

# Trop d'enthousiasme pour la FFR

Pourquoi la FFR n'est pas une mesure précise

P Dupouy

Pôle d'Imagerie et de Cardiologie  
Interventionnelle Antony-Melun

- Pas de conflit d'intérêt en rapport avec cette présentation

# La pensée Unique ....



European Heart Journal (2014) 35, 2541–2619  
doi:10.1093/eurheartj/ehu278

ESC/EACTS GUIDELINES



## 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization

The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)

### diagnostic techniques

Recommendations	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>	Ref. <sup>c</sup>
FFR to identify haemodynamically relevant coronary lesion(s) in stable patients when evidence of ischaemia is not available.	I	A	50,51,713
FFR-guided PCI in patients with multivessel disease.	IIa	B	54
IVUS in selected patients to optimize stent implantation.	IIa	B	702,703,706
IVUS to assess severity and optimize treatment of unprotected left main lesions.	IIa	B	705
IVUS or OCT to assess mechanisms of stent failure.	IIa	C	
OCT in selected patients to optimize stent implantation.	IIb	C	

# Adhésion modeste dans la pratique de tous les jours

## Décrets, arrêtés, circulaires

### TEXTES GÉNÉRAUX

#### MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTÉ ET DES DROITS DES FEMMES

Décision du 10 septembre 2015 de l'Union nationale des caisses d'assurance maladie relative à la liste des actes et prestations pris en charge par l'assurance maladie

NOR : AF15182312Z

Le collège des directeurs,

Vu le code de la sécurité sociale, notamment les articles L. 162-1-7 et R. 162-52 ;

Vu l'avis de la Haute Autorité de santé en date du 8 avril 2015 ;

Vu l'avis de l'Union nationale des organismes complémentaires d'assurance maladie en date du 30 juillet 2015 ;

Vu la décision de la commission de hiérarchisation des actes et prestations des médecins en date du 9 juillet 2015,

Décide :

De modifier le livre II de la liste des actes et prestations, adoptée par décision de l'UNCAM du 11 mars 2005 modifiée, comme suit :

**Art. 1<sup>er</sup>.** – Le livre II est ainsi modifié :

I. – A la subdivision B2.02.04.02 « Autres gestes complémentaires diagnostiques sur l'appareil circulatoire » insérer l'acte suivant :

CODE	TITRE	ACTIVITE	PREMIER	RENDEMENT EN	ACCREDITATION
B2020	Mesure du flux de réserve coronarien (FFR) en cas d'une coronaropathie chronique Indication : en situation de coronaropathie stable en cas de lésions plurifonctionnelles ou en cas de lésion myocardiale avec une altération intermédiaire lorsque les tests d'effort sont indiqués (selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé du 8 avril 2015).	1	1		

II. – Modifications d'actes :

a) A la subdivision D4.01.04.01 « Artériographie coronaire [Coronarographie] », mentionner le code du geste complémentaire B2020 sous les actes suivants :

CODE	TITRE	ACTIVITE	PREMIER	RENDEMENT EN	ACCREDITATION
D0080	Artériographie coronaire sans ventriculographie gauche, par voie artérielle transcaténaire	1	1		
JL.F.F.S.U.N	D0080L, D0080M, YTTT00L, YTTT00M, D0080S				
D0081	Artériographie coronaire sans ventriculographie gauche, par voie artérielle transcaténaire	1	1		
JL.F.F.S.U.N	D0081L, D0081M, YTTT01L, YTTT01M, D0081S				

REPUBLIQUE FRANÇAISE



Avis n°2015.0037/AC/SEAP du 8 avril 2015 du collège de la Haute Autorité de santé relatif à l'inscription sur la Liste des actes et prestations mentionnée à l'article L.162-1-7 du code de la sécurité sociale de la mesure de la fraction de flux de réserve coronarien (FFR) lors d'une coronarographie

Le collège de la Haute Autorité de santé, ayant valablement délibéré en sa séance du 8 avril 2015,

Vu les articles L.161-37 et L. 162-1-7 du code de la sécurité sociale,

Vu la demande de l'Union nationale des caisses d'assurance maladie du 2 mai 2011,

Vu la demande de la Société française de cardiologie du 10 septembre 2012,

ADOpte l'AVIS SUIVANT :

La HAS a réalisé une évaluation du rapport bénéfice/coût de la mesure de la FFR lors d'une coronarographie présentée dans l'argumentaire ci-joint.

La HAS considère qu'en situation de coronaropathie stable la mesure de FFR présente un rapport bénéfice/coût favorable en cas de lésions plurifonctionnelles ou en cas de lésions intermédiaires pour lesquelles les examens prévalables n'ont pas été contributifs ou n'ont pu être réalisés.

La HAS rappelle que la mesure de la FFR est réalisée dans les mêmes conditions d'environnement que la coronarographie.

