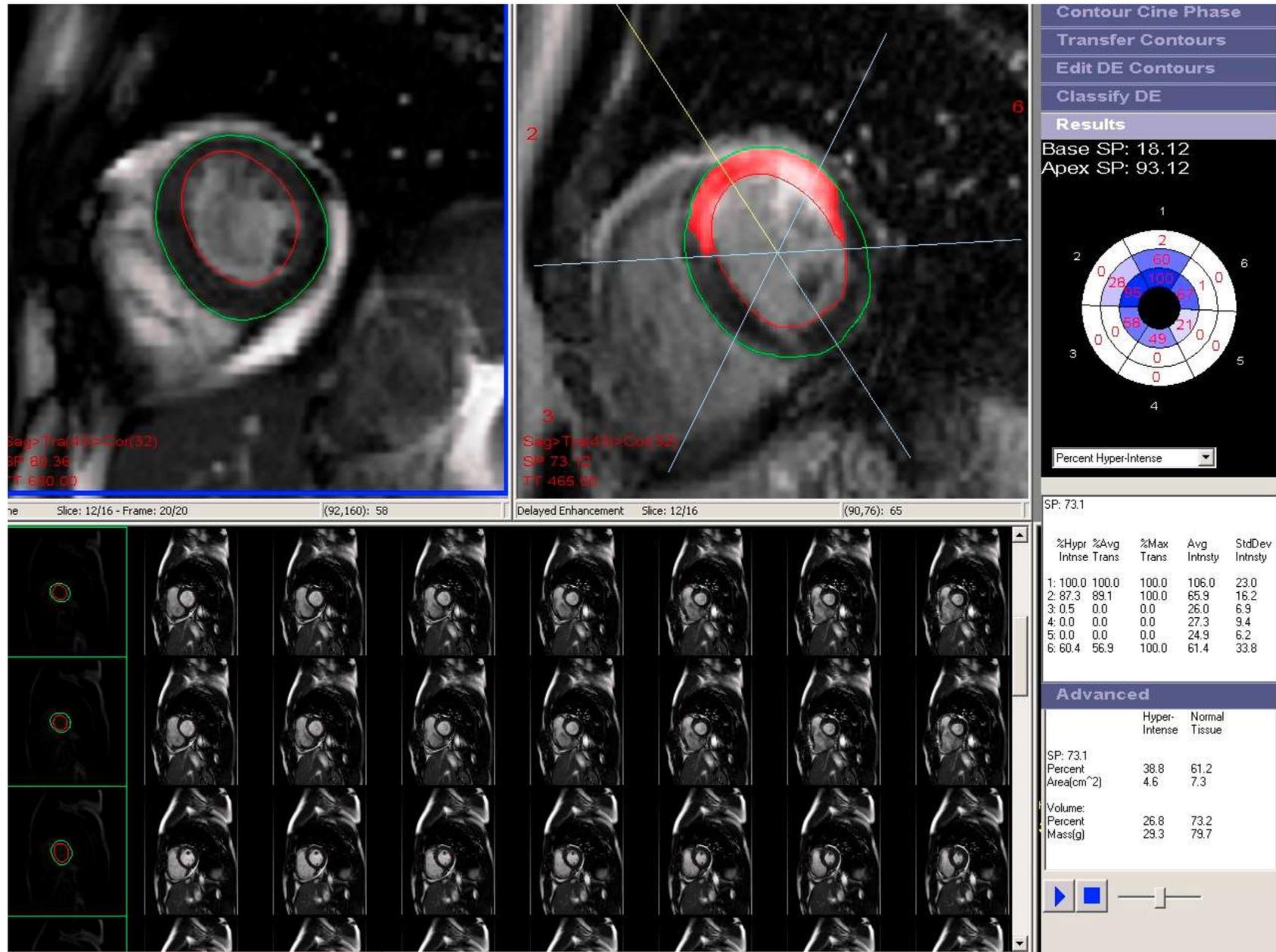
La mesure de la taille de l'infarctus: paramètre pronostique+++

DE-CMR vs coloration au TTC

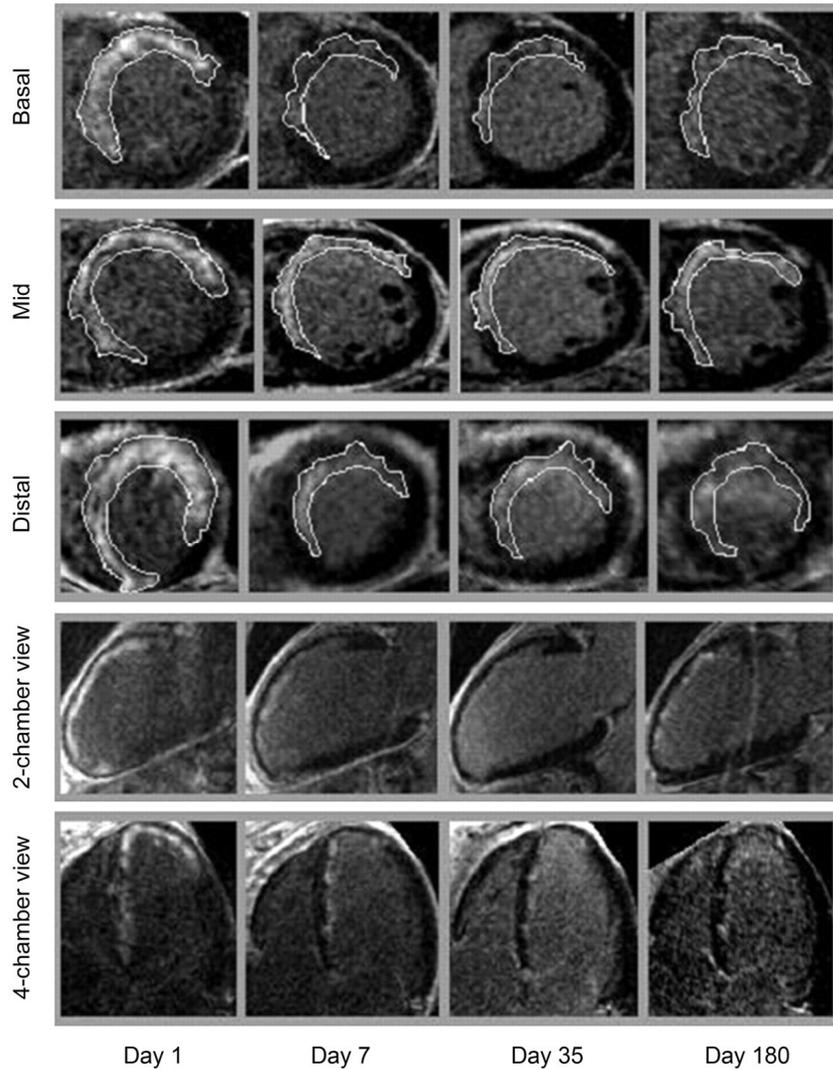


(Kim Circulation, 1999; 100:1992-02)

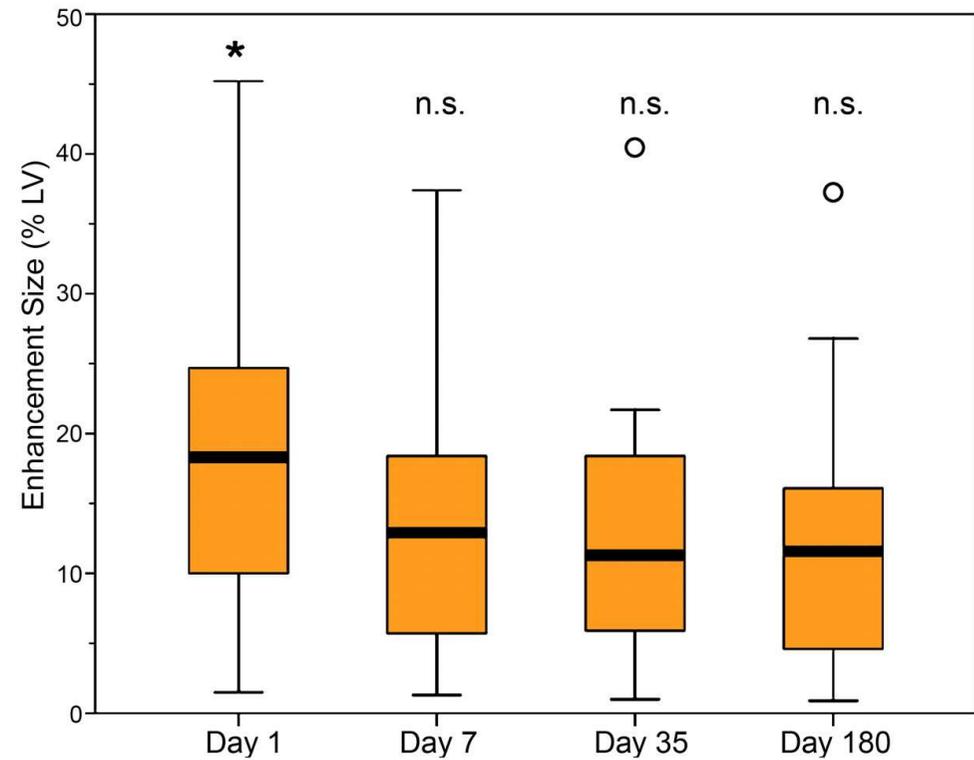
Taille de l'infarctus: planimétrie Quantification



The optimal timing for the measurement



Box and whisker plot of serial measurements of enhancement size as a percentage of total LV myocardial volume (% LV)



