

# Circulation Coronaire et Hypertension Artérielle

*Olivier Ormezzano  
CHU Michallon  
Grenoble*

DIU HTA – Janvier 2013

# Débit coronaire = pression de perfusion / Résistance

- **Pression de perfusion = PAD - PDiast VG**
- **Résistance**
  - 10% trajet épicardique
  - 90% trajet artériolaire
    - » R extrinsèque : contre pression intramyocardique
    - » R intrinsèque : tonus vasomoteur artériel
      - Système Sympathique et Parasympathique
      - Hormones (Système rénine Angiotensine)
      - Endothélium
        - Facteurs vasodilatateurs :
          - NO Stimulation hormonale, paracrine
          - facteurs mécaniques (pression, shear stress...)
          - facteurs métaboliques
          - PGI2
        - Facteurs vasoconstricteurs : EDCF, Endothéline

# ***Hypertension : Anomalies Structurelles et/ou Fonctionnelles***

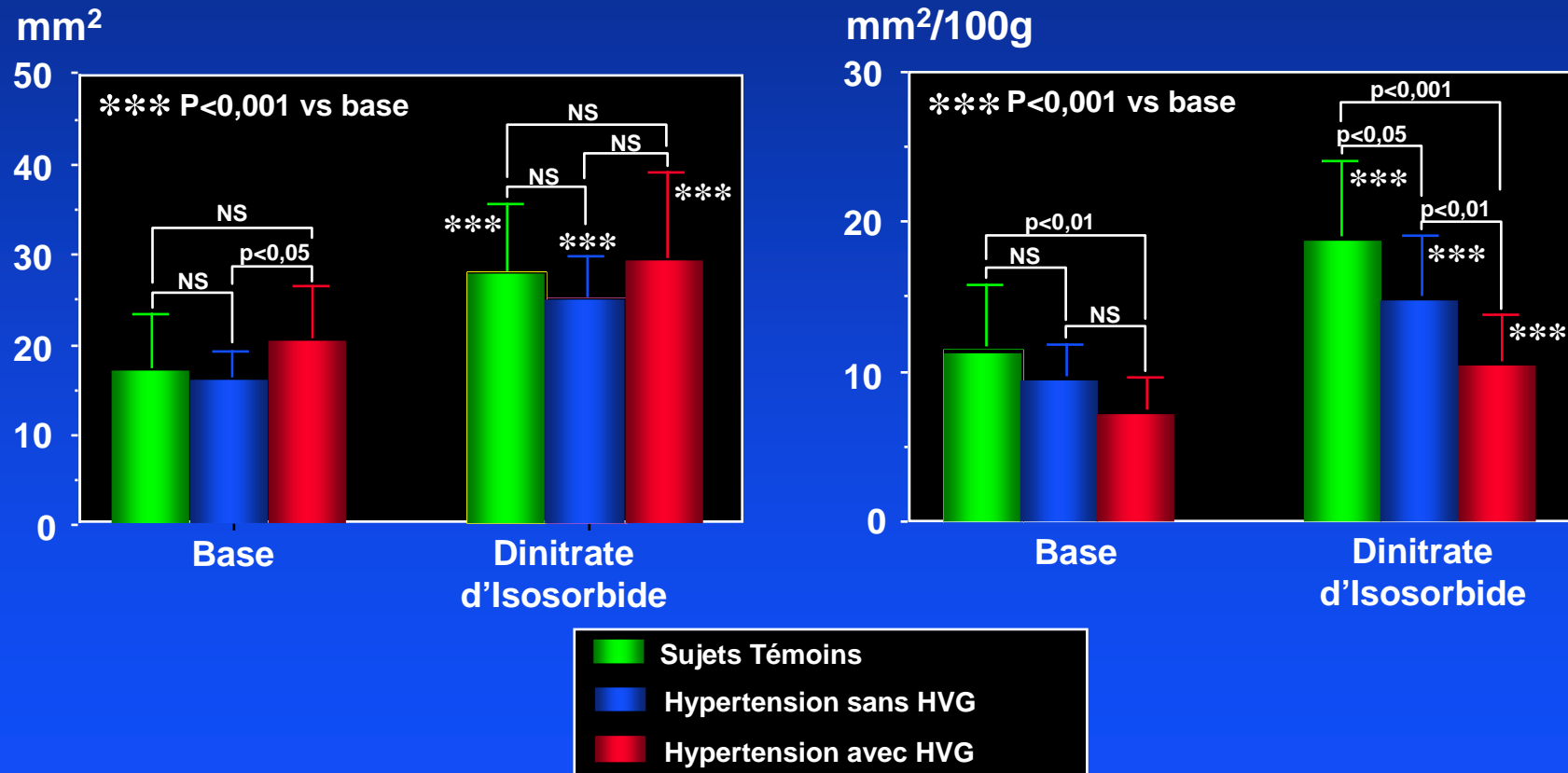
- 1- Artères Coronaires Épicardiques**
- 2- Petites Artères et Artérioles**
- 3- Capillaires**

# ***Hypertension : Anomalies Structurelles et/ou Fonctionnelles***

## **1- Artères Coronaires Épicardiques**

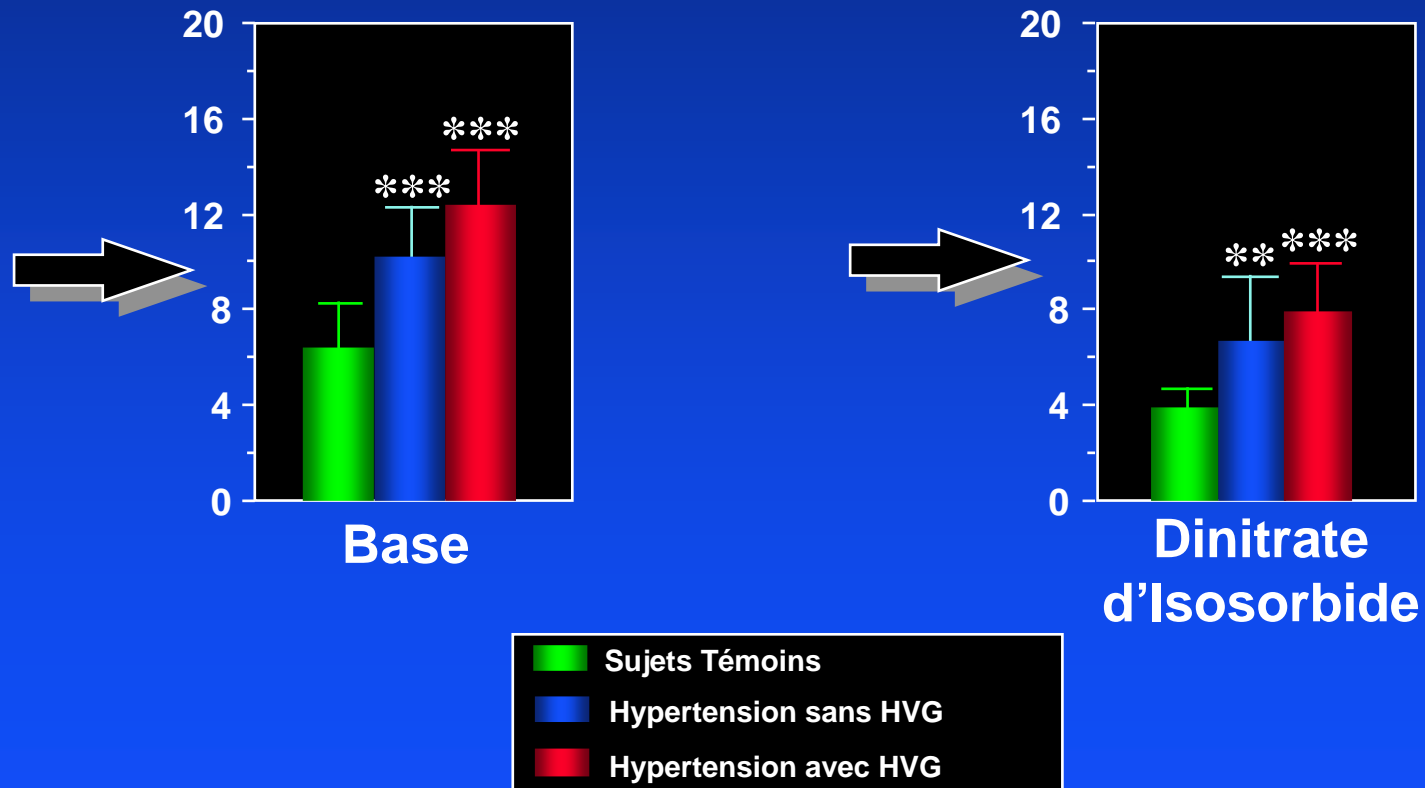
# Pas de remodelage excentrique des artères coronaires chez l'hypertendu