En conséquence, la HAS estime que :

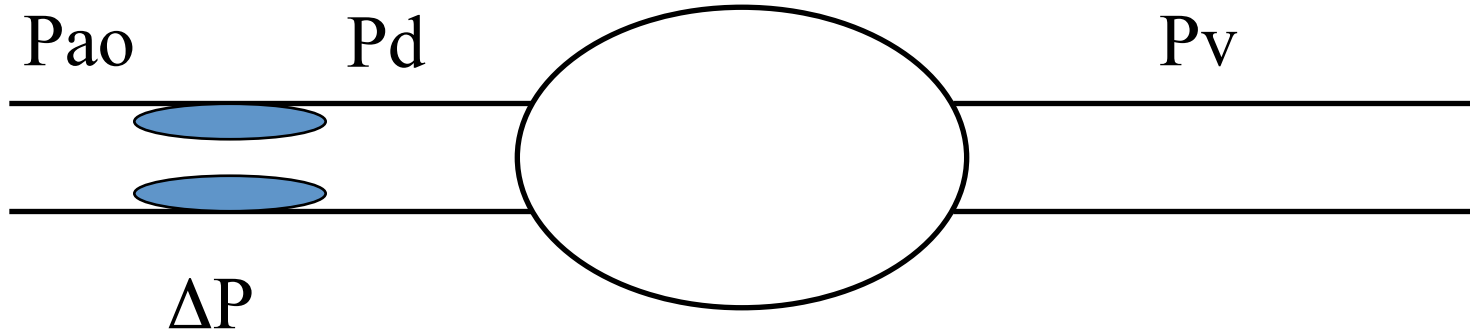
- le service attendu de la mesure fraction de flux de réserve coronarien (FFR), en situation de coronaropathie stable, en cas de lésions plurifonctionnelles ou en cas de lésions intermédiaires pour lesquelles les examens prévalables n'ont pas été contributifs ou n'ont pu être réalisés, est suffisant ;
- l'amélioration du service attendu est : inexistante, compte tenu du bénéfice observé sur la survie des événements cardiovasculaires graves en comparaison à une stratégie basée sur les résultats de coronarographie sans mesure de FFR, à un an de suivi.

La population cible estimée par la CNAMTS se situe entre 26 000 et 31 000 patients par an en France.

Fait le 8 avril 2015

Pour le collège,  
le Président  
Jean-Luc HAÏROUSSEAU  
signé

# Un concept très simple .. Trop simple ?



$$Q^N = (P_{ao} - P_v) / R$$

$$Q^S = (P_d - P_v) / R$$

- $P_v \neq 0$
- During maximal hyperhemia myocardial resistances are minimum and equal in a stenosis or a normal artery.

Influence of Removal of Distal Stenosis B on Hemodynamics of Proximal Stenosis A  
Suppose that stenosis B is eliminated. In that case,  $P_2 = P_3$  and  $FFR(A)_{new}$  equals  $P_2/P_1$  or  $P_3/P_1$ .

How to predict  $FFR(A)_{new}$  from  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , and  $P_4$ ?

Because all measurements are performed at maximum vasodilation of the coronary circulation, the resistances are constant, and therefore

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_3}{Q_4} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_3}{Q_4}$$

$$= FFR = \frac{Q_3}{Q_1} = \frac{1}{FFR_{new}}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_2} = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_3} = \frac{P_3 - P_4}{P_3 - P_4}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_2}$$

$$\frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_3}$$

Because the hyperemic gradient across stenosis A is assumed to be proportional to blood flow, this also means that

$$\frac{\Delta P(A)}{\Delta P(A)} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_2}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_2} = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_3}$$

or

$$(P_1 - P_2)(P_2 - P_3) = (P_1 - P_2)(P_2 - P_3)$$

or

$$P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_2 + P_2 P_3 = P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_2 + P_2 P_3$$

It has been proved theoretically and validated experimentally\* that  $P_2/P_3 = P_2/P_3$ . Therefore,  $P_2 P_3 = P_2 P_3$ , and those terms can be cancelled in the expression above.

By rearrangement of the remaining terms, the following equation is obtained:

$$P_1(P_2 - P_3) + P_2(P_3 - P_4) = P_1 P_2 - P_2 P_3$$

Division of both the right and left terms by  $P_1$  gives

$$\frac{P_2}{P_1} (P_2 - P_3) + P_2 (P_3 - P_4) = P_2 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right) P_3 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) P_2$$

and therefore,

$$FFR(A)_{new} = \frac{P_2 - (P_2/P_1) P_3}{P_1 - P_2 + P_2 - P_3}$$

# Pas toujours simple



$$\text{FFR} = \text{Pm Co} / \text{Pm Ao}$$

- Dysfonction VG ?
- CMH ?
- HTA ?
- Sujet âgés ?
- Ischémie silencieuse ?
- Lésions en série