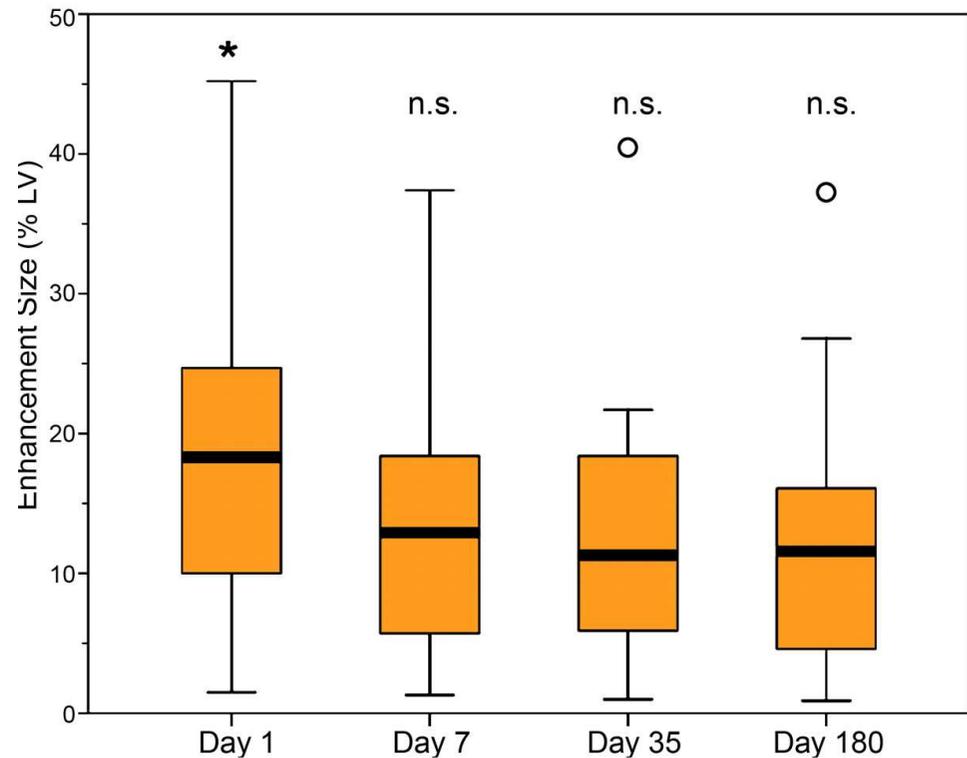
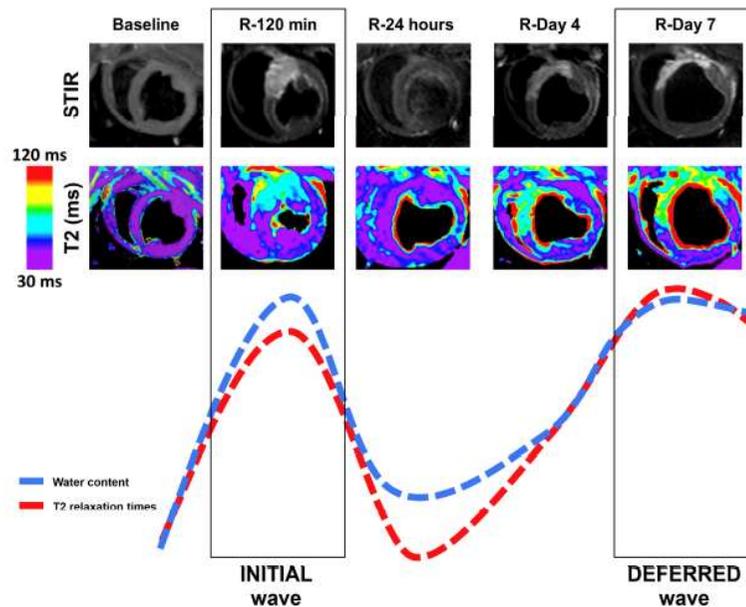
Ibrahim T et al. Radiology 2010;254:88-97

Radiology

The optimal timing for the measurement

Box and whisker plot of serial measurements of enhancement size as a percentage of total LV myocardial volume (% LV)

Edematous Reaction after Ischemia/Reperfusion follows a Bimodal Pattern

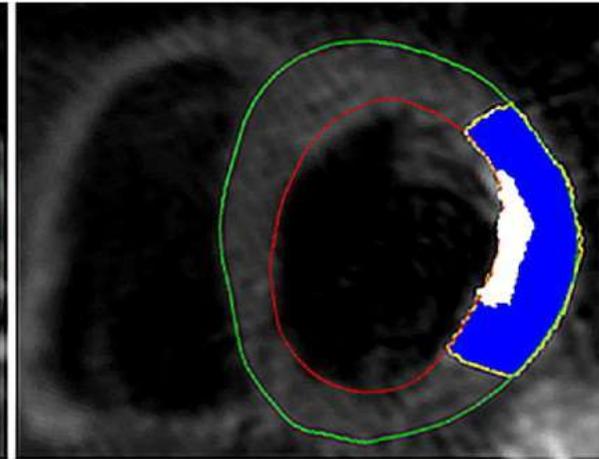
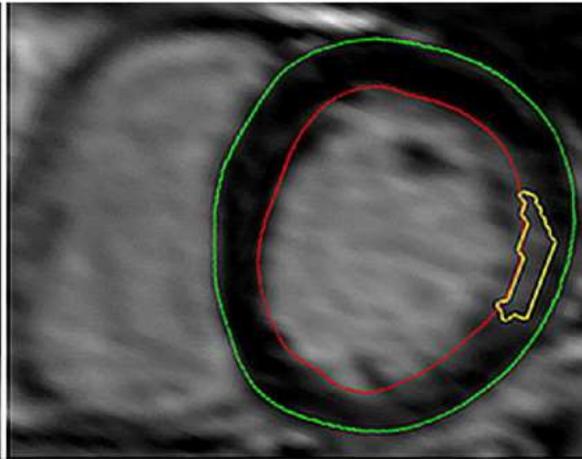
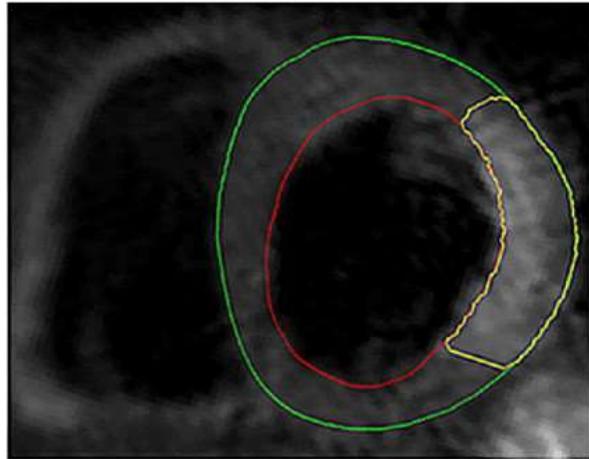


Fernandez-Jimenez R. et al. JACC 2015;65(4):315-23

Myocardial Salvage by CMR

Zone à Risque

Taille de l' Infarctus



CMR T2-STIR

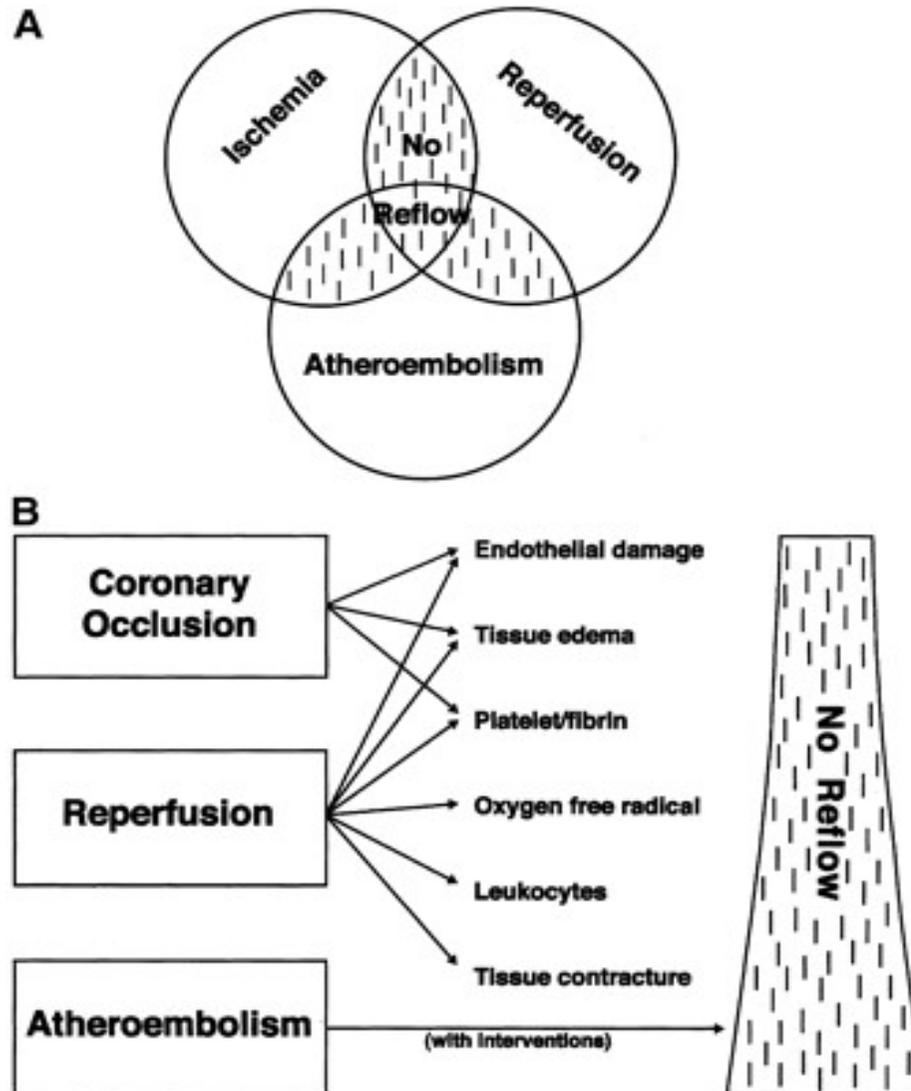
DE-CMR

Salvaged myocardium

La différence entre les deux territoires est le myocarde avec une capacité de récupération fonctionnelle théorique c.a.d « VIABLE »