## Surface de Section (IVA + Cx)



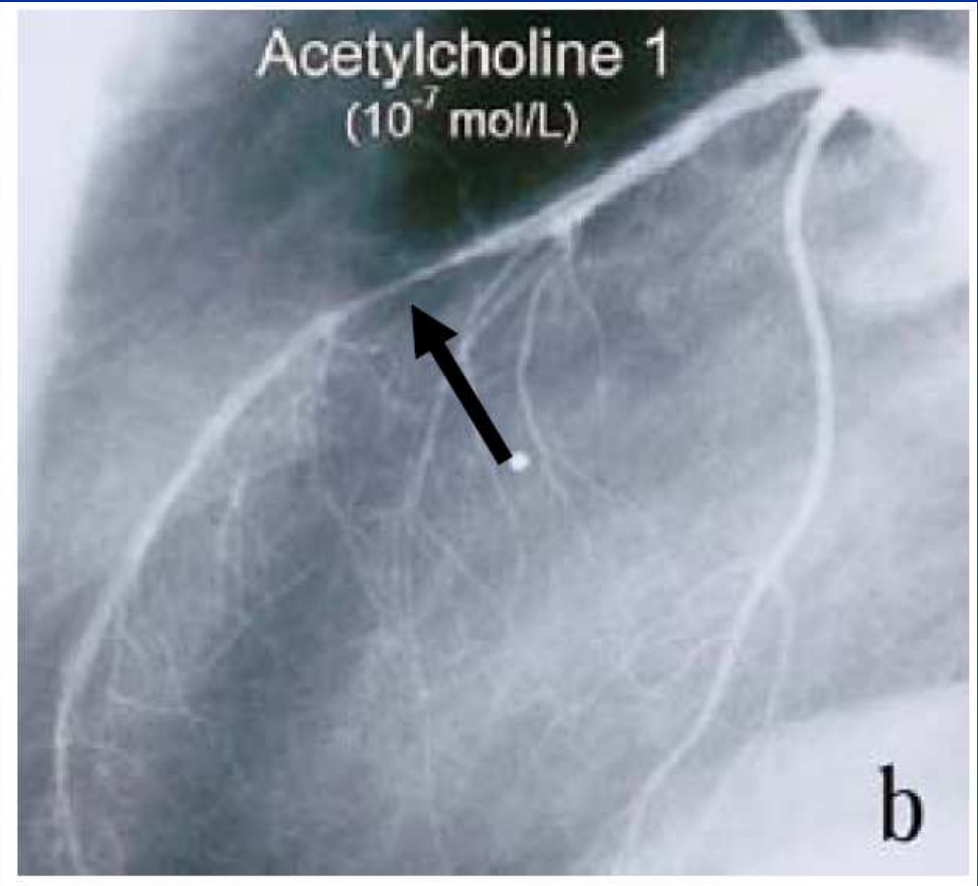
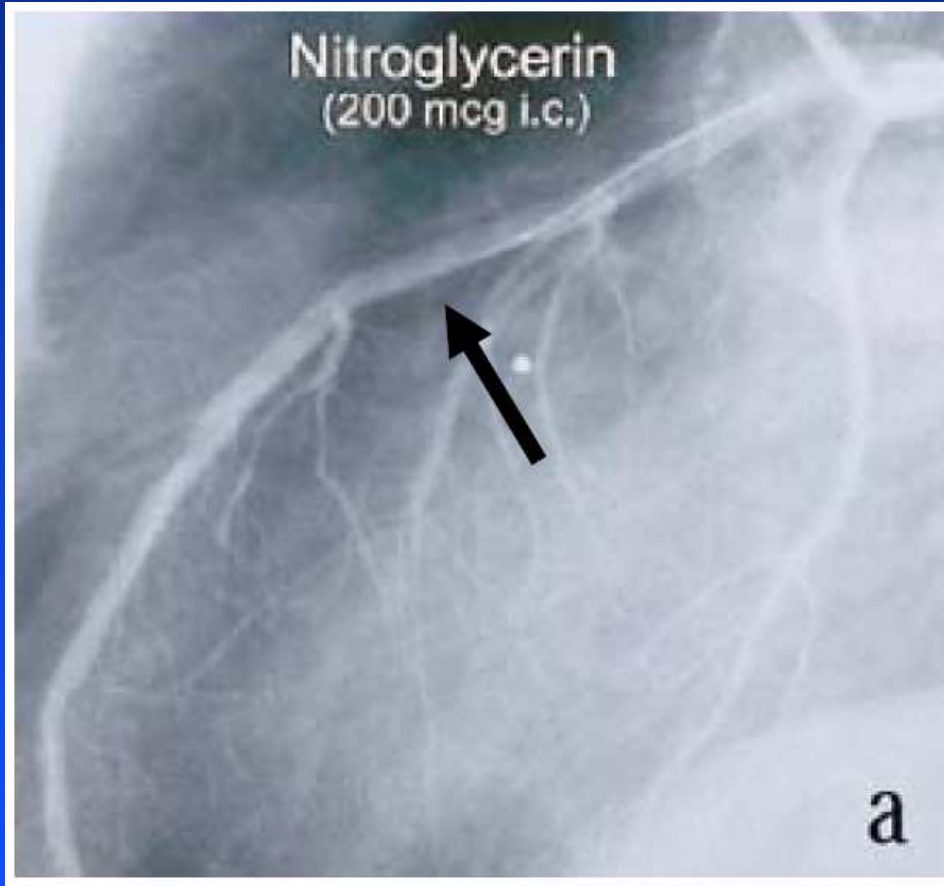
Pas de remodelage excentrique des artères coronaires chez l'hypertendu

## Vitesse d'Écoulement Intracoronaire (cm/sec)



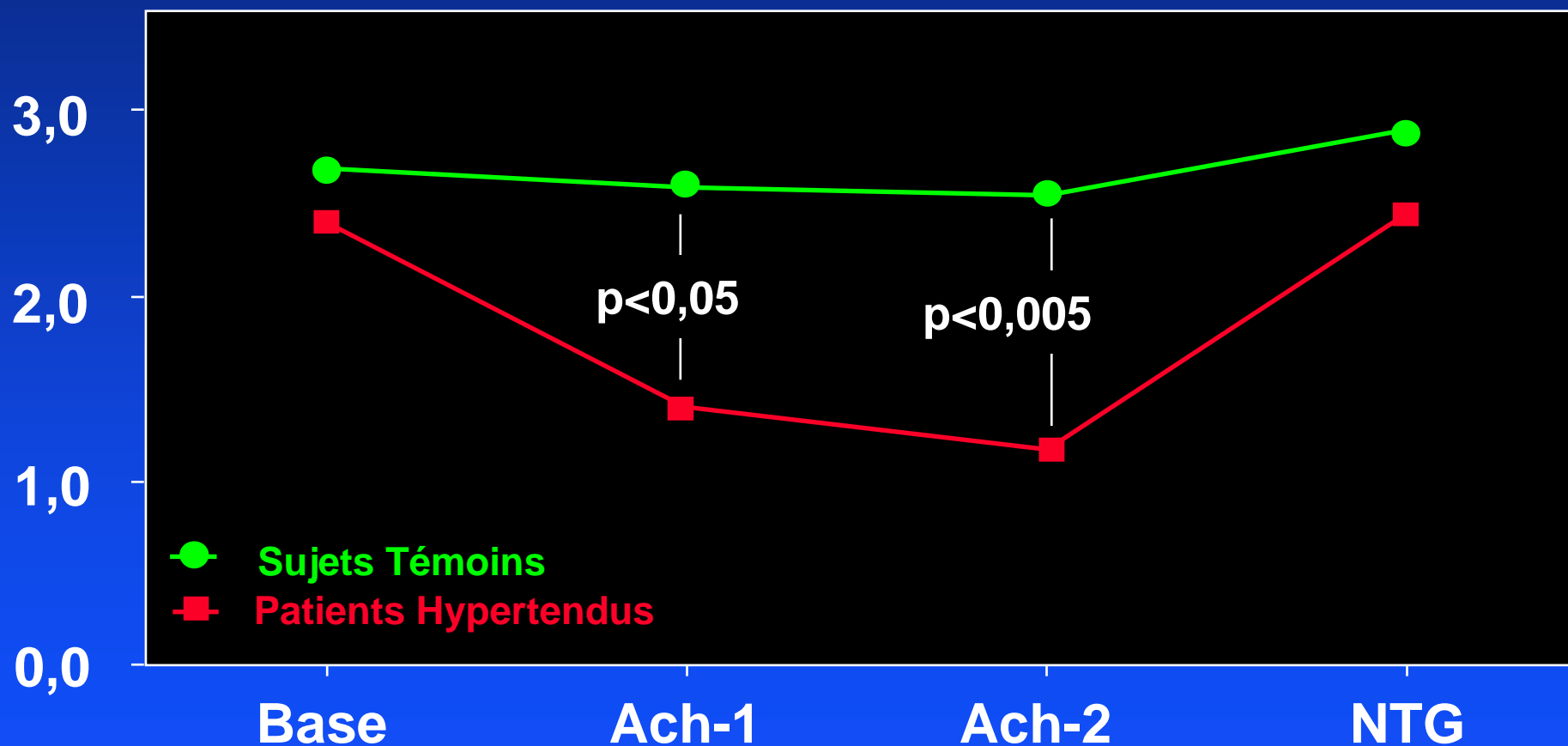
HTA : Dysfonction endothéliale : vasoconstriction sous Acétylcholine

# Hypertension Artérielle Essentielle



Dysfonction endothéliale : vasoconstriction sous Acétylcholine

Diamètre Coronaire (mm)