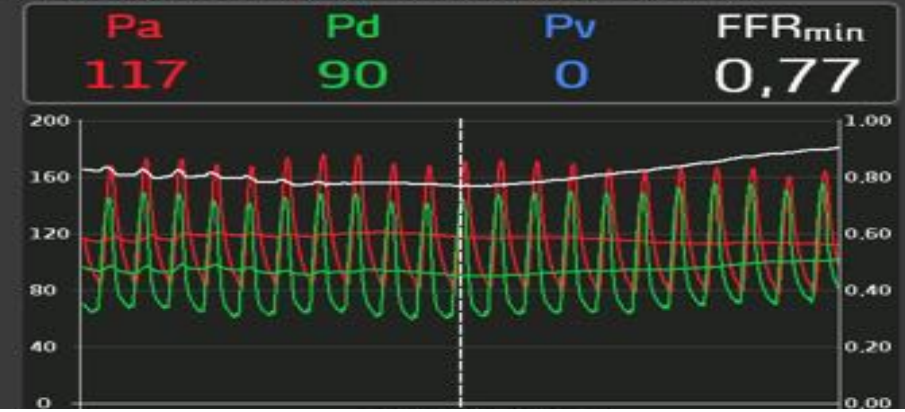
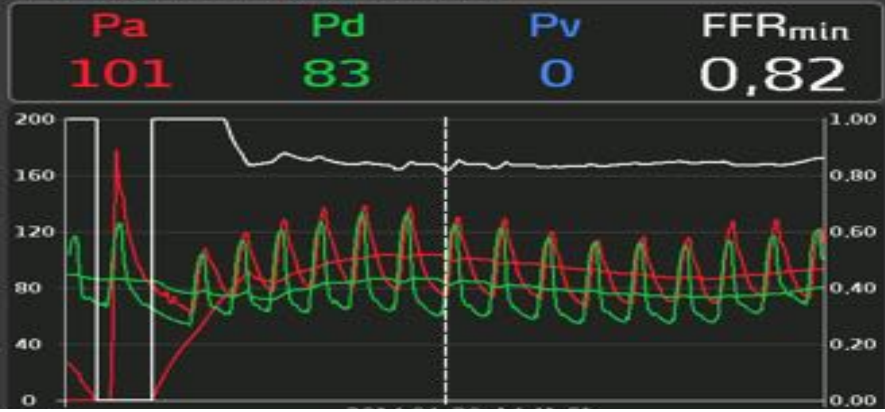
# Les approximations techniques de la mesure de FFR. Manque de standardisation

- Dose d'adénosine
- Stabilité de la ligne iso et du signal
- Sonde coro ou sonde ATL (4F)
- Sonde dans l'ostium ou dégagée
- Hémodynamique de base