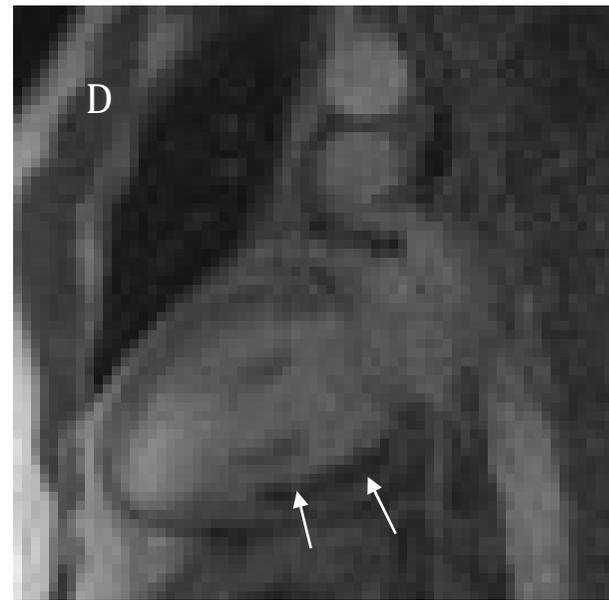
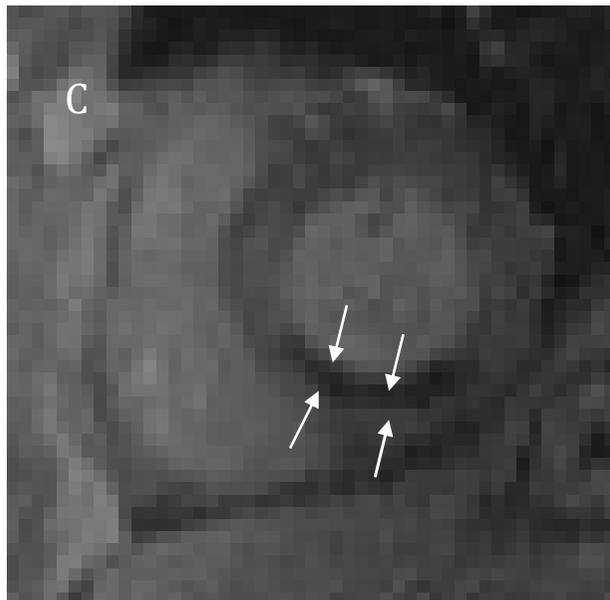
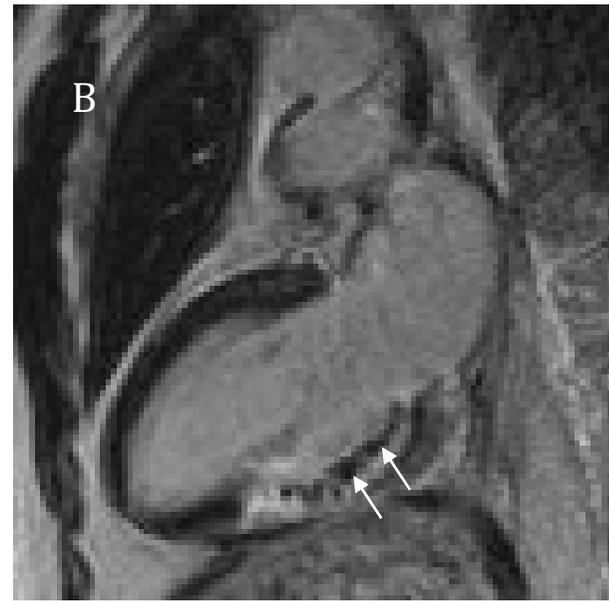
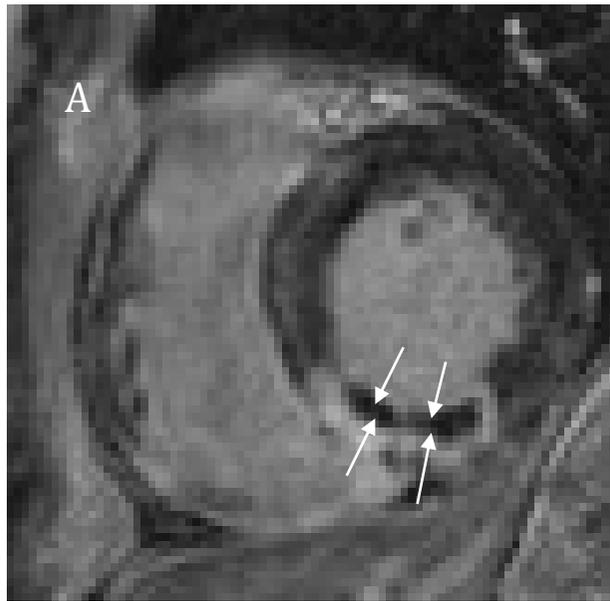
Carlsson, M. et al. J Am Coll Cardiol Img 2009;2:569-576

La micro-obstruction vasculaire



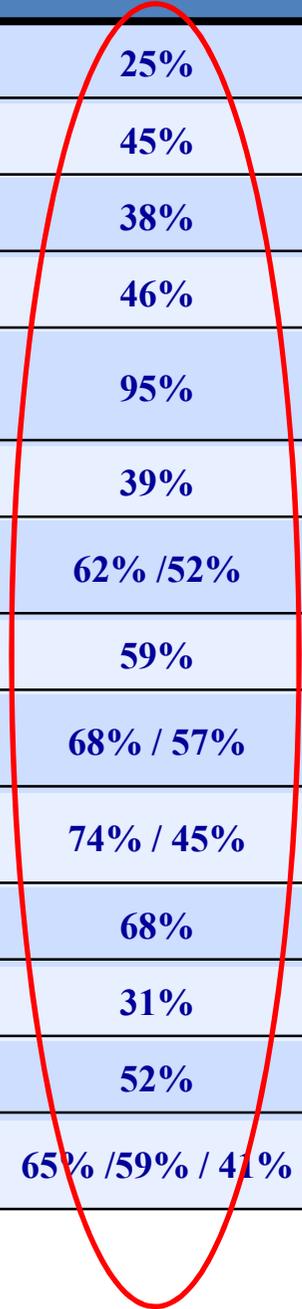
Rezkalla SH. Kloner RA *Circulation* 2002;105:656-662

Imagerie du premier passage et/ou du réhaussement tardif

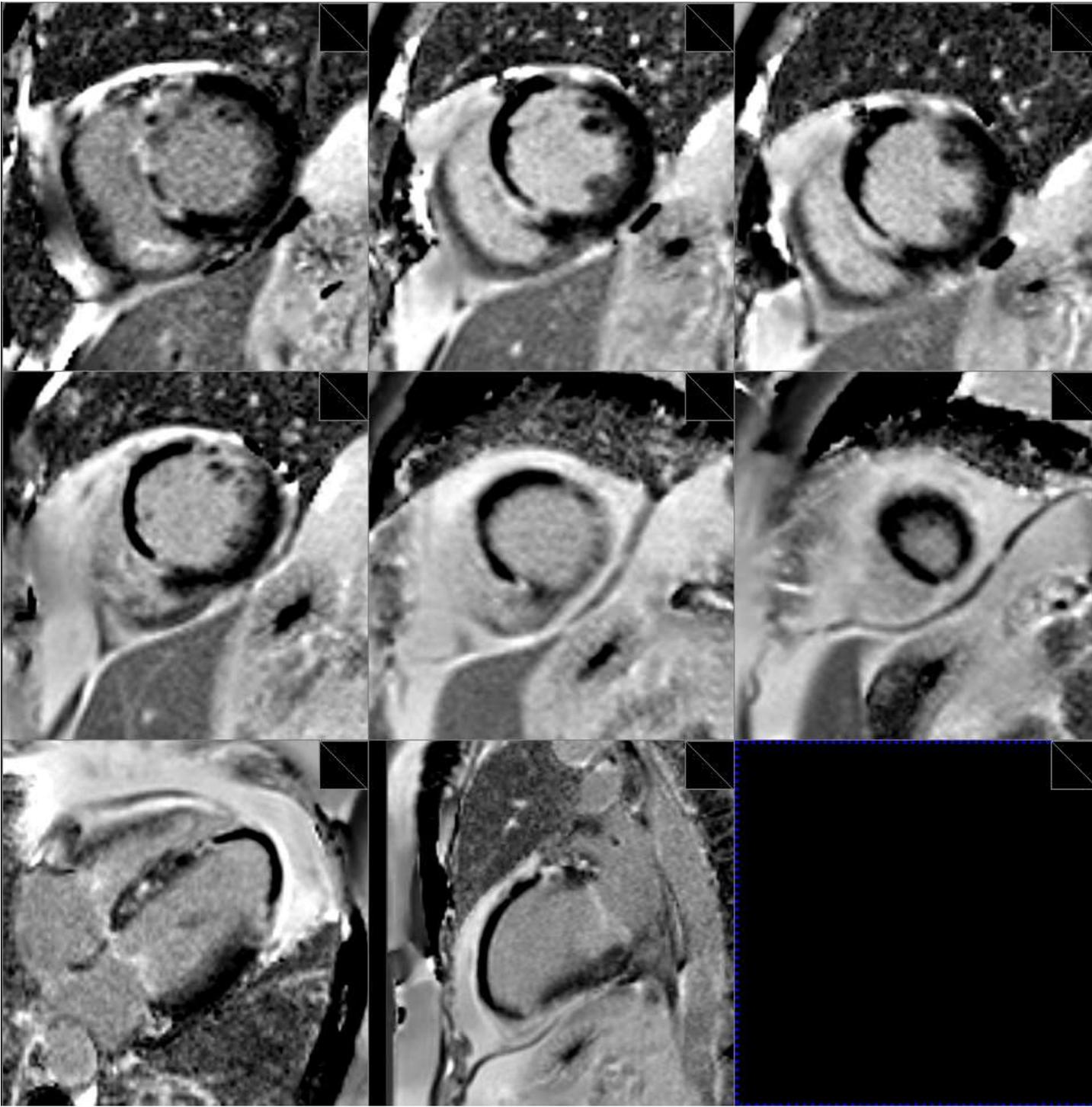


Author	Nb. Patients	Diagnostic Modality	Prevalence no-reflow (%)
Wu	44	MRFP	25%
Lima	22	MRFP	45%
Lund	60	MRFP	38%
Hombach	110	Réhaussement	46%
Taylor	20	IRM de perfusion (max > 1 sec)	95%
Tarantini	64	Réhaussement tardif post-Gd (10')	39%
Bogaert		Réhaussement post-Gd précoce (5') et tardif (10-25')	62% / 52%
Rogers		Réhaussement tardif post-Gd (7')	59%
Nijveldt	60	IRM de perfusion et réhaussement tardif (12-15')	68% / 57%
Okada	42	IRM de perfusion et réhaussement tardif (10-15')	74% / 45%
Vicari	39	Late enhancement post-Gd (10-15')	68%
Bodi	214	Late-enhancement post-Gd (>10')	31%
Sardella	75	MRFP	52%
Mather	34	MRFP and early late enhancement (2-3') and late(10-14')	65% / 59% / 41%