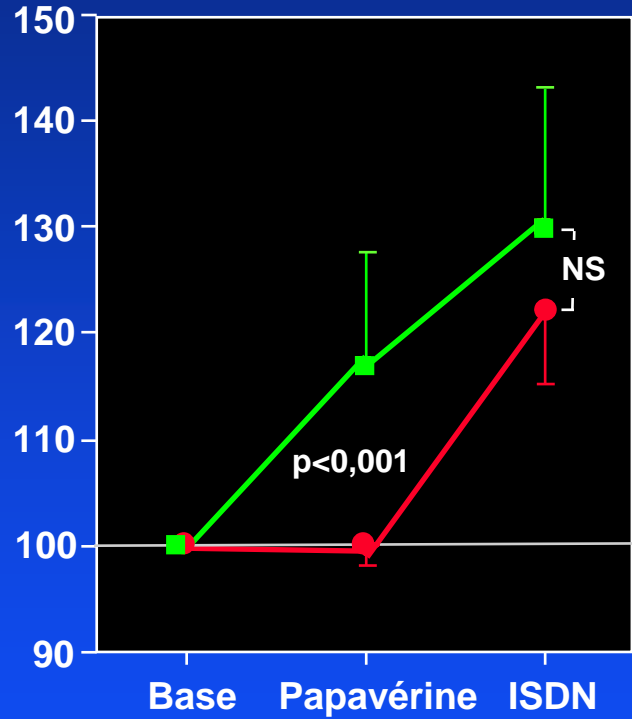




Dysfonction endothéliale : absence de vasodilatation flux dépendant

## Flux-Dépendance

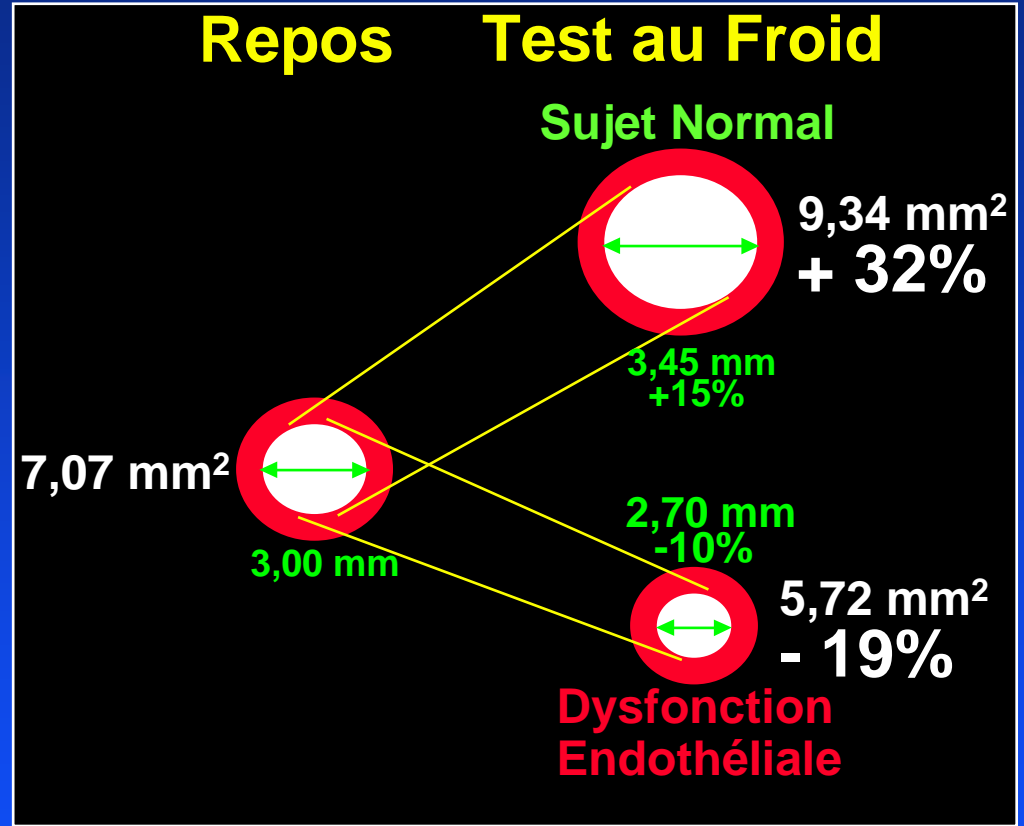
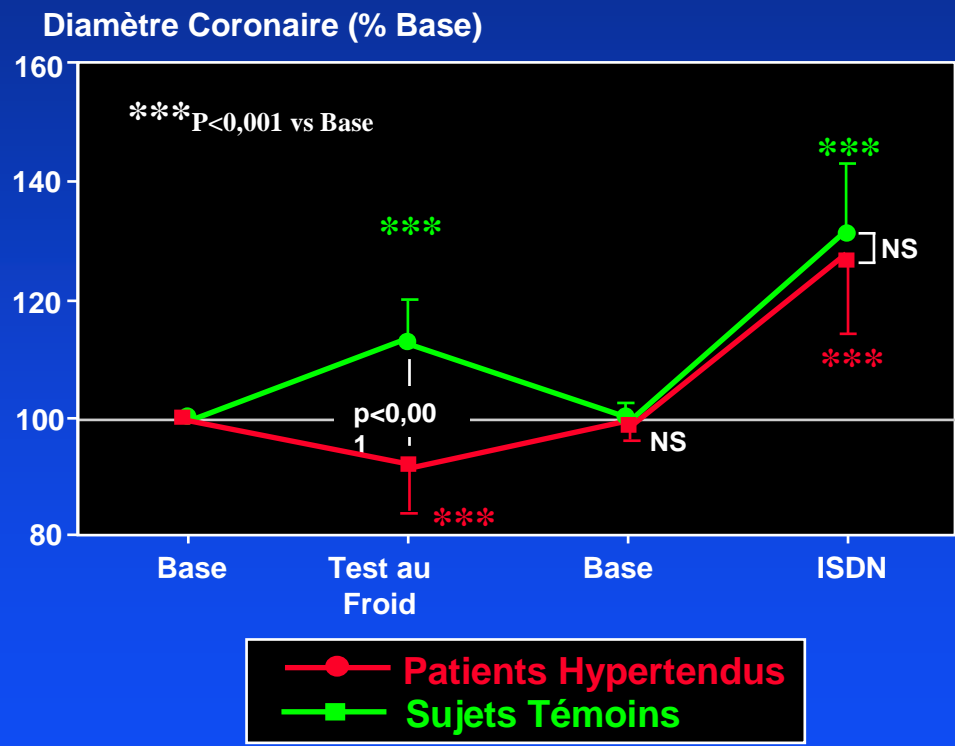
Diamètre Coronaire (% Base)



—●— Patients Hypertendus  
—■— Sujets Témoins

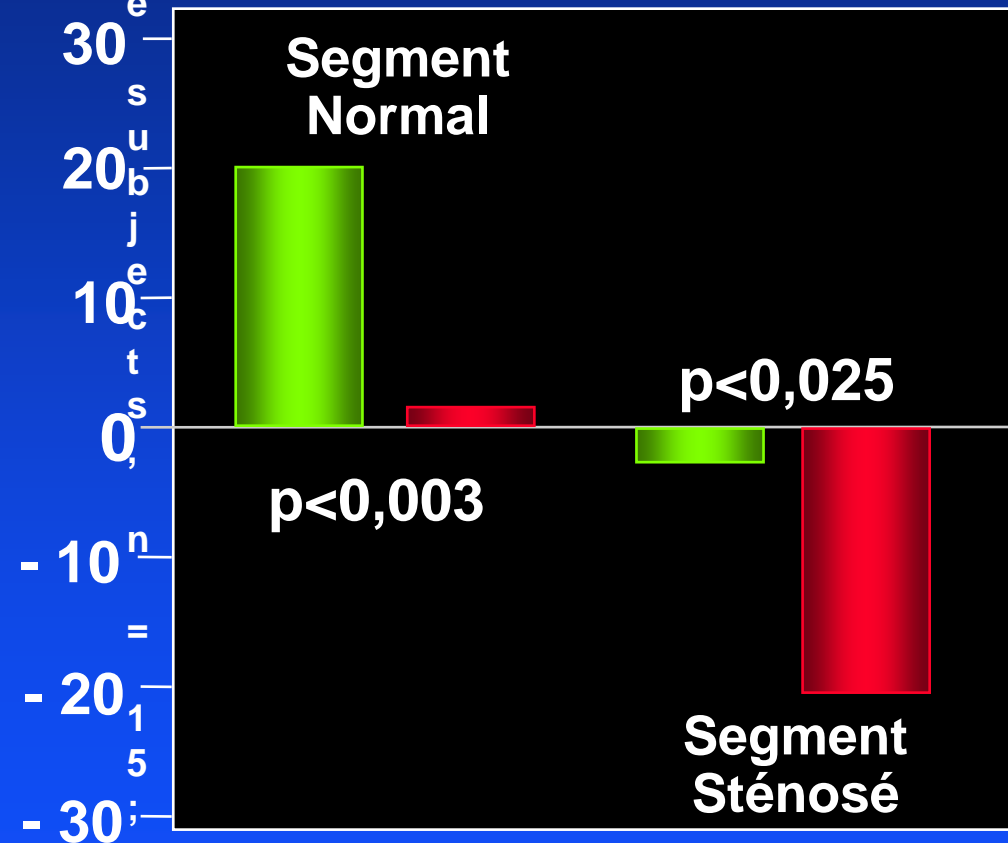
# Dysfonction endothéliale : Vasoconstriction paradoxale au froid

## Test au Froid



Dysfonction endothéliale à l'exercice : réduction de la vasodilatation des segments « normaux » et majoration de la vasoconstriction des segments sténosés. (Ca bloquant « normalise » la réponse)

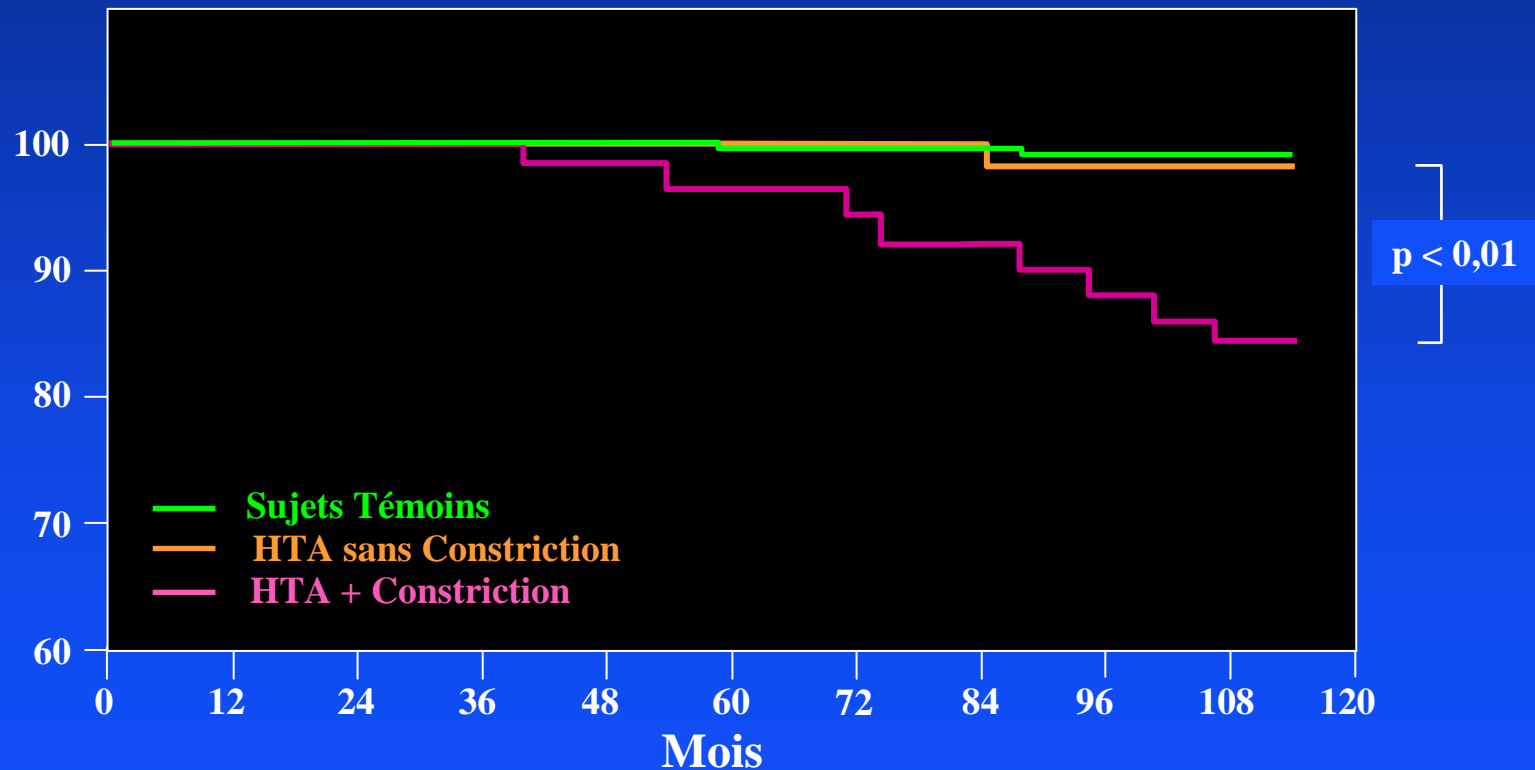
Δ Surface de Section à l'Exercice (%)