- Variations hémodynamiques

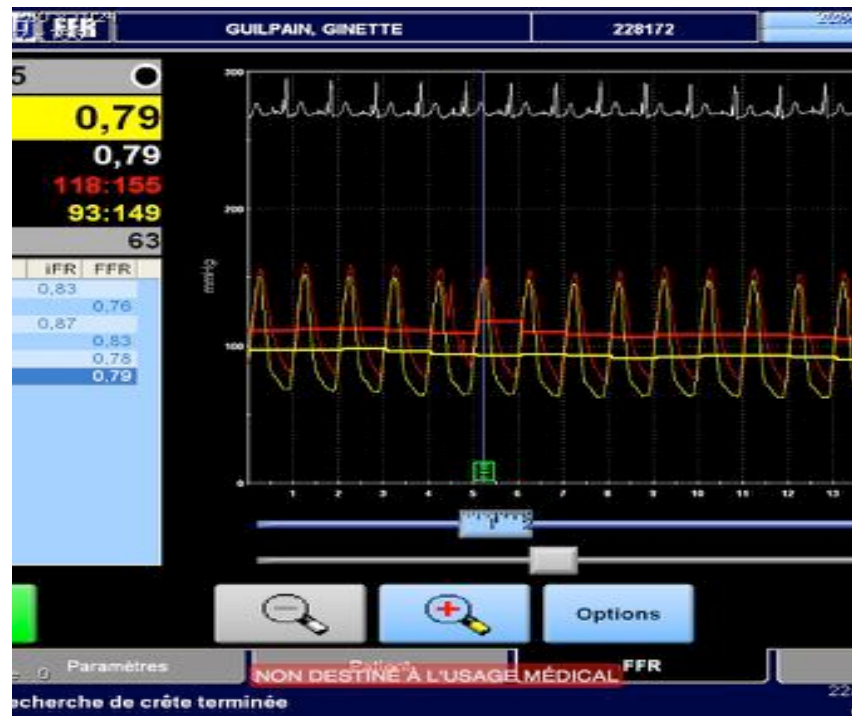


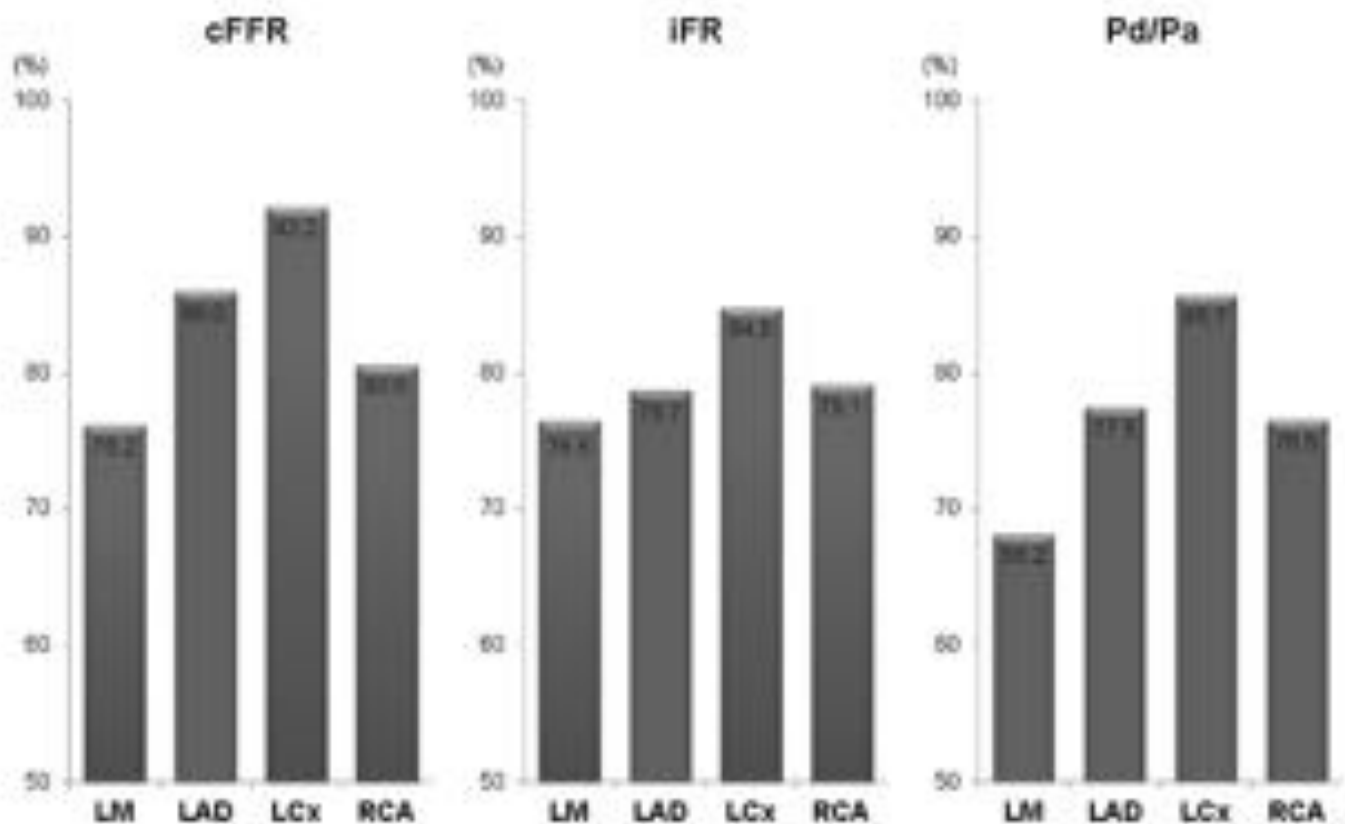
# Vasodilatation épigardique





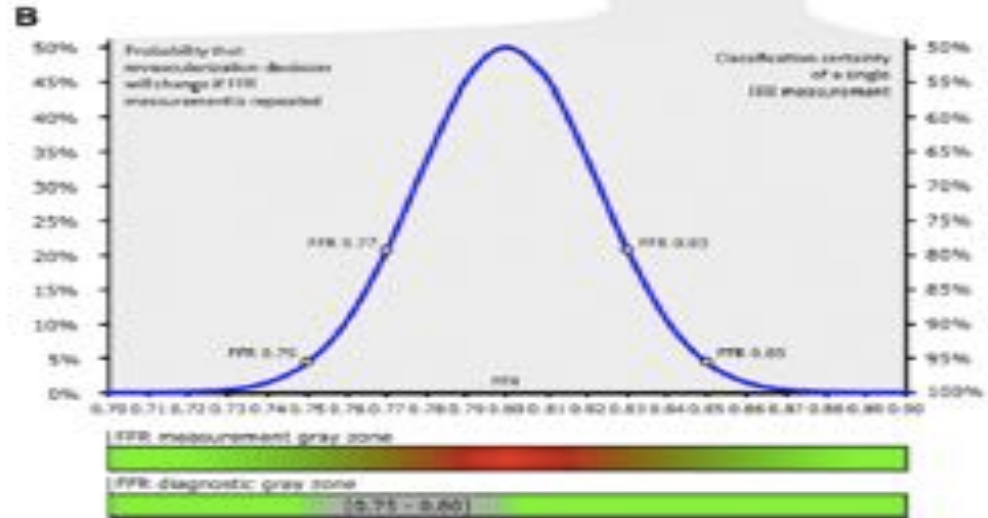
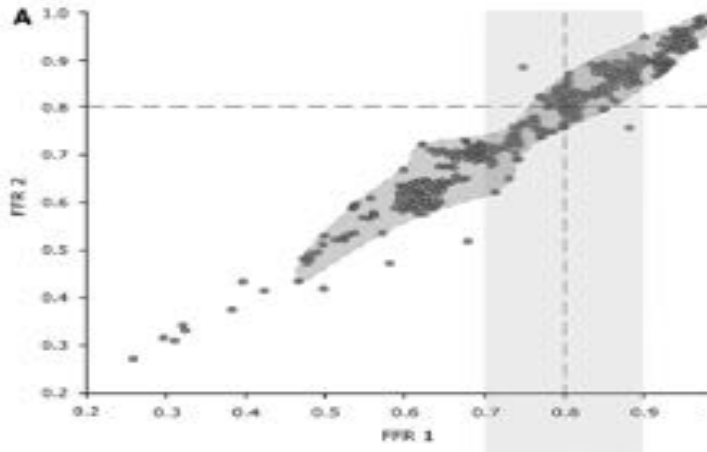