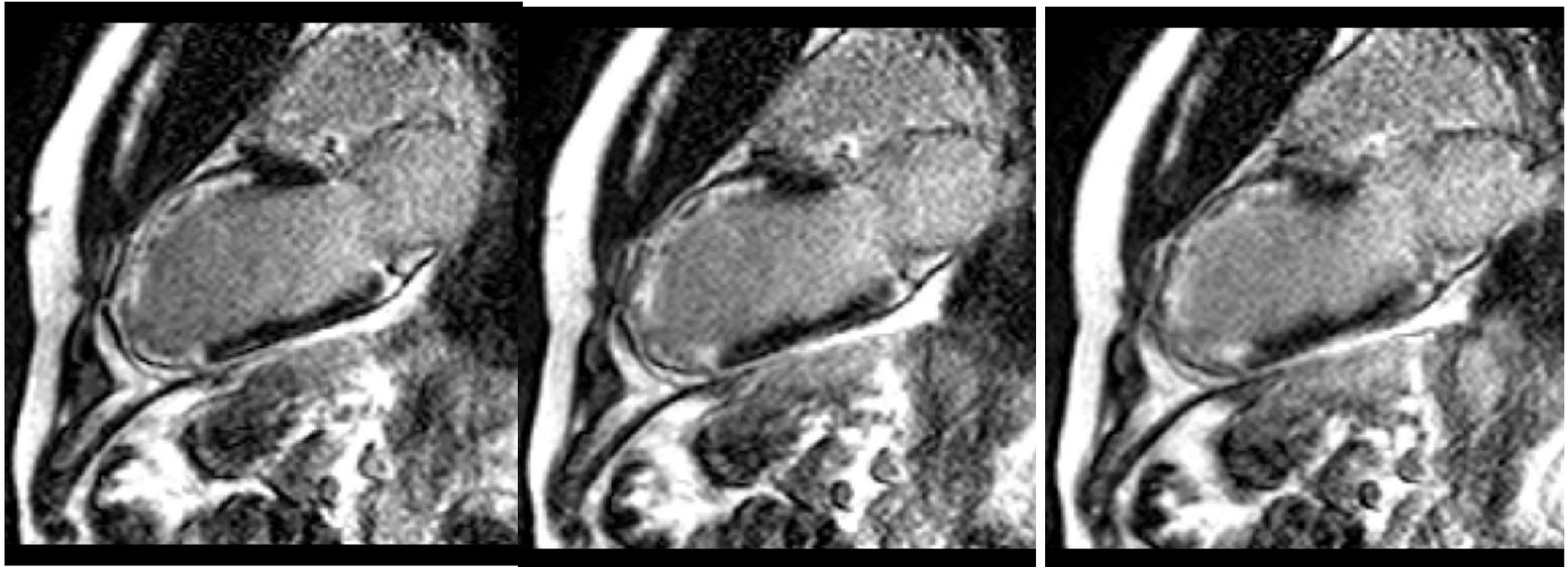
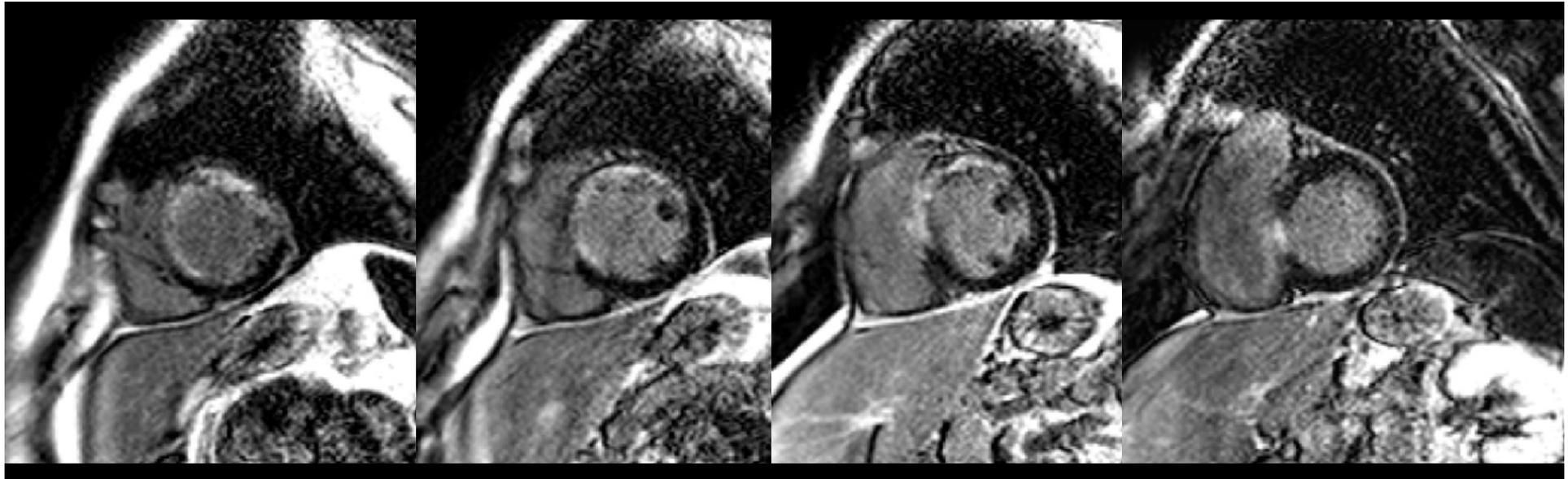
Prevalence of no-reflow detected by CMR in STEMI patients from 25 to 95%!



By courtesy of N.Mewton



Late enhancement 15 min. after gadolinium injection



La micro-obstruction vasculaire

- Est- ce un critère pronostique indépendant de la taille de l'IDM?
- Cible d'action thérapeutique dans le cadre de la cardioprotection?

Conclusions intermédiaires

- La taille de l'infarctus à partir de J7 en réhaussement tardif
- Le « no-reflow », et son rôle pronostic ?
- L'œdème et le T2 map , ne semble pas être la ZAR
- Le rôle diagnostique limité à la phase aigue d'un ST +
- Rend quelques services en diagnostic différentiel (ST-, myocardites , Takostubo,...)

Viabilité myocardique

Anomalie contractile - repos

**ischémie sévère et
prolongée**

infarctus

**pas de
récupération**

**ischémie modérée
et prolongée**

hibernation ou sidération

**récupération
fonctionnelle**

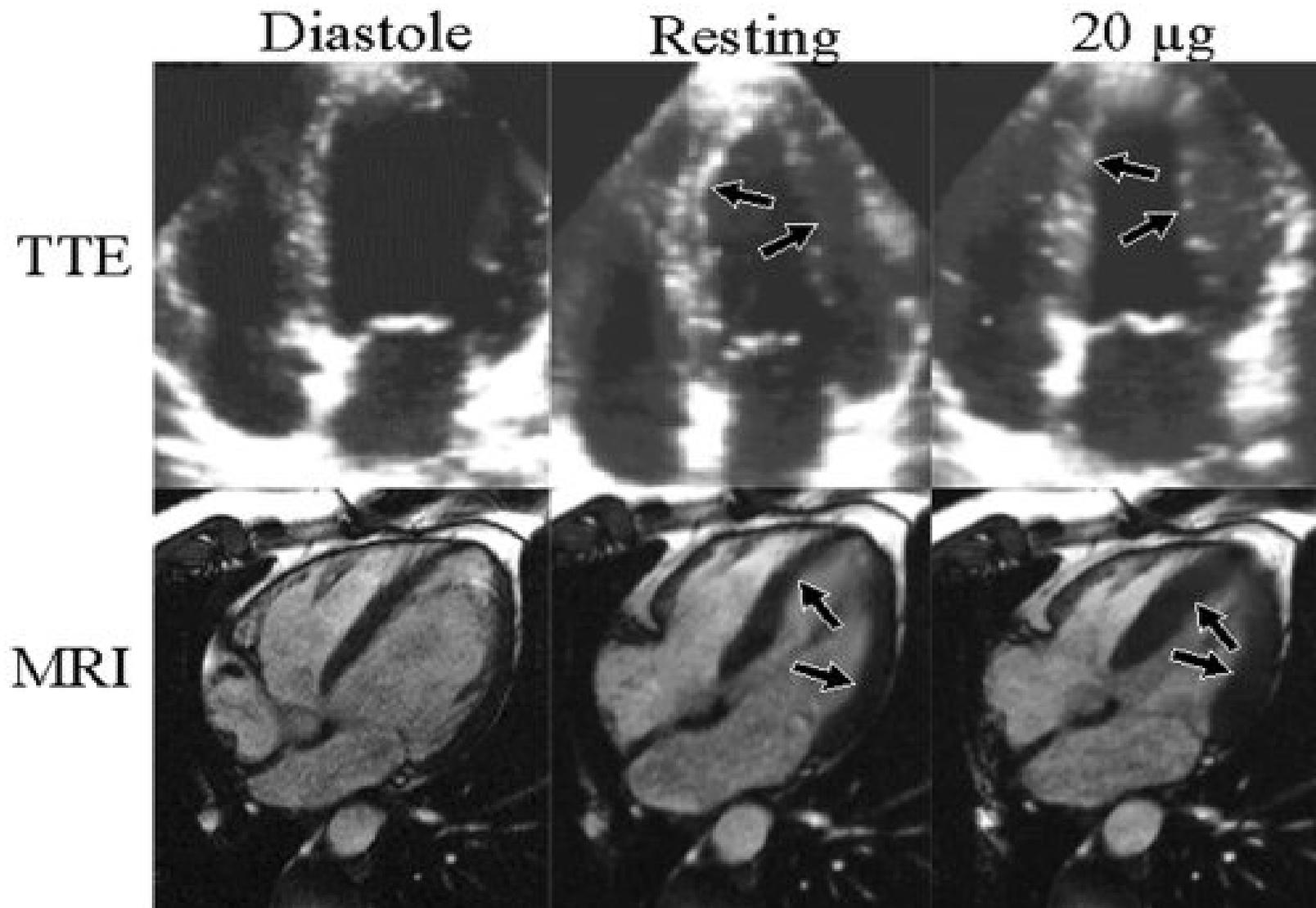
**viabilité myocardique
??**

La viabilité

ou la capacité de récupération de la
fonction contractile post revascularisation
chez patients à mauvais VG

- L' amincissement pariétal
- La degré de transmuralité du réhaussement tardif
- La stimulation inotrope : test à la dobutamine