# Valeur Prédicative de la Dysfonction Endothéliale Coronaire (Test au Froid)

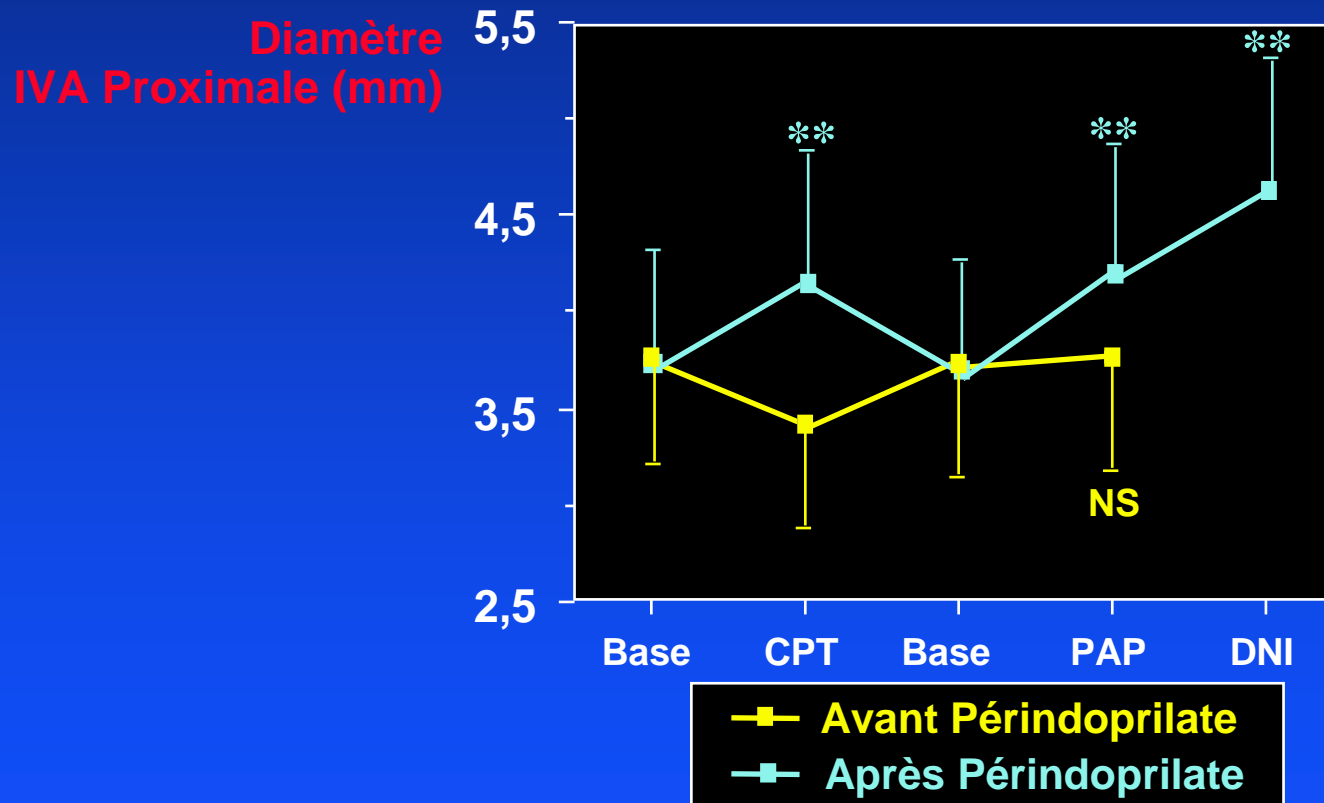
- Coronaires angiographiquement « normales » -

Patients Sans Événement Cardiaque (%)

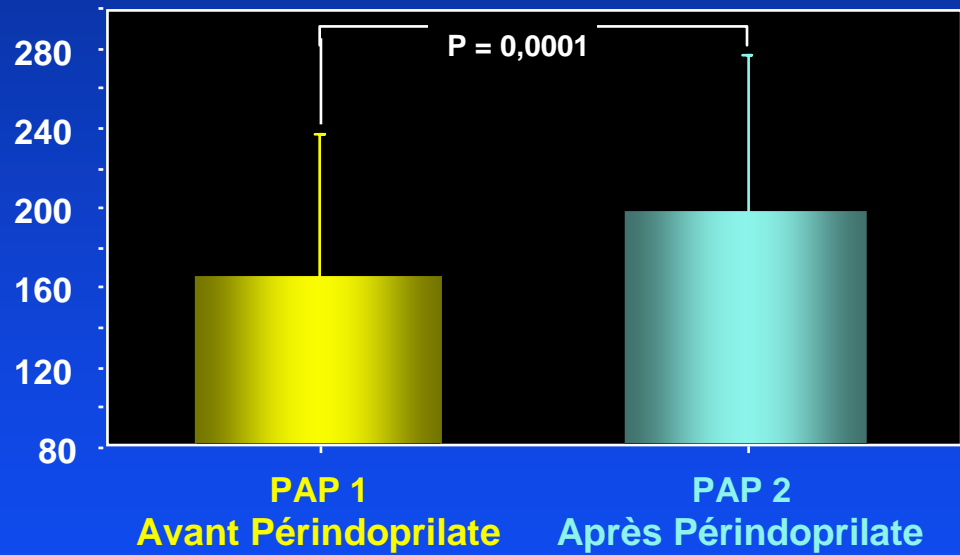


## Effets de l'Inhibition de l'Enzyme de Conversion

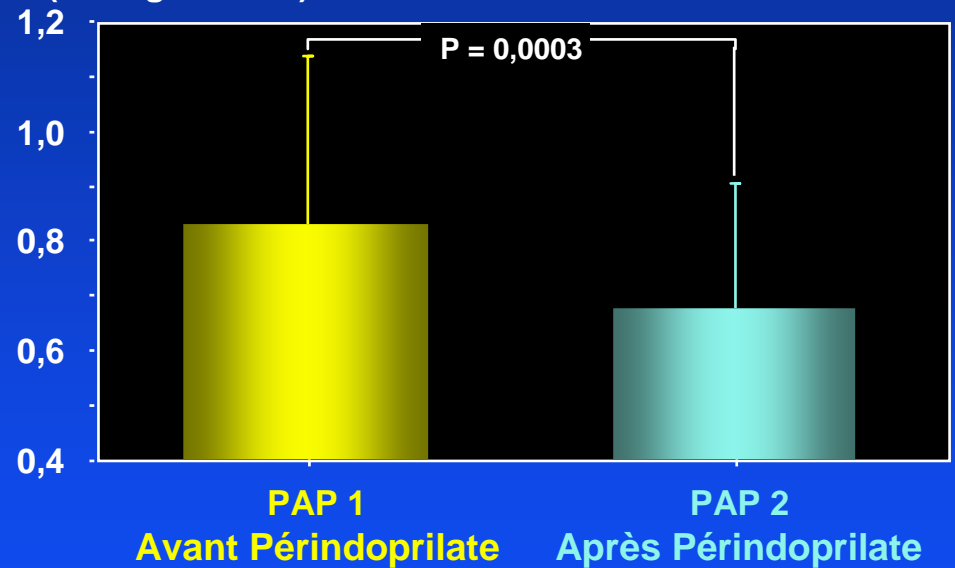
Dysfonction endothéliale : IEC atténue la constriction dépendante de l'activité sympathique et l'absence de vasodilatation flux dépendant



### Débit Coronaire Maximal (mL/min)



### Résistance Coronaire Minimale (mmHg/mL/min)



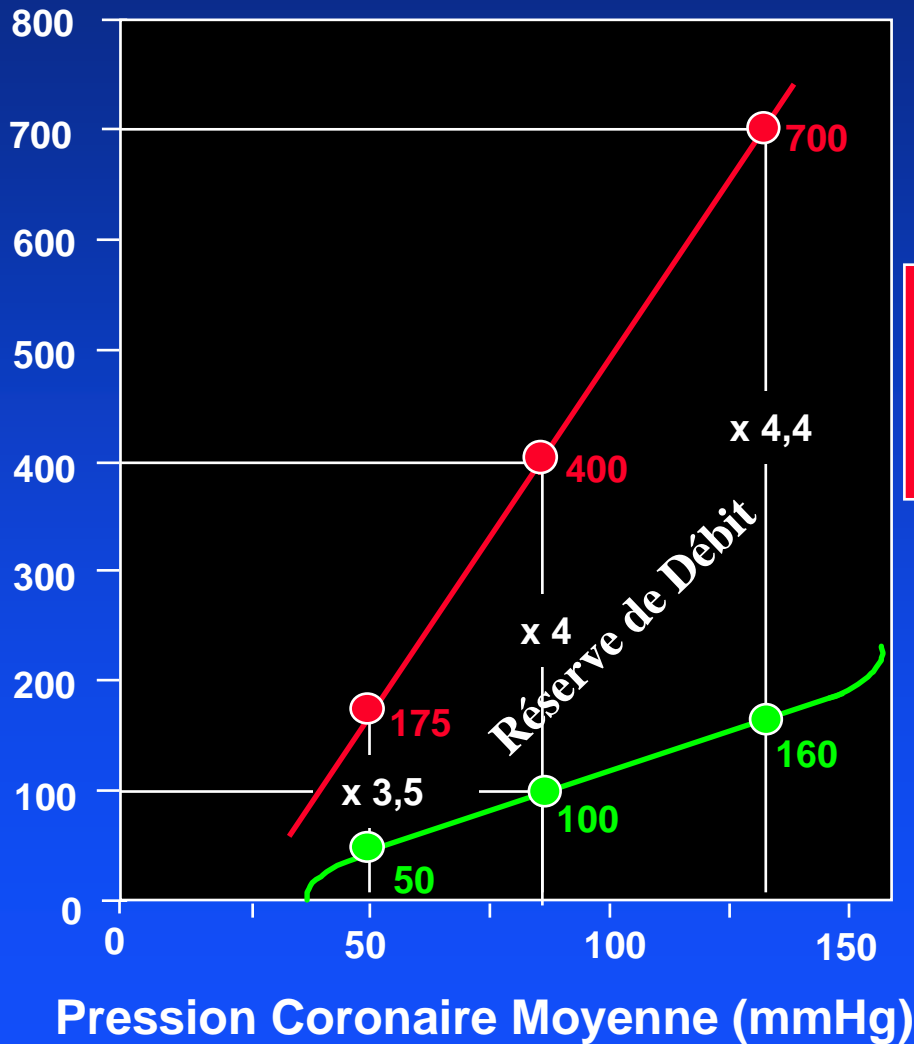
# ***Hypertension : Anomalies Structurelles et/ou Fonctionnelles***

- 1- Artères Coronaires Épicardiques**
- 2- Petites Artères et Artérioles**

## RESERVE CORONAIRE

- pour une pression de perfusion coronaire donnée, le débit basal est autorégulé, entre 50 et 130 mmHg
- si on dilate pharmacologiquement les vaisseaux coronaires cette autorégulation disparaît et le débit coronaire augmente alors de manière linéaire avec la pression de perfusion