**FIGURE 5** Diagnostic Accuracy of Adenosine-Free Indices Compared Among LM, LAD, LCx, and RCA Lesions

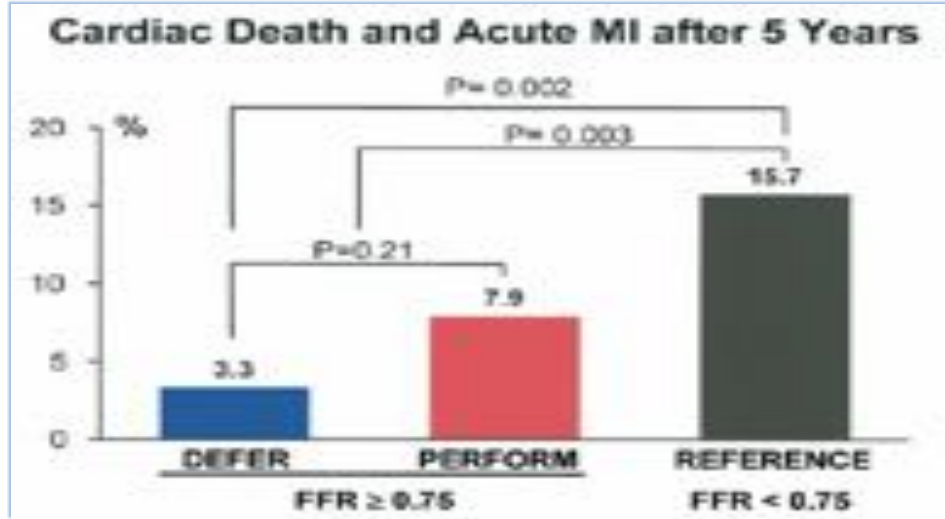
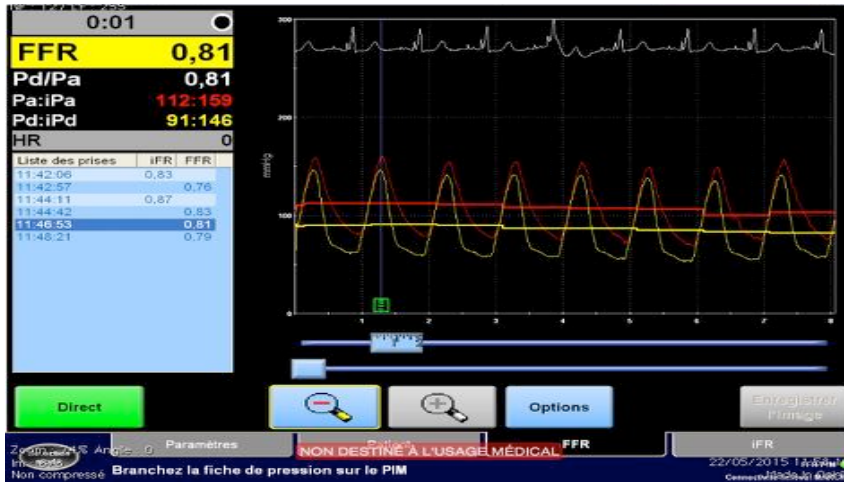
Diagnostic accuracy increased along with smaller territory (LM < LAD < LCx) in the left system, whereas diagnostic accuracy was around 80% in RCA irrespective of indices. LCx = left circumflex artery; LM = left main; RCA = right coronary artery; other abbreviations as in Figure 1.

# Une FFR peut en cacher une autre ..



# La zone Grise 0,75-0,85

- Traitement médical ? Revascularisation .. Quand même ?
- Defer like mais une autre époque ....
- Limites d'une valeur seuil binaire fixe pour une variable physiologique ... en particulier pour les valeurs de FFR proches du seuil