Stimulation de la réserve contractile

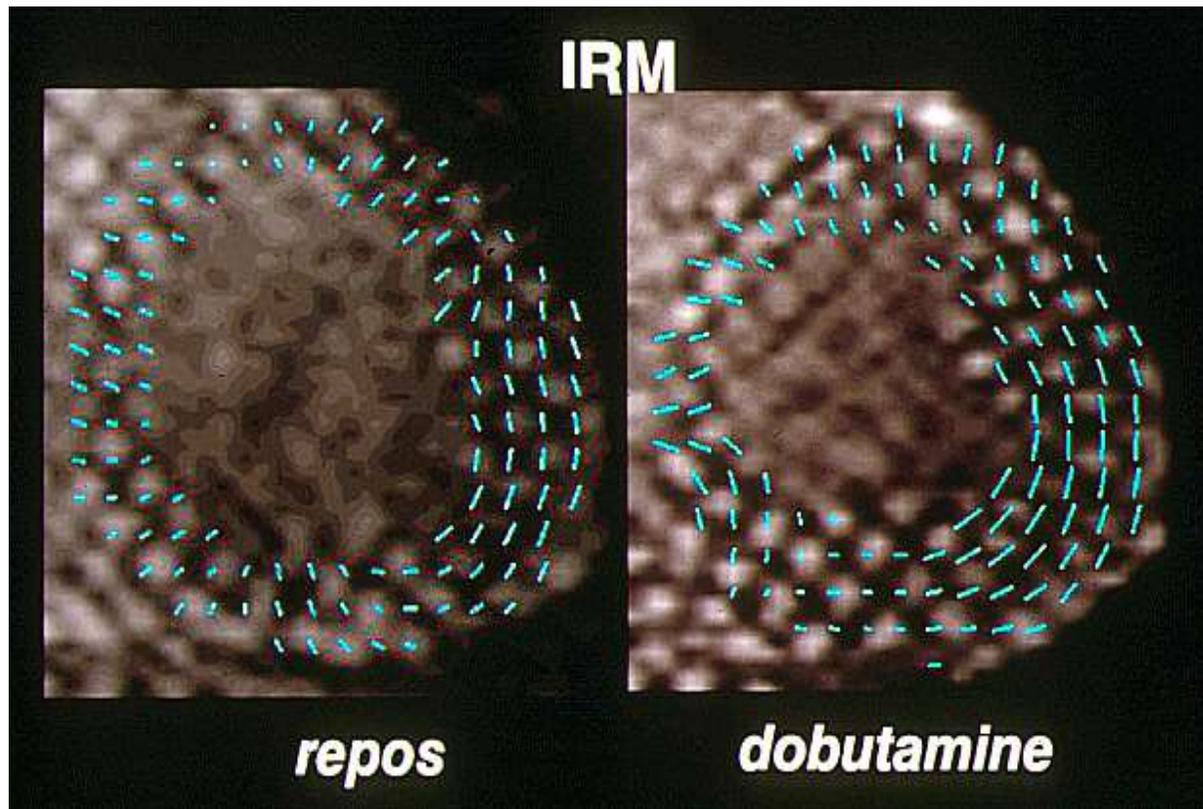


Viabilité et tagging myocardique



IRM et viabilité myocardique

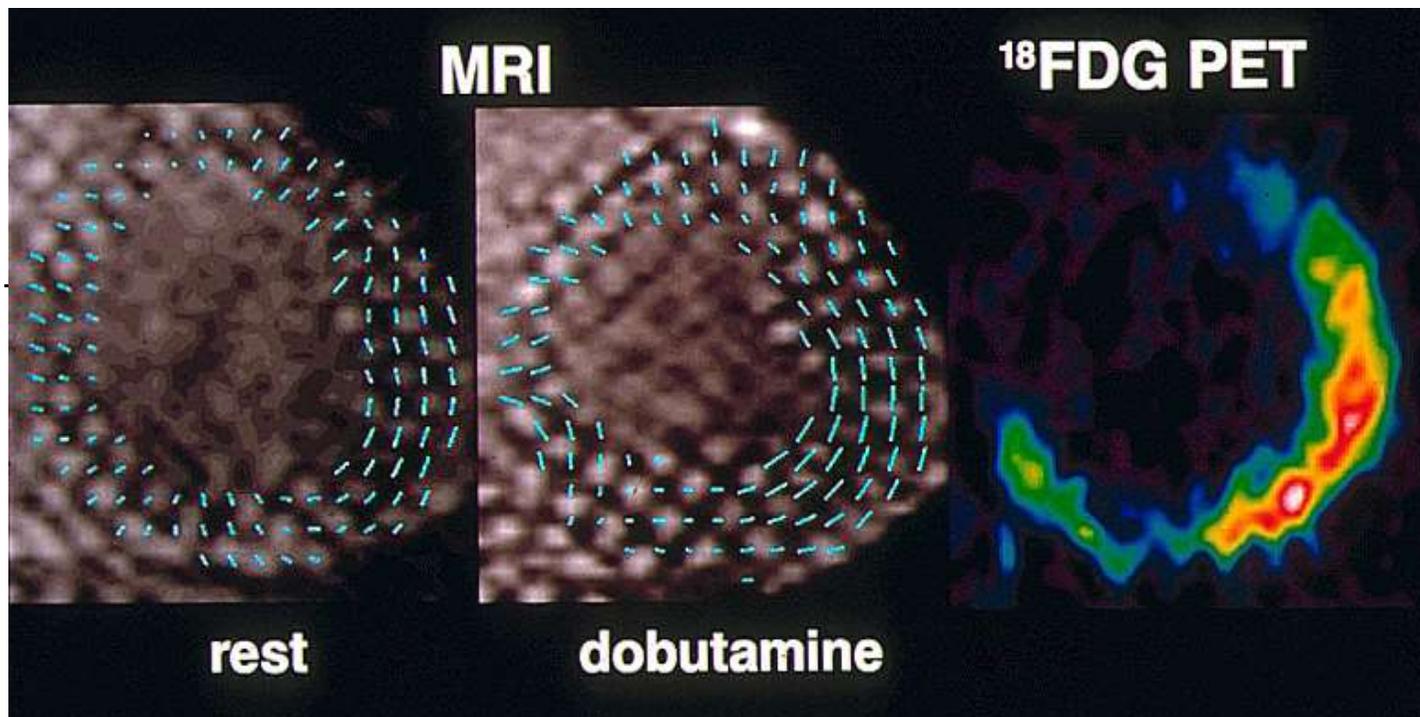
Réserve contractile segmentaire sous stimulation inotrope (Dobutamine faible dose): Raccourcissement segmentaire en IRM avec marquage tissulaire



IRM et viabilité myocardique

Référence : récupération fonctionnelle post revascularisation - Se : 89 %, Sp : 94 %

Référence : captation FDG en TEP



Mazzadi A. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2004;286:H1946-53

Mazzadi A. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2004;287:H2226-33

Hibernating Myocardium: Diagnosis and Patient Outcomes

Arend F.L. Schinkel, MD, Jeroen J. Bax, MD,
Don Poldermans, MD, Abdou Elhendy, MD,
Roberto Ferrari, MD, and
Shahbudin H. Rahimtoola, MD

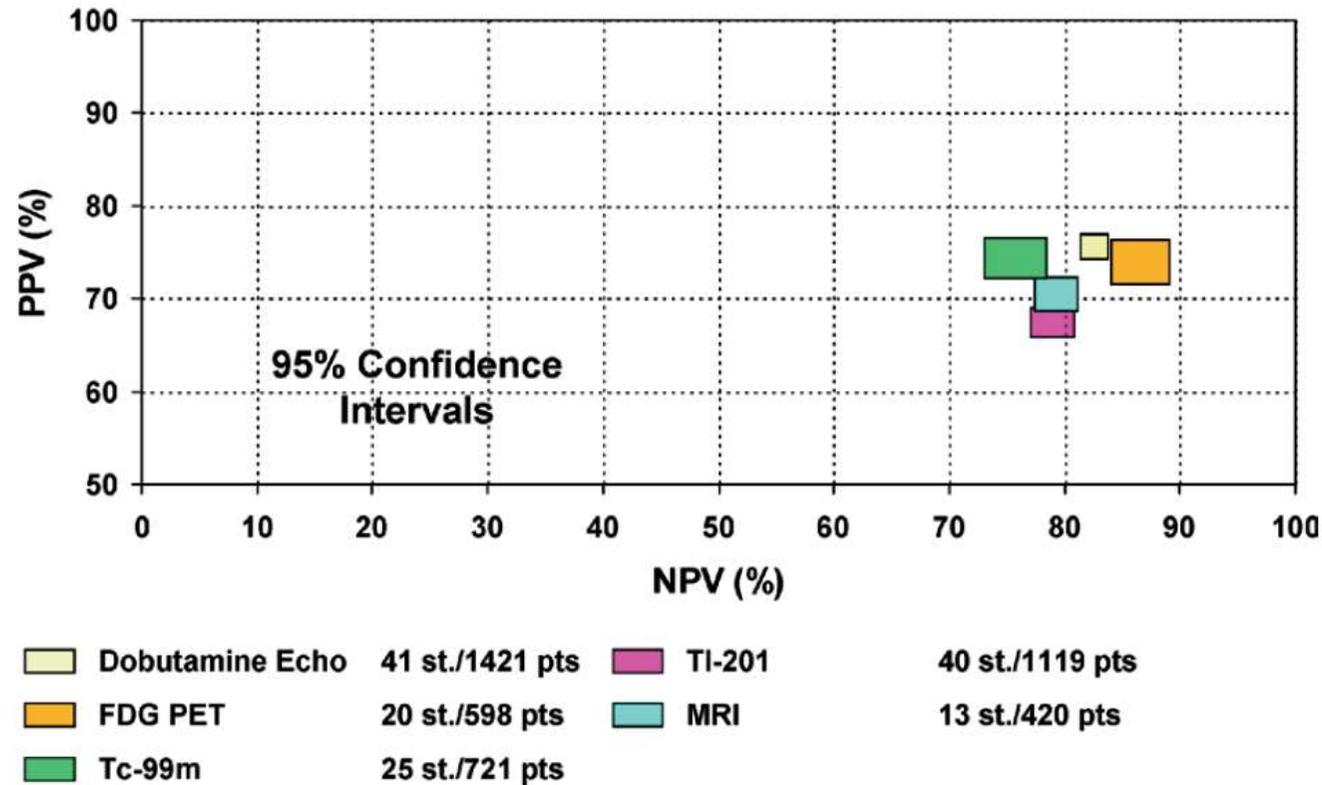


FIG 2. Comparison of positive-predictive values and negative-predictive values with 95% confidence intervals of the various techniques for the prediction of recovery of regional function after revascularization. (Color version of figure is available online.)

(Curr Probl Cardiol 2007;32:375-410.)