### Débit Coronaire (mL/min)



**Débit Coronaire  
Maximal**

**Dipyridamole  
Papavérine  
Adénosine  
Hyperémie Post-Occlusive**

**Débit Coronaire  
Basal**



# Circulation coronaire, HTA masquée et HTA « blouse blanche »

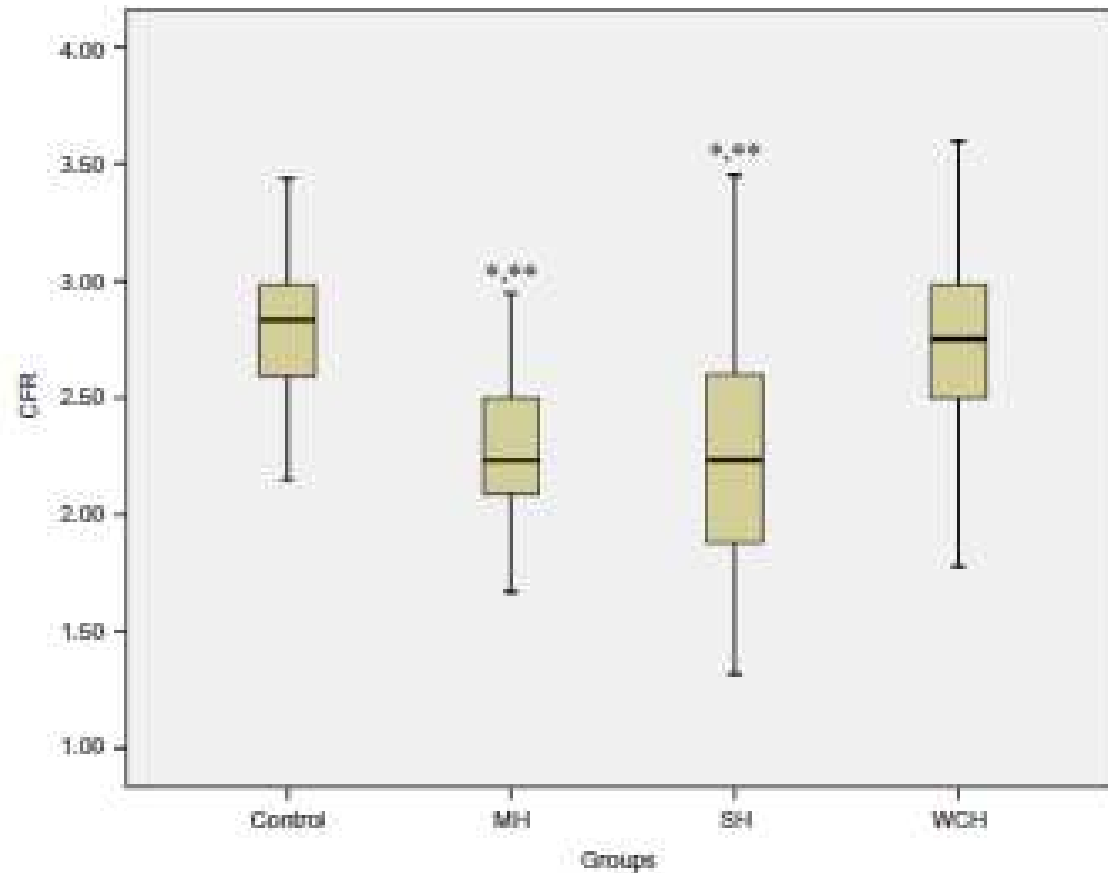
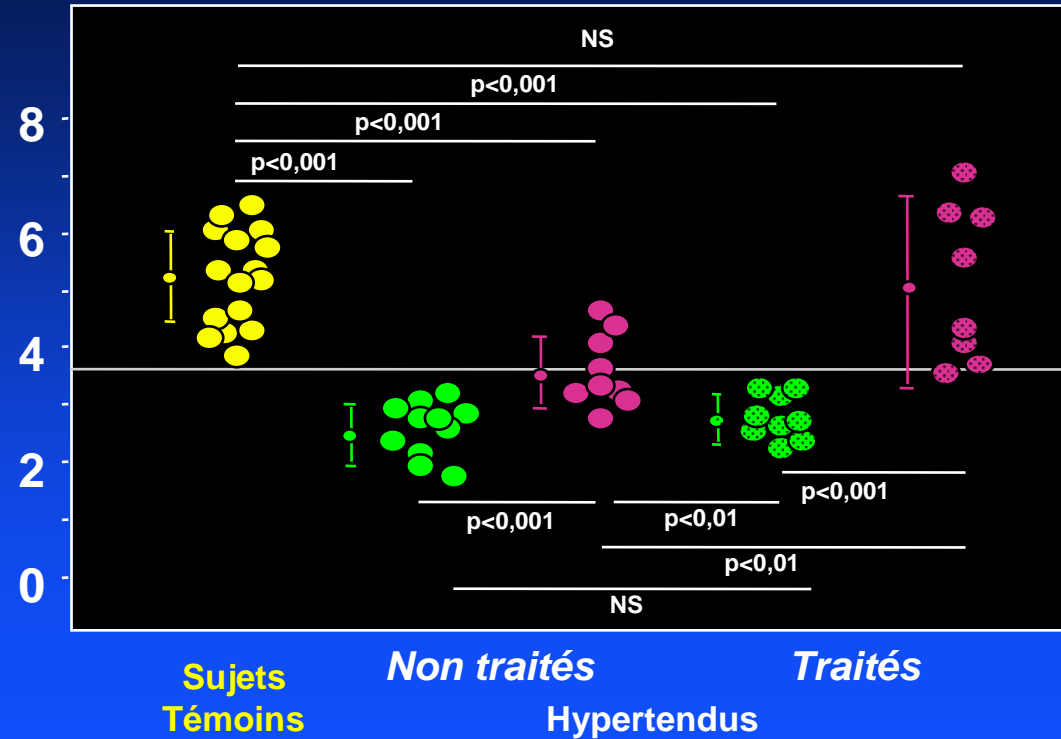


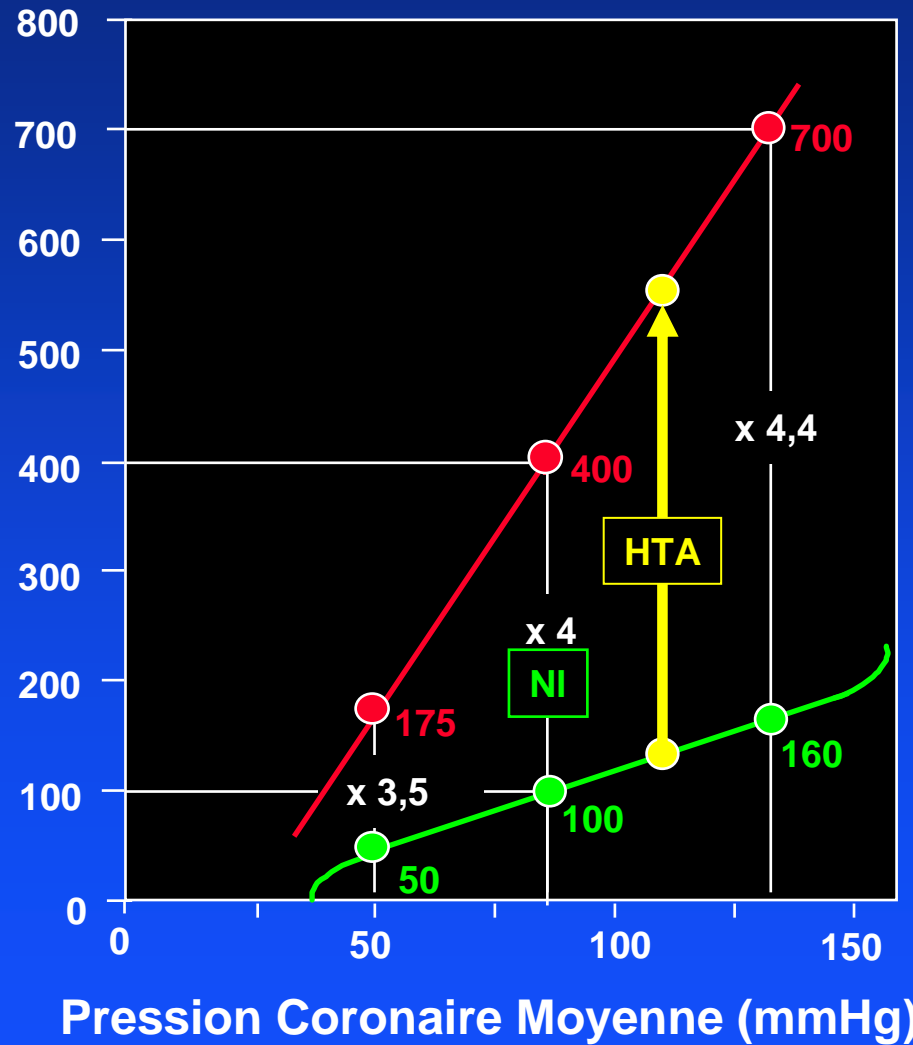
Figure 2. Comparison of coronary flow reserve among the groups.  
\* $P < .05$  versus control group; \*\* $P < .05$  versus WCH.