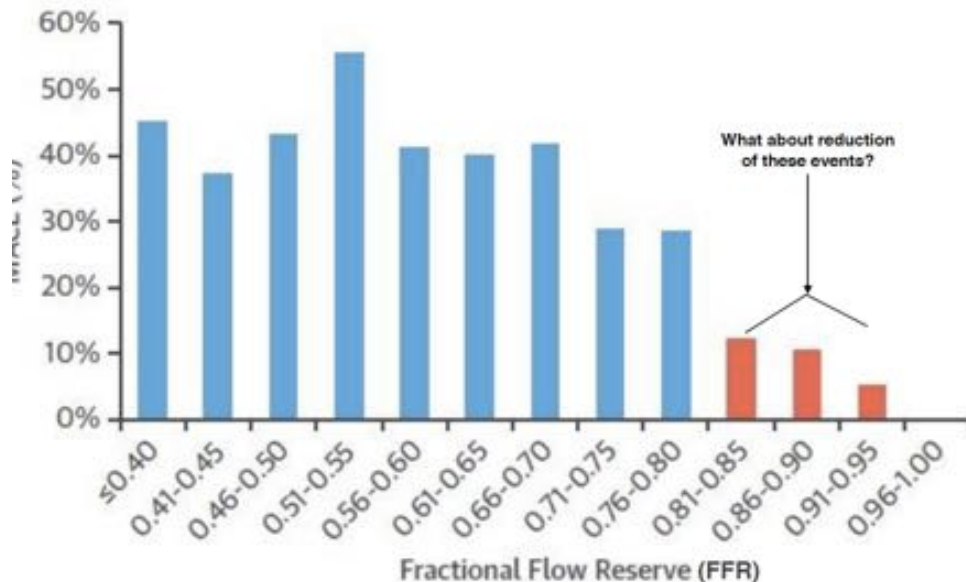


# FAME 2

## FAME-2 (Substudy: medically treated patients)

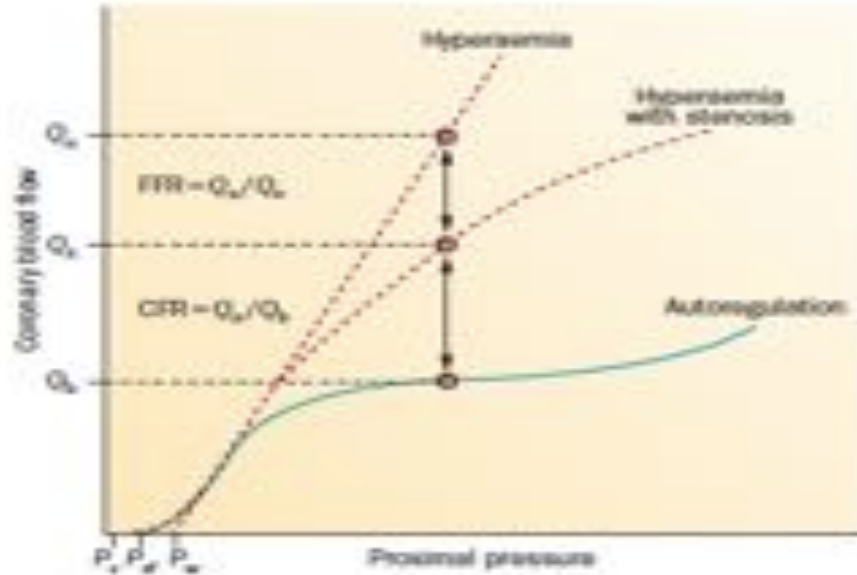
Barbato, E. et al. J Am Coll Cardiol. 2016;68:2247-55

### FFR and Major Adverse Cardiovascular Events (MACE)



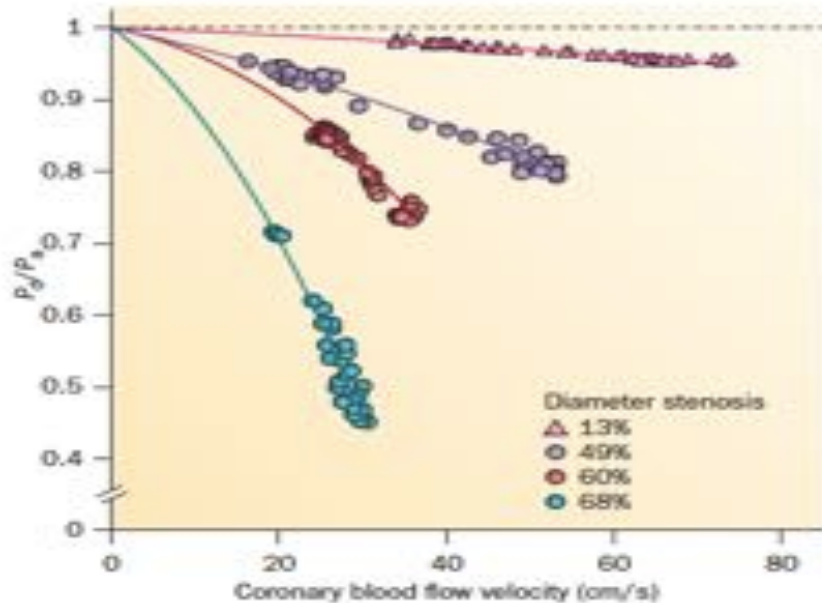
- A 1 an 80% des patients avec FFR < 0,80 n'ont pas eu d'évènements
- 70% des patients avec FFR < 0,80 n'ont pas eu de revascularisation
- La stricte observance de du seuil de 0,80 ne permet pas de discriminer précisément les sténoses chez les patients en angor stable