Les concepts avec lesquels nous raisonnons en IRM sont en fait des concepts d'absence de viabilité

- Une épaisseur fin de diastole < 5.5-6 mm: Viab -
- Une transmuralité de réhaus. tardif >75%: Viab -
- Pas de stimulation inotrope: Viab -

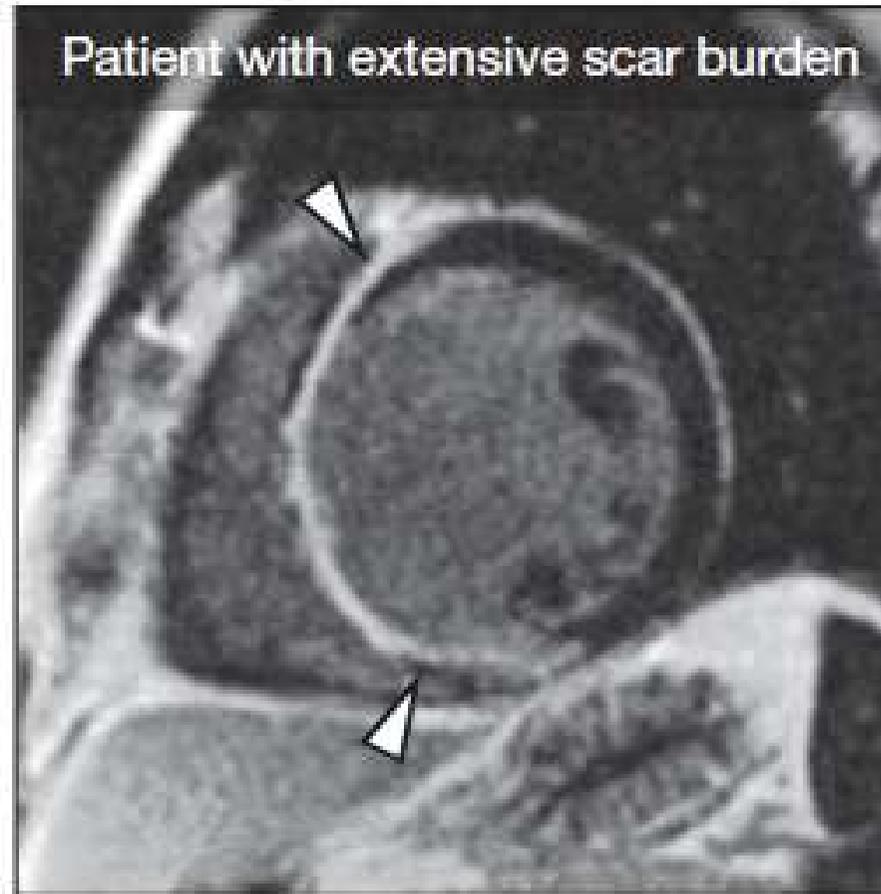
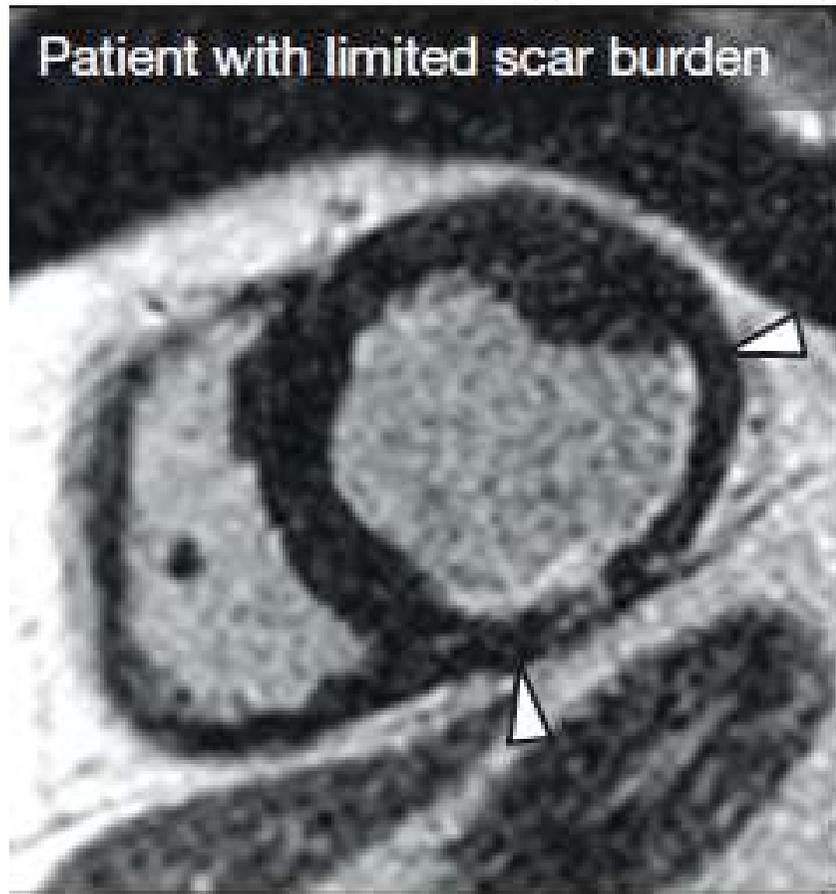
Cwajg JM, JACC 2000;35:1152-61

Baer FM, JACC 1998;31:1040-48

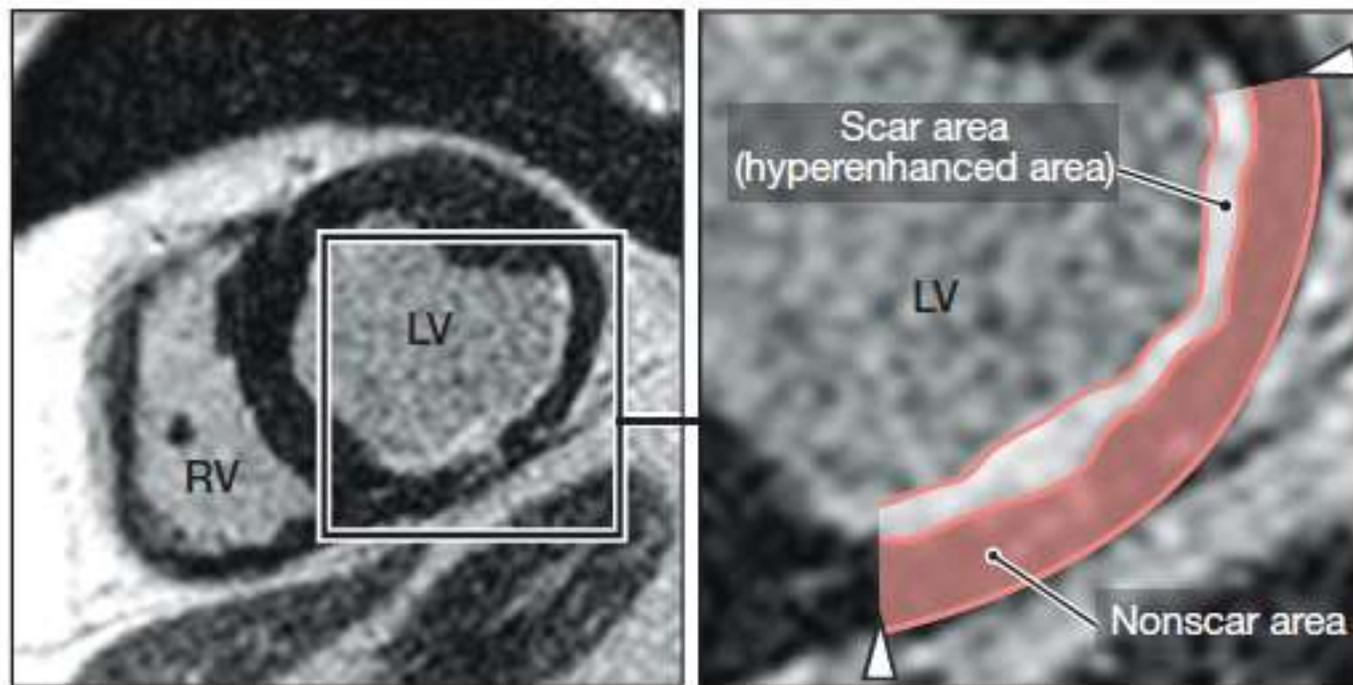
Hillenbrand, Circulation 2000;102:1678

Wellnhofer E, Circulation 2004;109:2172

Epaisseur diastolique

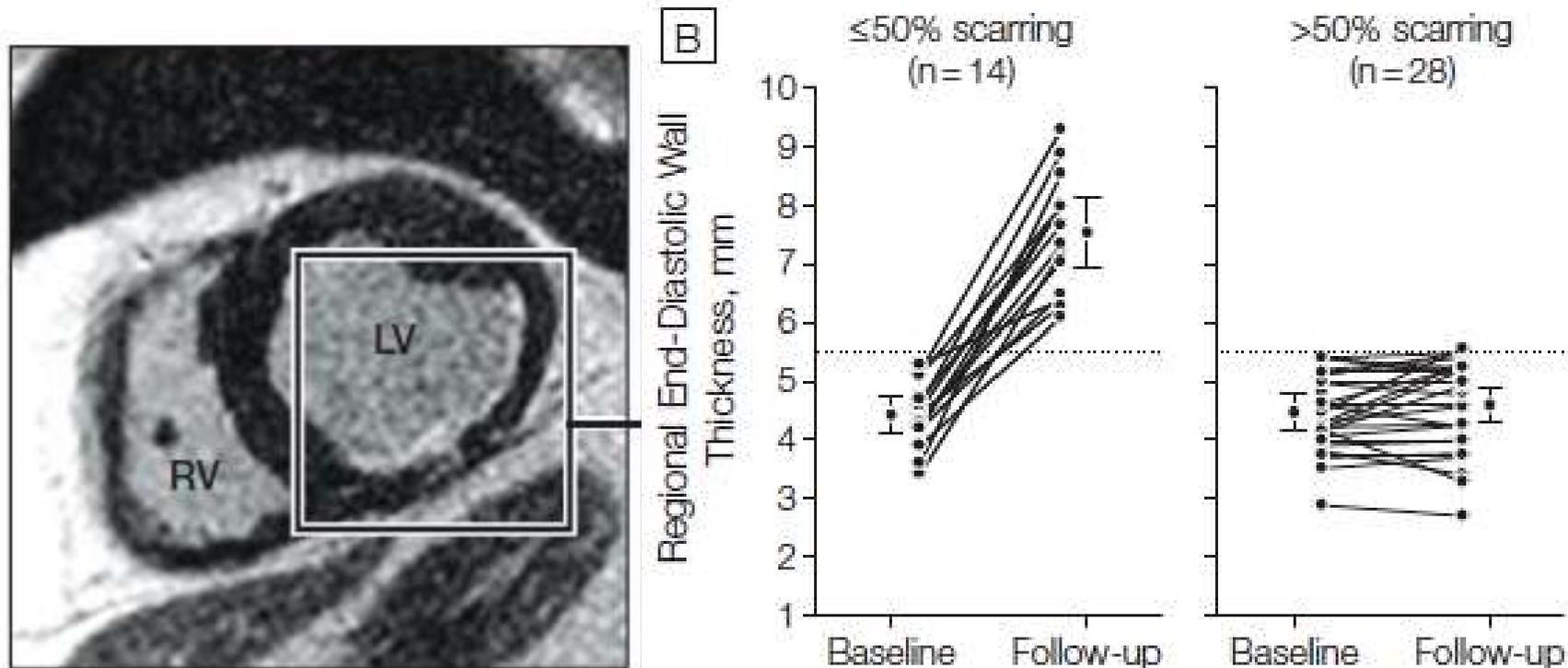


Le dogme de l' épaisseur est remis en cause
la valeur seuil considérée est 5.5 mm. en diastole