Récupération partielle de la RESERVE CORONAIRE chez l'hypertendu traité en fonction de l'HVG  
=> Récupération partielle de la RC chez l'hypertendu sans HVG traité

### Vitesse Maximale/Vitesse de Base



## Débit Coronaire (mL/min)

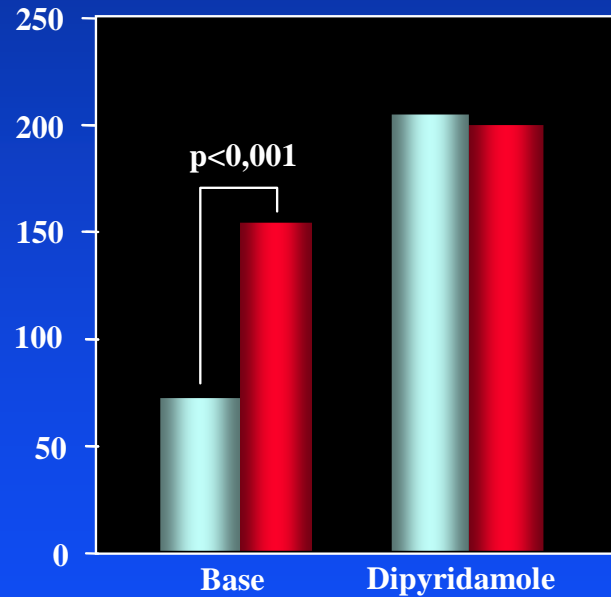


**Débit Coronaire  
Maximal**

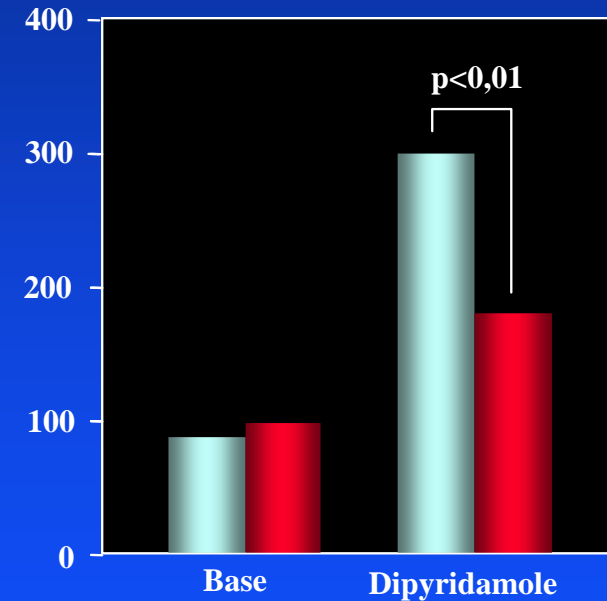
**Débit Coronaire  
Basal**

# Hypertension Artérielle et Réserve de Débit Coronaire (Dipyridamole)

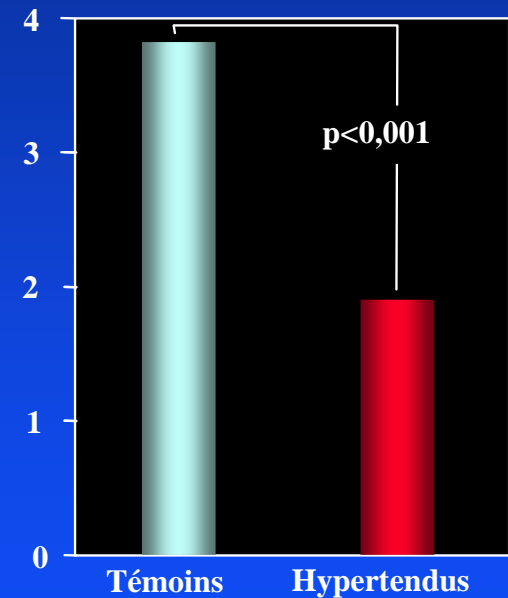
Débit Coronaire (mL/min)



Débit Coronaire (mL/min/100g)



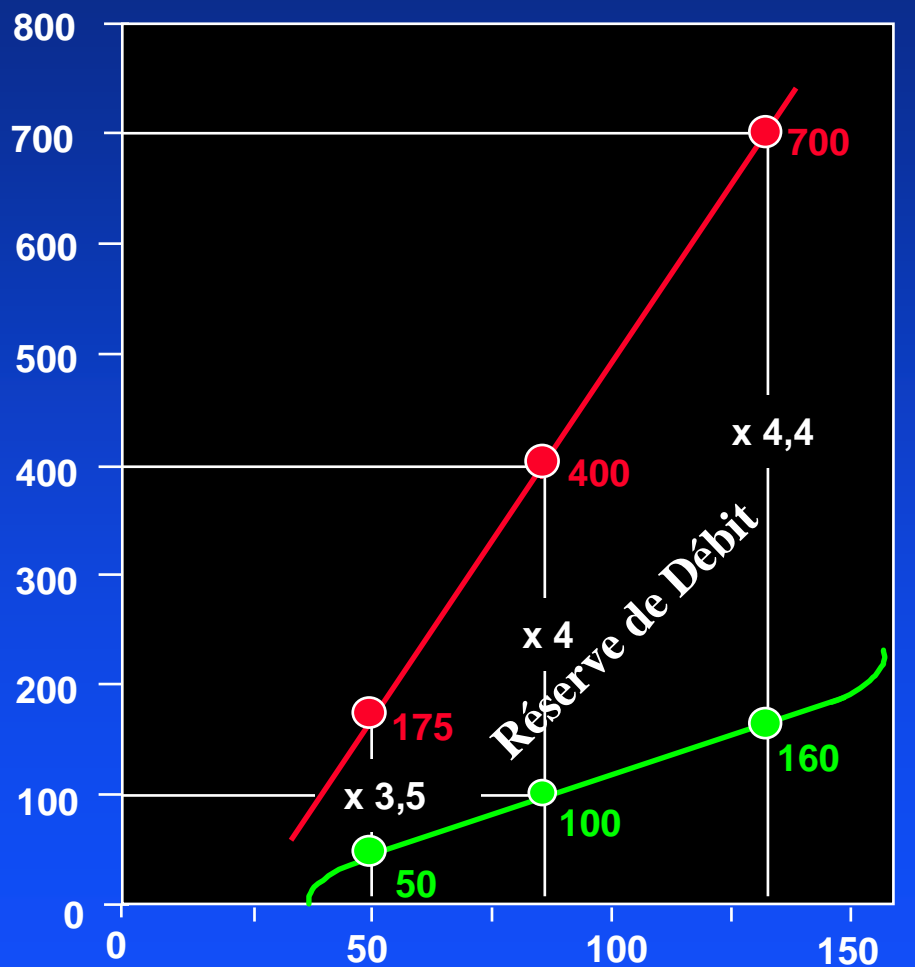
Débit Coronaire Maximal/Basal



**Témoins** **Hypertendus**

# Diminution de la Surface de Section Maximale des Vaisseaux Coronaires

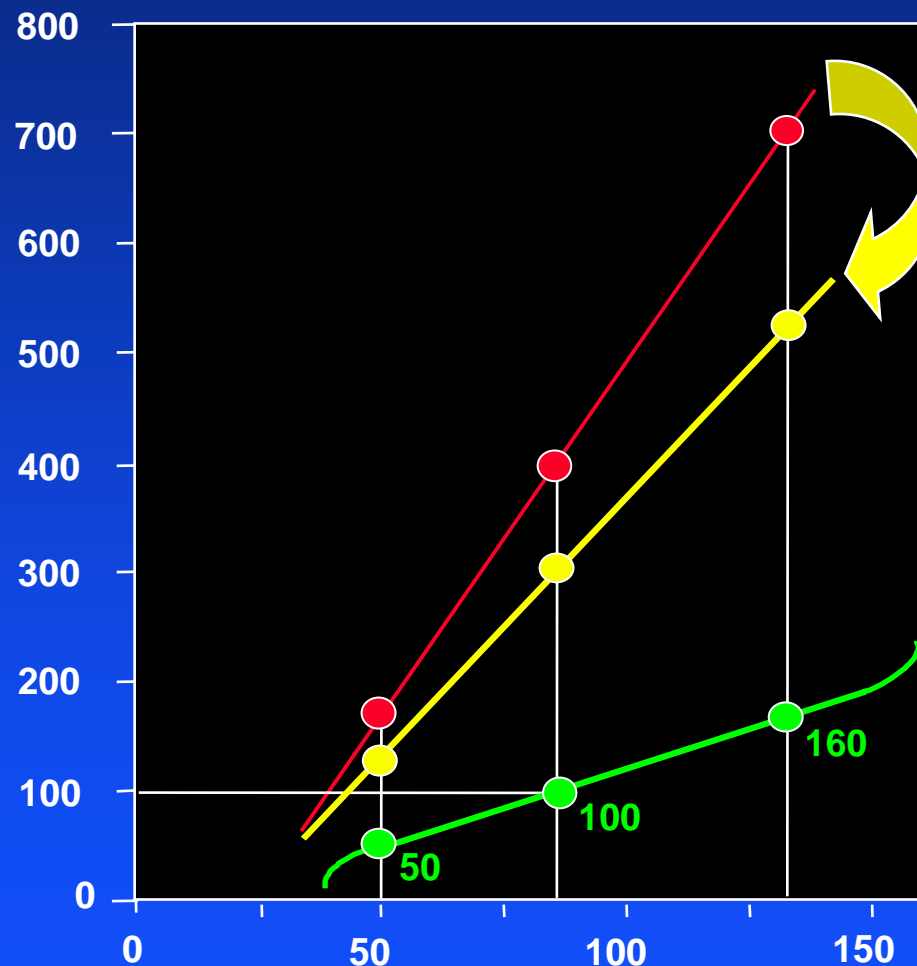
Débit Coronaire (mL/min)



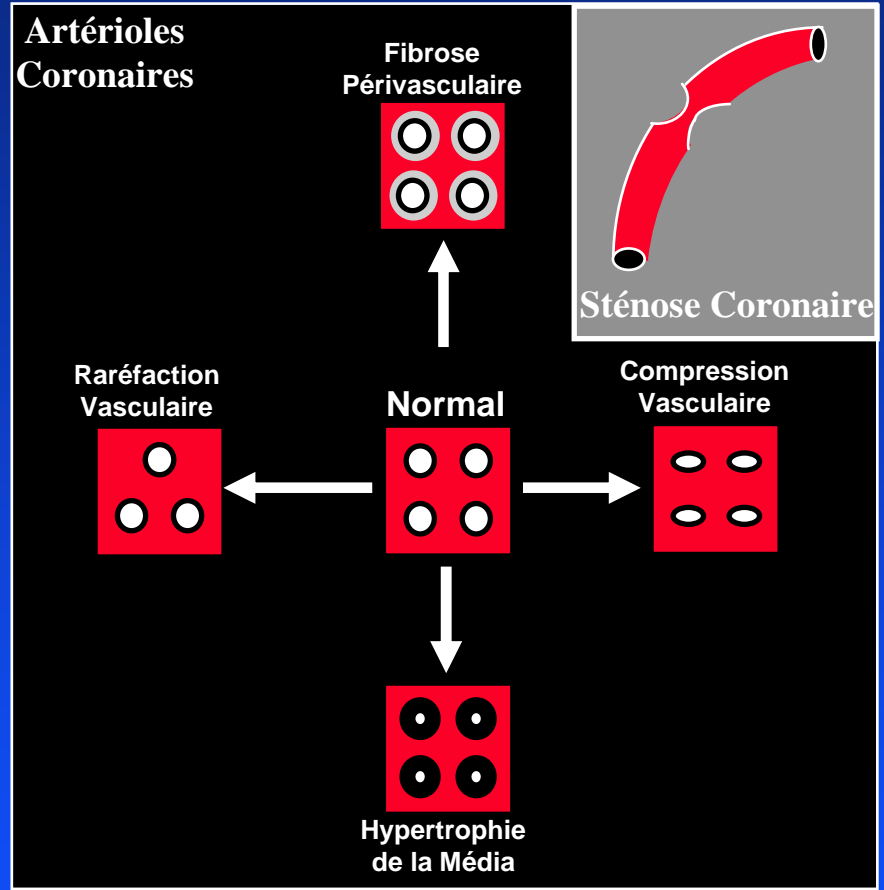
Pression Coronaire Moyenne (mmHg)



Débit Coronaire (mL/min)



Pression Coronaire Moyenne (mmHg)



## Raréfaction Artériolo-Capillaire Coronaire



Normal

Hypertension Artérielle

d'après Fulton.