# Les approximations physiologiques du concept de FFR



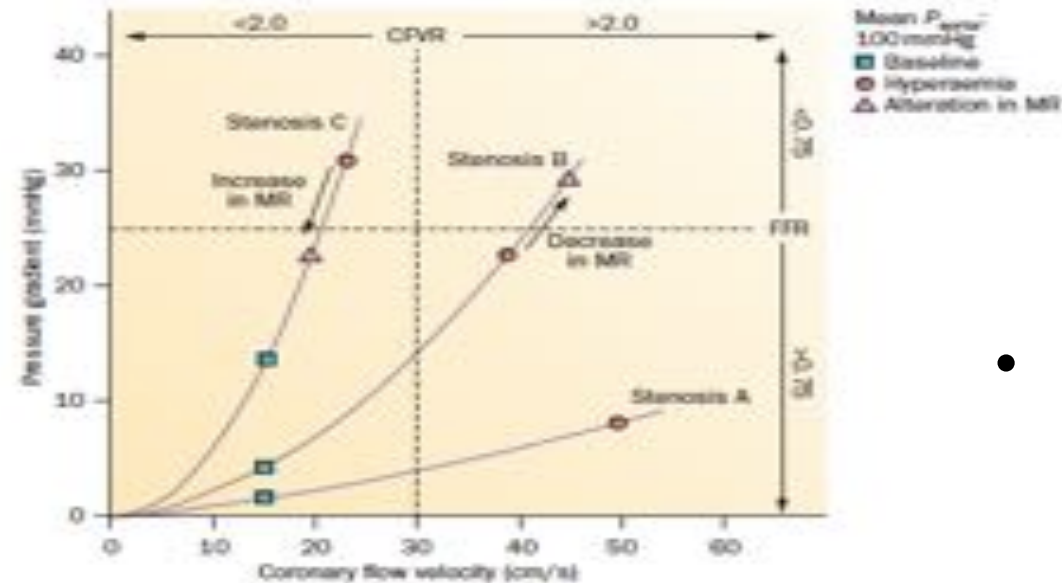
- Non linéarité de la relation Pression-débit coronaire > FFR sténose serrée
- Pression veineuse centrale > FFR
- Flux collatéral > FFR
- Capacitance épicardique
- Compliance myocardique

# Vasodilatation pharmacologique maximale



- La valeur de FFR dépend de l'amplitude de la réponse hyperhémique. Une modification inattendue des résistances micro vasculaires minimales influencera la mesure de FFR
- L'importance de cette variation est plus grande pour les sténoses significatives que pour les moins significatives

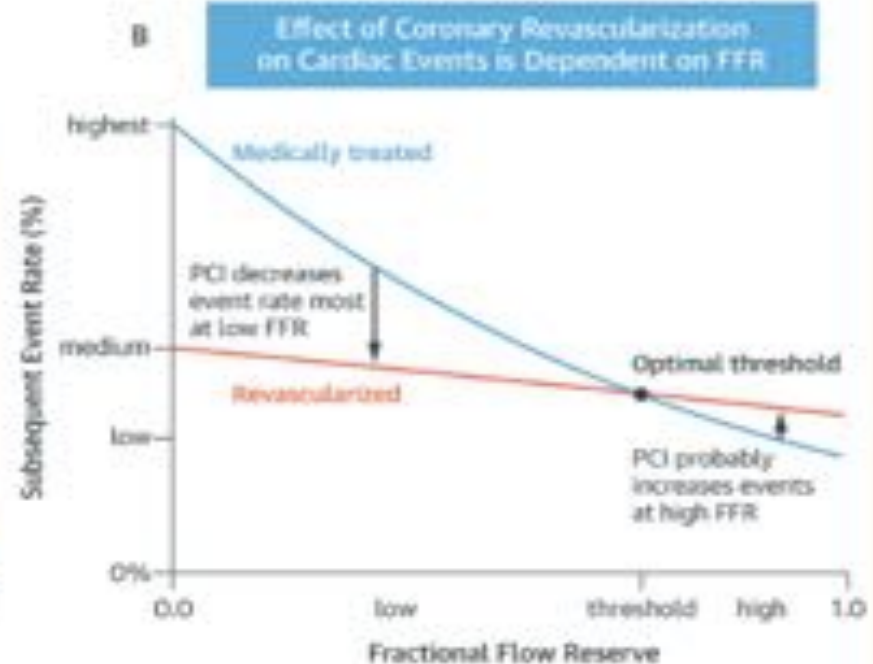
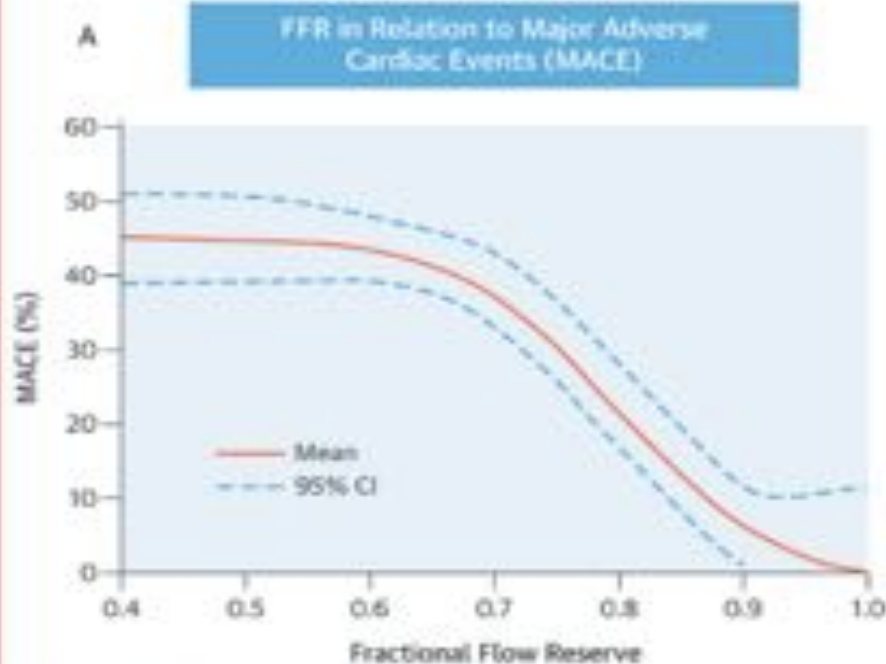
# Adaptation des micro-résistances



- Résistances microvasculaires dépendent de la pression de perfusion et donc de la sténose.
- Surestimation de la FFR pour les sténoses les plus serrées Piljs et col, [Circulation](#). 1993 Apr;87(4):1354-67.