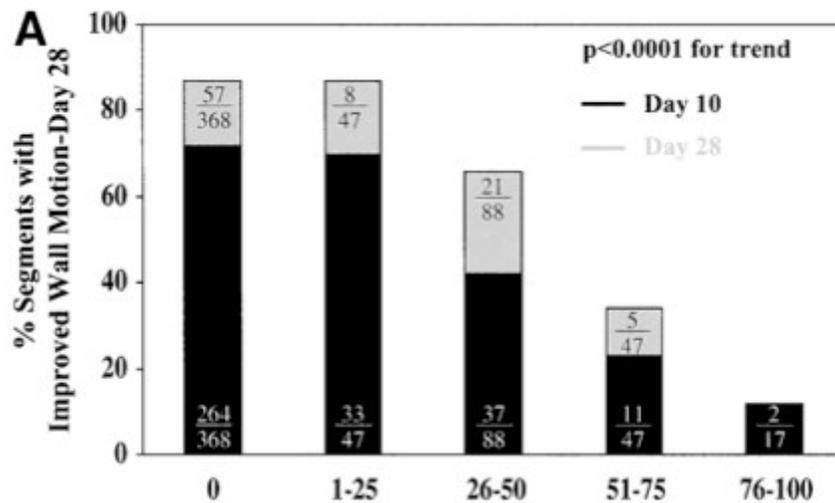
Le dogme de l' épaisseur est remis en cause

Un amincissement pariétal peut être réversible



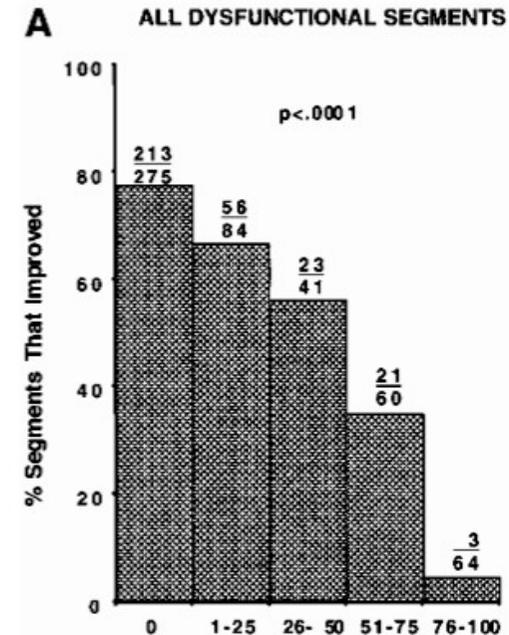
Récupération fonctionnelle et transmuralité

Expérimental

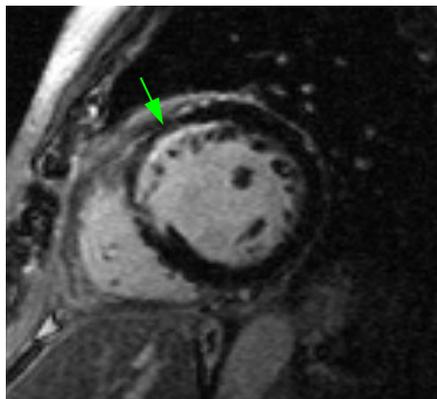


Hillenbrand, Circulation 2000;102:1678

Clinique

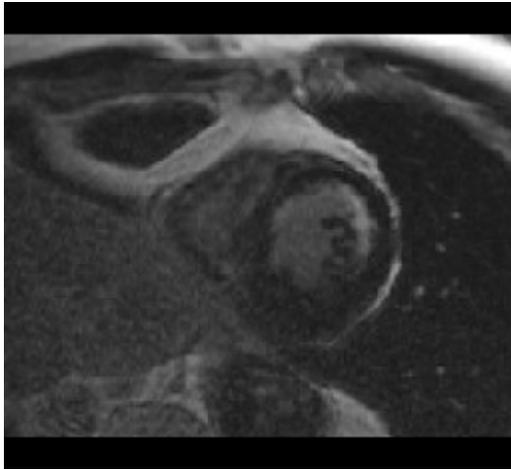


Choi, Circulation 2001; 104:1101



Quid de la récupération lorsque 50% de transmuralité?

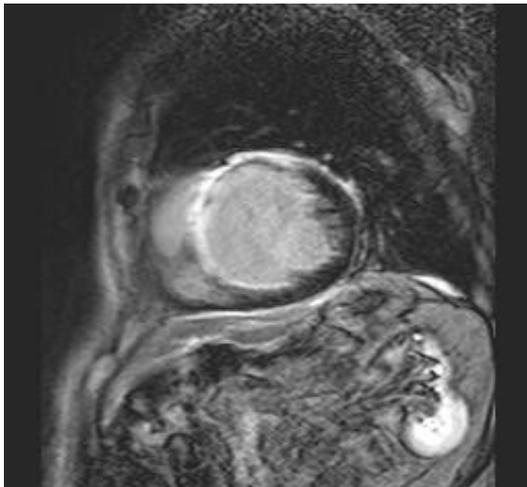
Valeur prédictive du réhaussement tardif en IRM



Hypersignal < 25 % épaisseur mur

VPP : 71 % à 81 % **récupération**

VPN : 72 % à 79 %



Hypersignal > 75 % épaisseur mur

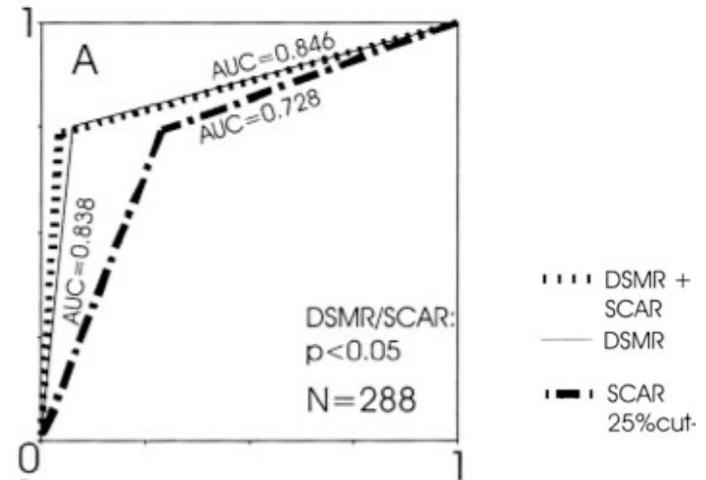
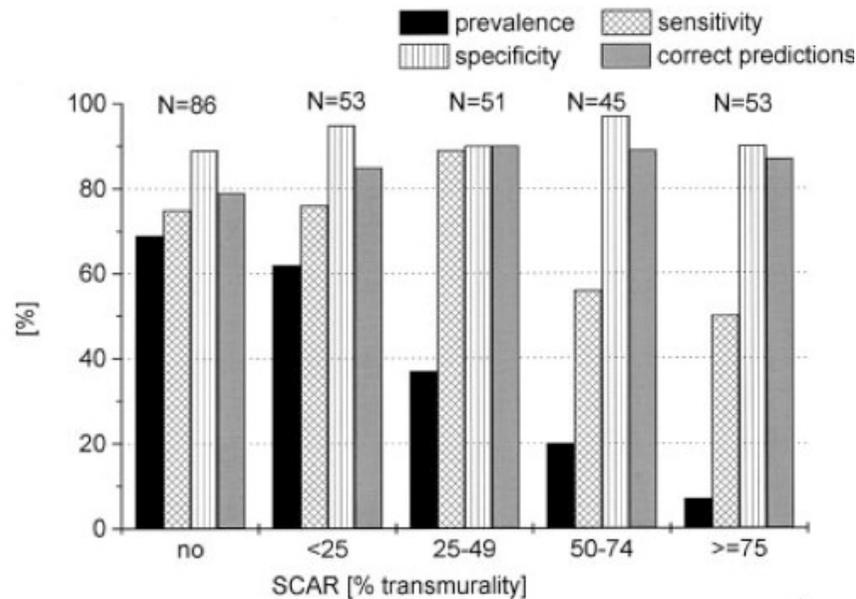
VPN : 100 % **absence de récupération**

(Hillenbrand, circulation 2000 102(14)1678)

Magnetic Resonance Low-Dose Dobutamine Test Is Superior to Scar Quantification for the Prediction of Functional Recovery

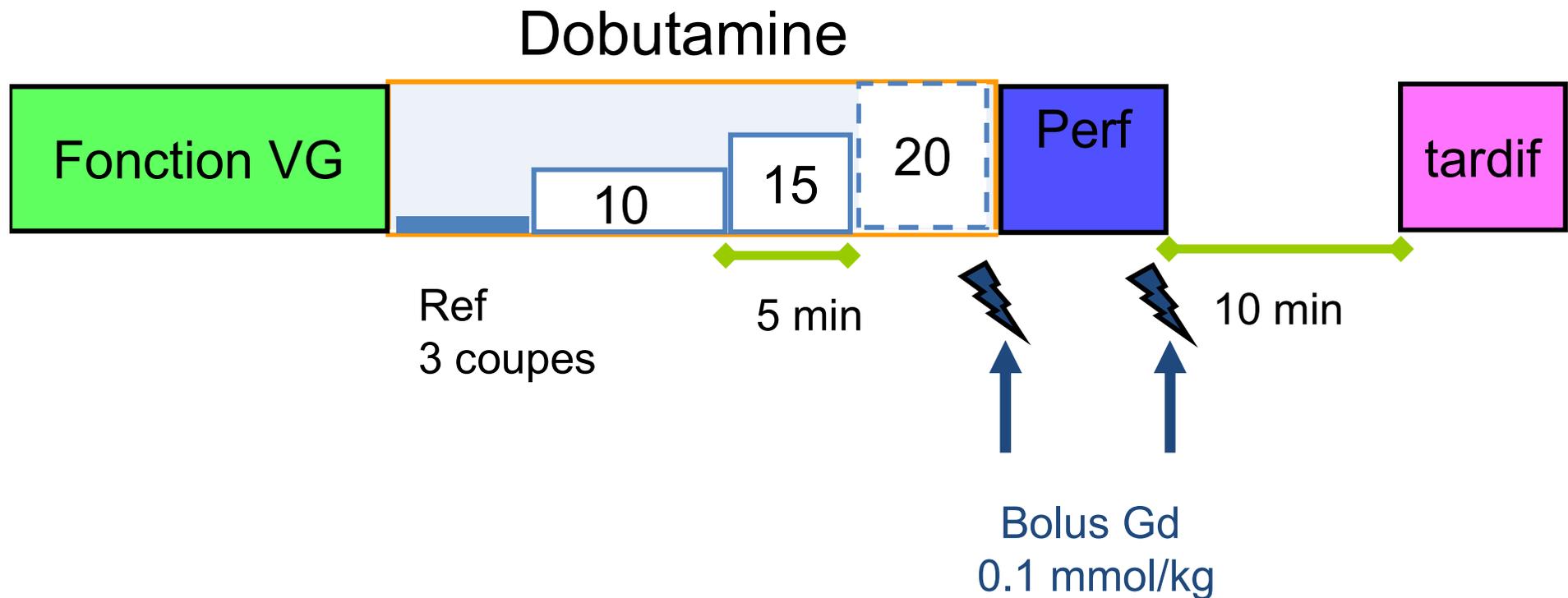
Ernst Wellnhofer, MD; Adriana Olariu, MD; Christoph Klein, MD; Michael Gräfe, MD;
Andreas Wahl, MD; Eckart Fleck, MD; Eike Nagel, MD