## Biopsies Endomyocardiques



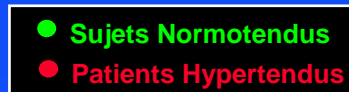
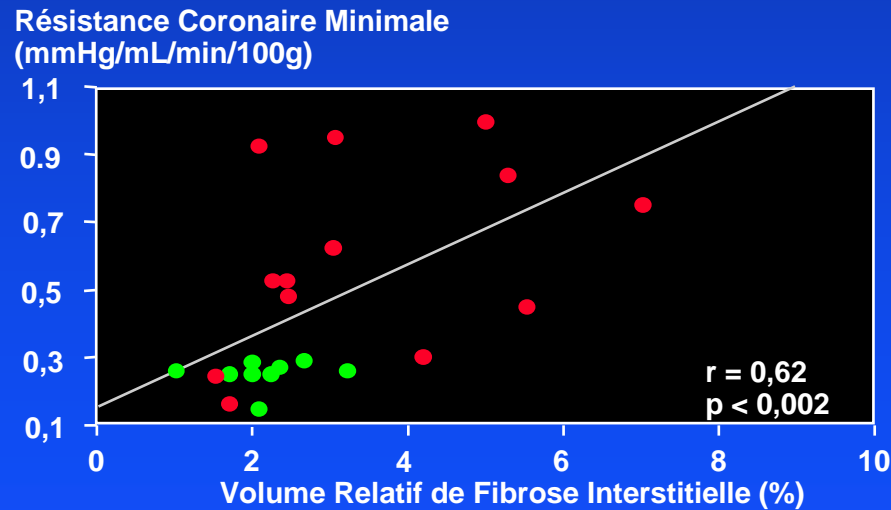
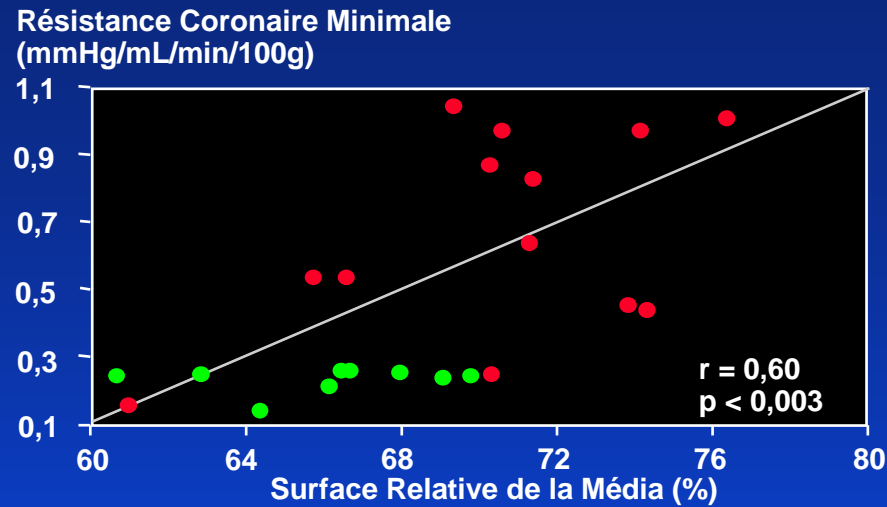
**Sujet Normal**



**Hypertension Artérielle**

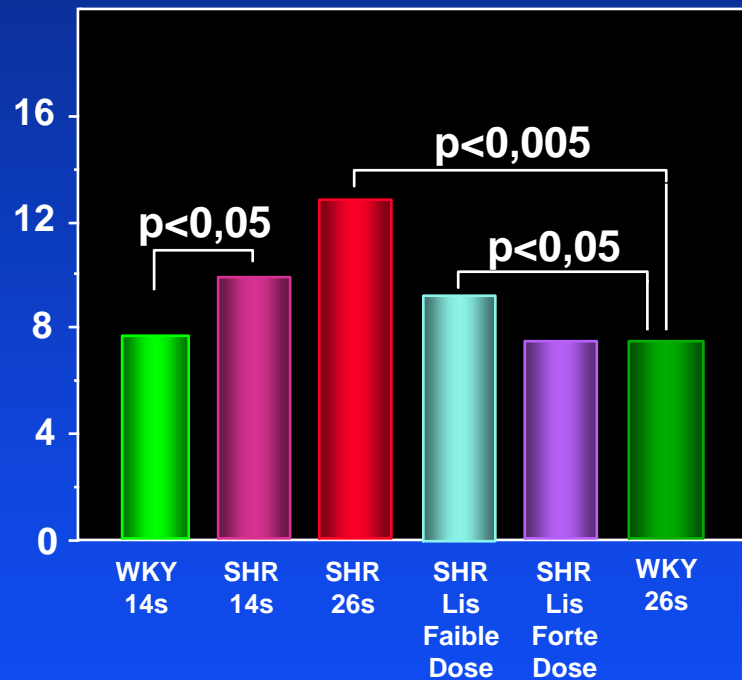


La résistance coronaire dépend de la « surface relative de la Média » et de la « fibrose interstitielle »

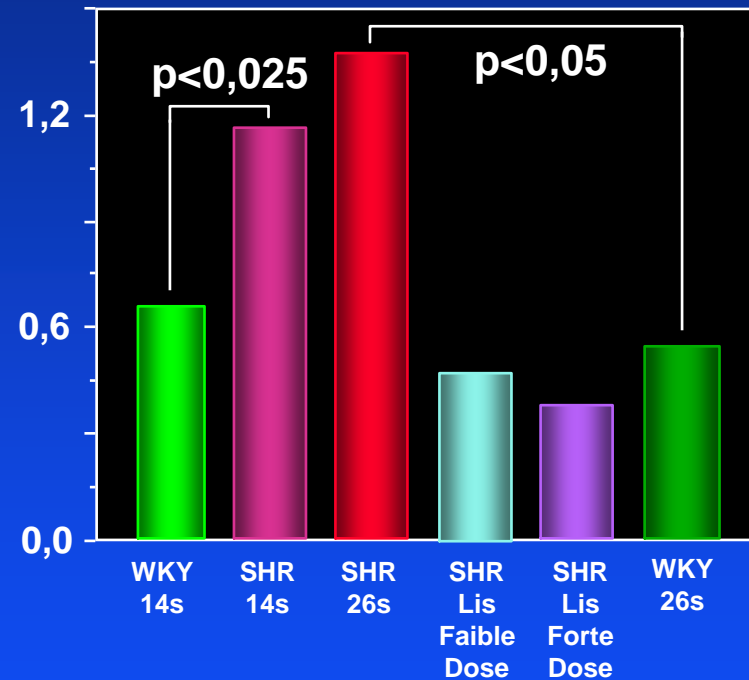


« L'épaisseur de la Média » des coronaires intramyocardiques et la « fibrose interstitielle » sont augmentés chez les rats hypertendus, sauf en cas d'IEC à fortes doses »

Épaisseur de la Média des Artères Intramyocardiques (µm)

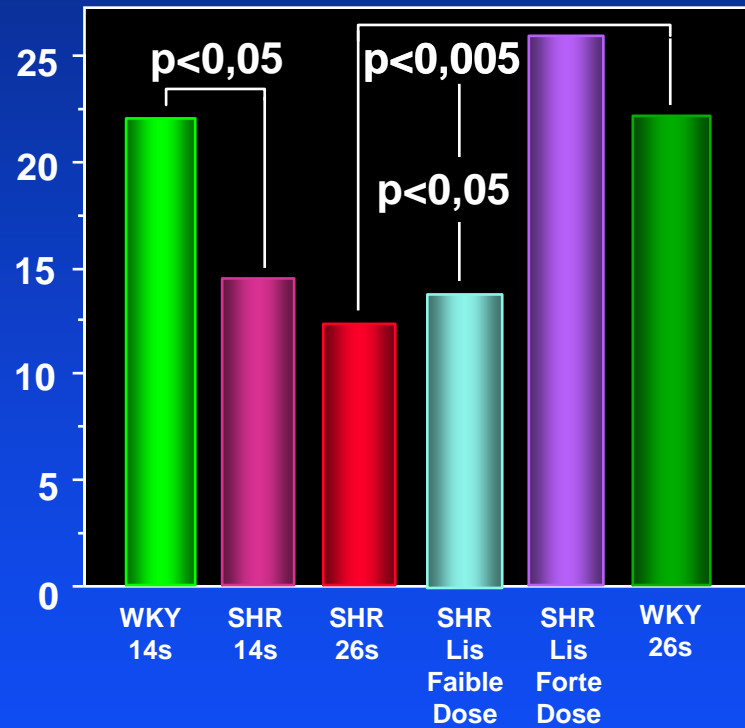


Fibrose Périvasculaire/Lumière

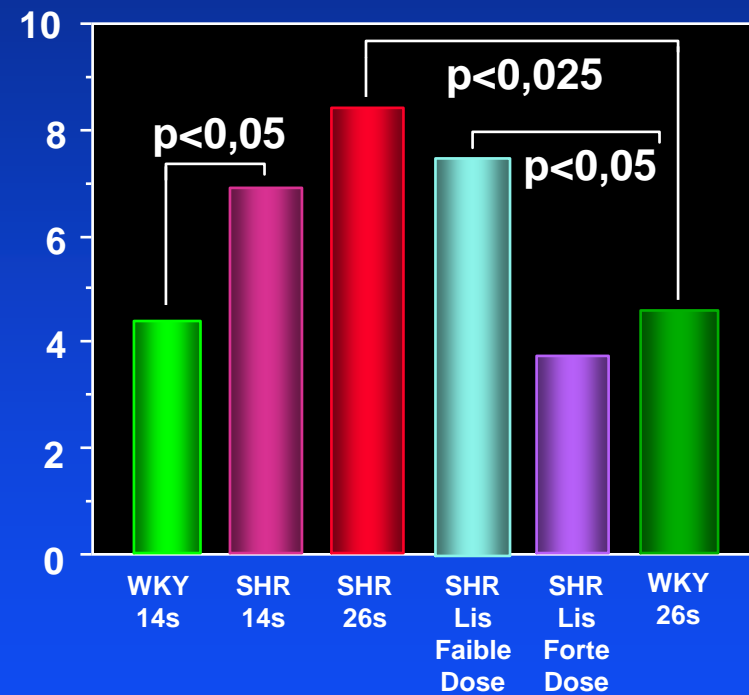


Le débit coronaire et les résistances coronaires rapportés au poids du VG sont reliés à « l'épaisseur de la Média » des coronaires intramyocardique et la « fibrose interstitielle » chez les rats hypertendus, sauf en cas d'IEC à fortes doses »