# FFR marqueur d'événements CV

## CENTRAL ILLUSTRATION FFR in Relation to Clinical Outcomes



# Valeur Seuil dépendante de l'efficacité de la revascularisation proposée

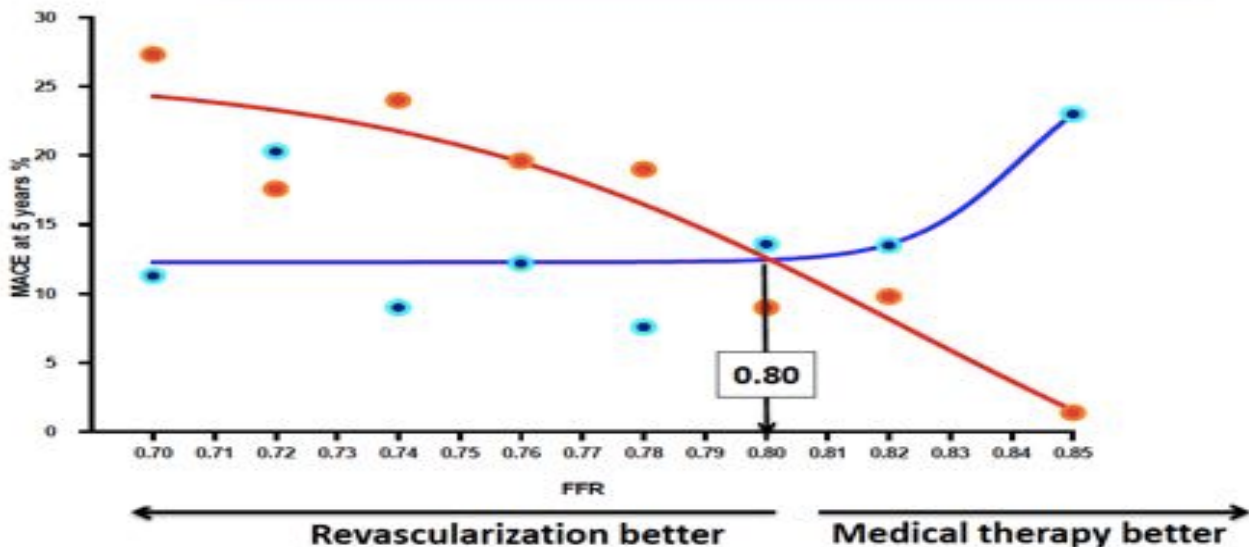
euro  
**PCR**  
 2015

## MACE-Rate per FFR strata

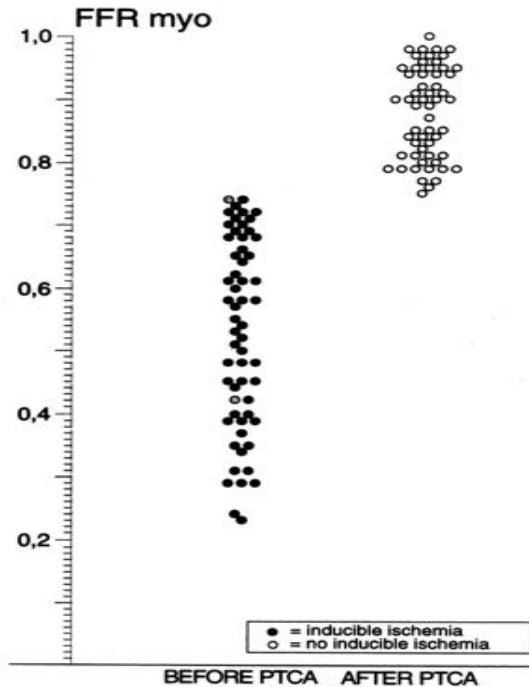


**Pts with MT (n=1010)**

**Pts with Revascularisation (n=449)**



# La FFR est un concept évolutif ...



- Concept physiologique
- Concept Fonctionnel
- Concept Pronostic clinique
- Marqueur d'événements

# Il faut garder la tête froide

- Technique non standardisée
- Nombreuses approximations du concept
- Il faut réserver la FFR aux lésions intermédiaires
- Quand la FFR est dans zone grise entre 0,77 et 0,83 :
  - Décision fonction de la clinique
  - Du rapport bénéfice risque
  - Autres tests fonctionnels
- 0,80 n'est pas une barrière infranchissable
- La vérité d'un jour n'est pas forcément celle du lendemain
  - L'amélioration des stents devrait modifier la valeur seuil de FFR