Prévalence de la récupération, VP/Se/Sp DSMR



Sensibilité dobu-IRM ++ quand < 50% transmuralité

IRM dobutamine et imagerie tardive

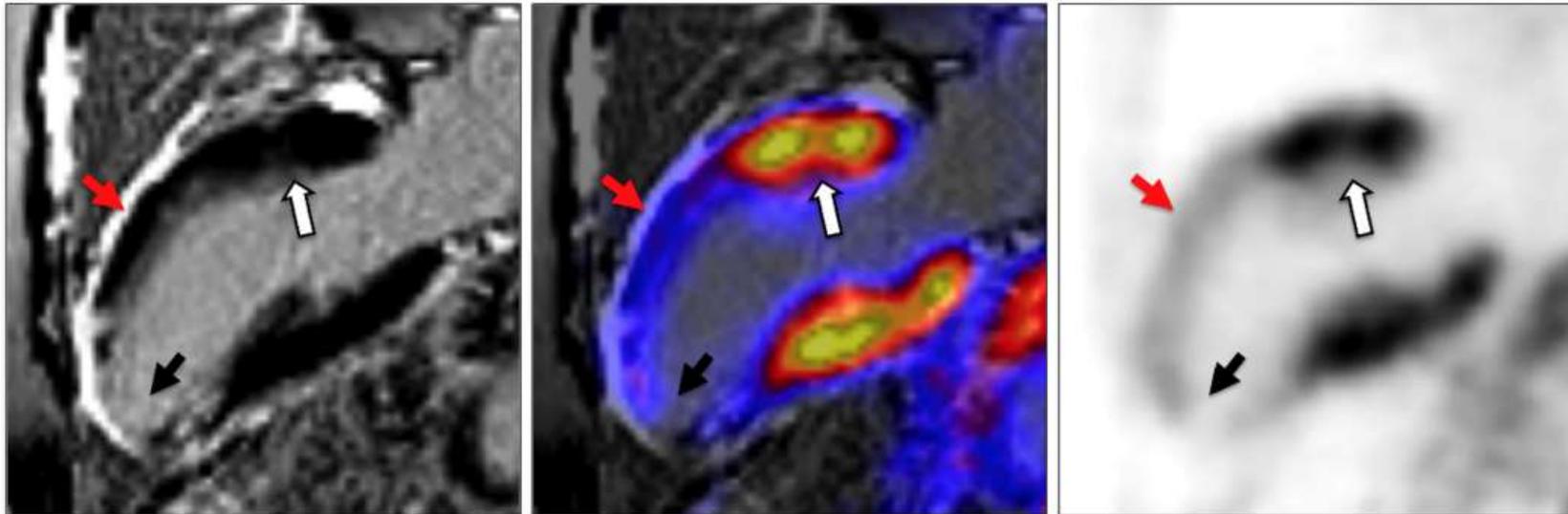


Cine-dobutamine avant ou après injection gadolinium

Sur le plan pratique:

- Le plus simple à faire: le rehaussement tardif
- Lorsque non contributif : IRM dobut. , mais mauvais gradient densité endo-cavité
- Donc souvent reprogrammer examen pour IRM dobut. dans un deuxième temps

Imagerie Hybride PET/IRM de la Viabilité



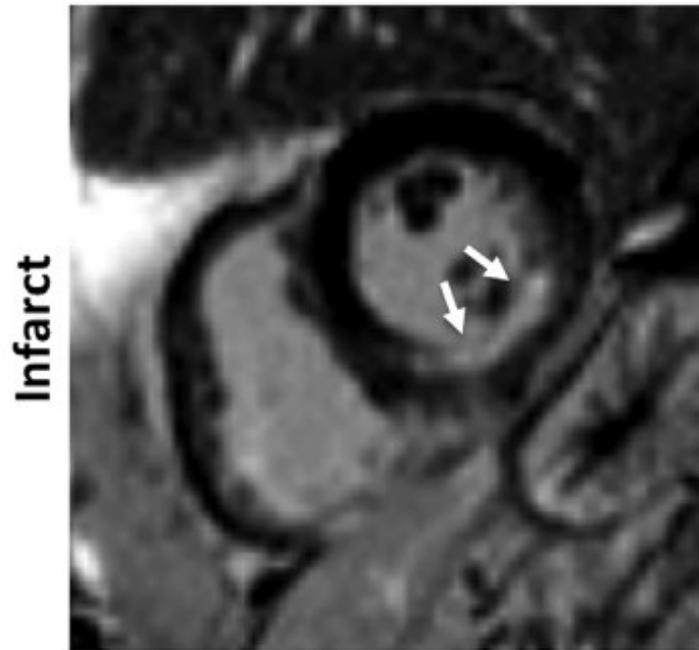
- LE- MRI normal et captation du FDG
- LE- MRI transmural et pas de captation FDG
- LE- MRI non transmural et réduction de la captation FDG

Inflammation:nouvelle piste thérapeutique

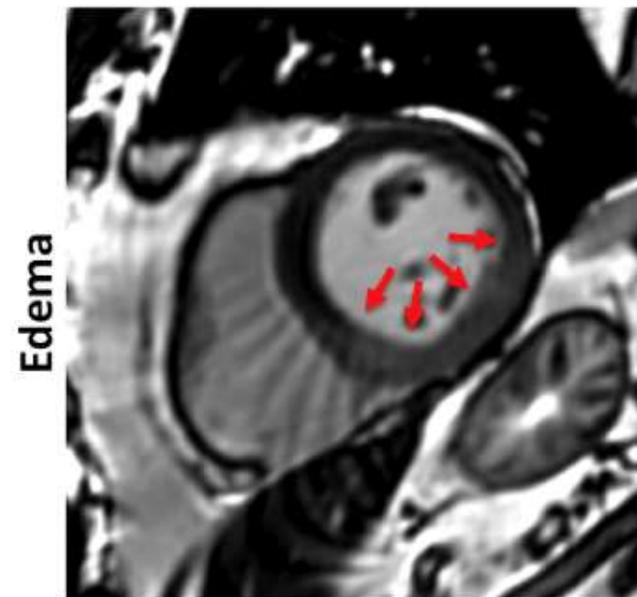
Marqueur du risque de remodelage –

Monocytes migrent vers l'IDM avec des effets opposés

Facilite le développement de l'IC



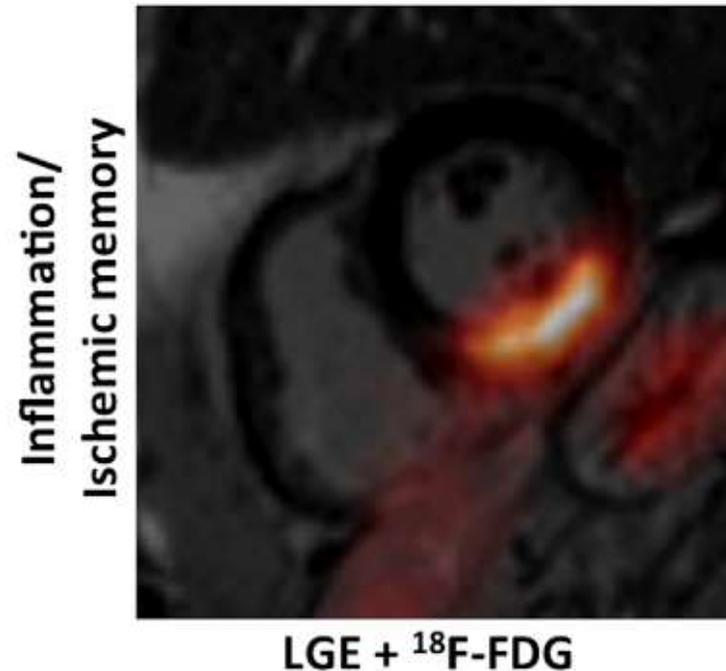
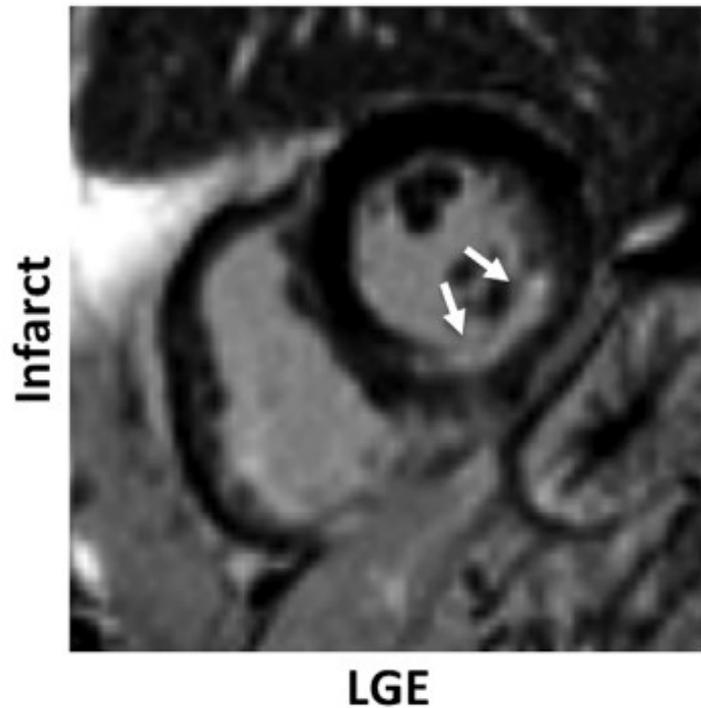
LGE



T2 weighted

Inflammation: nouvelle piste thérapeutique

Accumulation du FDG après une diète de Atkins ou l'utilisation d'héparine fractionnée (active lipoprotéine lipase: augmente les acides gras circulants)



conclusions

- Intérêt de la combinaison DE-CMR et dobu-CMR pour affiner la prédiction de récupération post-revascularisation
- DE-CMR en première intention complétée par dobu-CMR si non-transmural
- Ne pas se limiter à l'épaisseur fin de diastole (< 5.5 mm.)
- Avenir: imagerie Hybride? Fibrose en IRM et Inflammation en PET