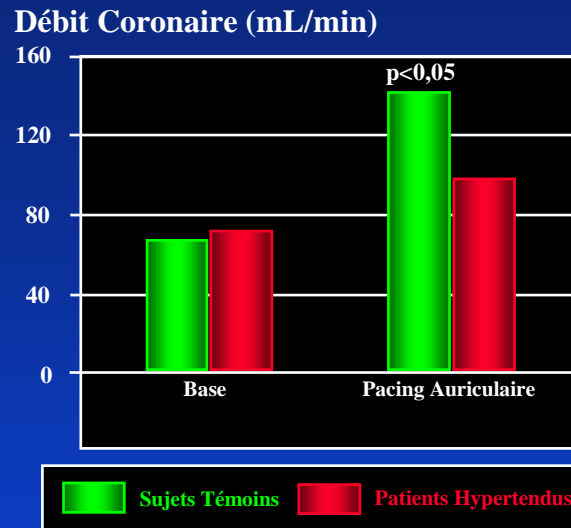
Débit Coronaire Maximal/Poids VG (mL/min/g)



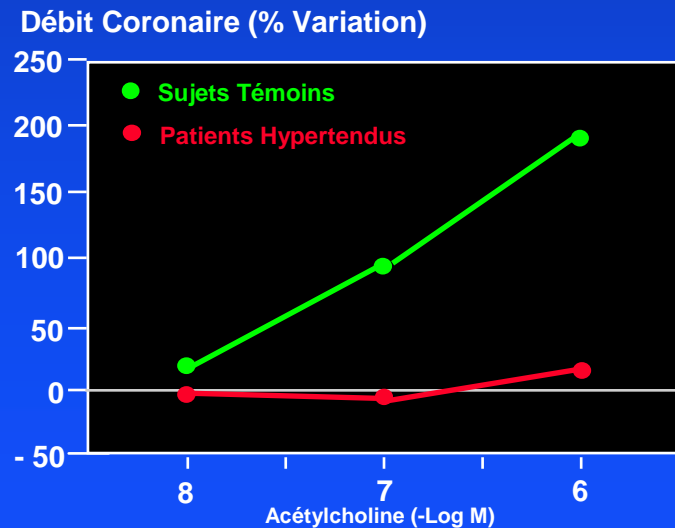
Résistance Coronaire Minimale/Poids VG (mmHg/mL/min/g)



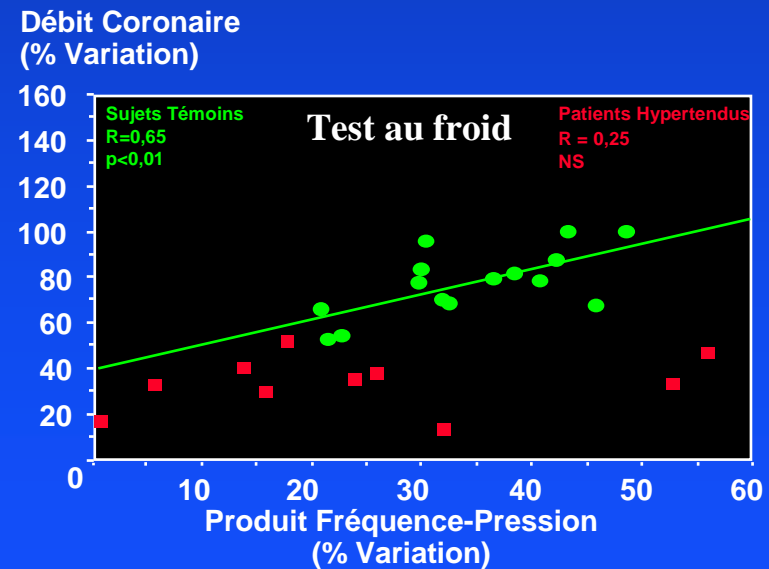
# Débit coronaires – endothélium dépendant



Brush et coll. N Engl J Med 1988; 319: 1302-1307.



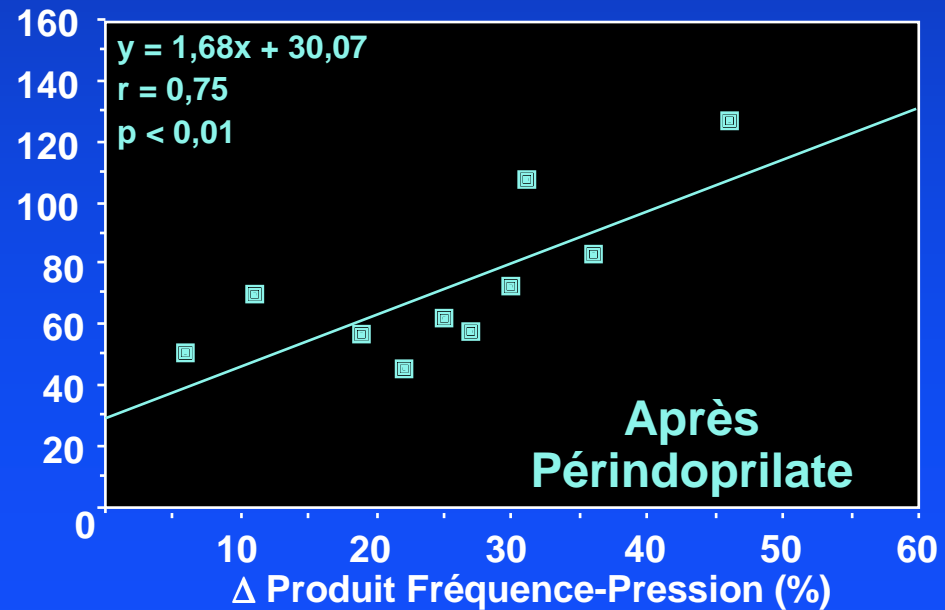
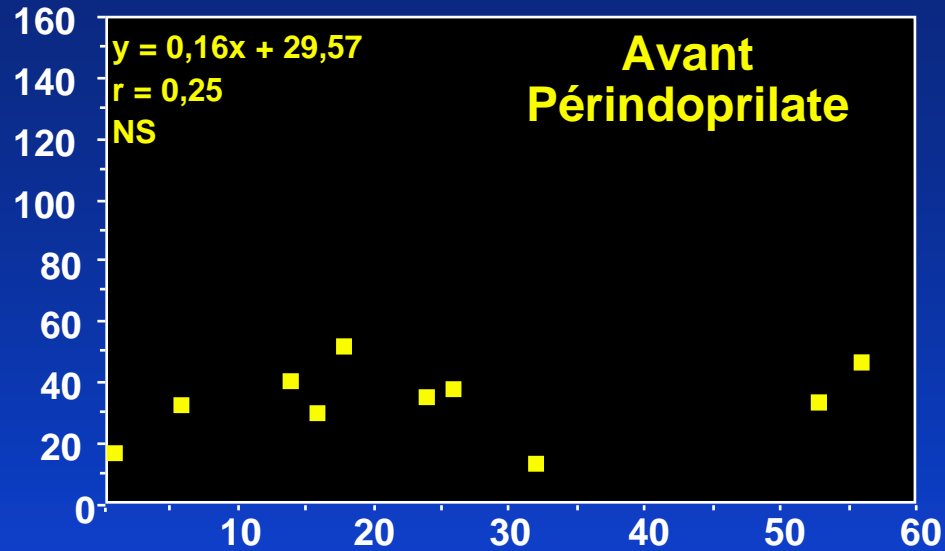
Treasure et coll. Circulation 1993; 87: 86-93.



Antony et coll. Circulation 1996; 94: 3115-3122.

## Débit coronaires – endothélium dépendant – amélioré par les IEC

$\Delta$  Débit Coronaire (%)

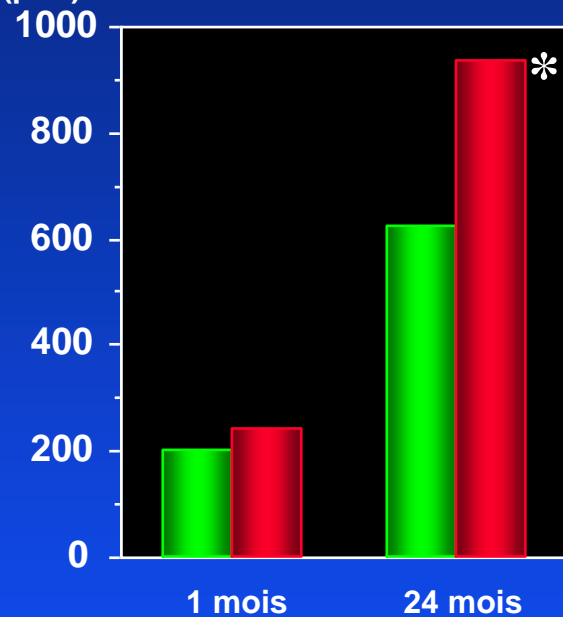


**Test  
au  
Froid**

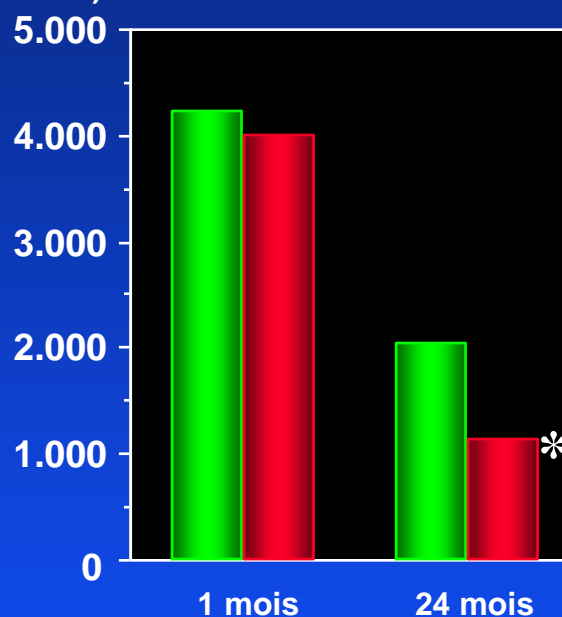
# ***Hypertension : Anomalies Structurelles et/ou Fonctionnelles***

- 1- Artères Coronaires Épicardiques
- 2- Petites Artères et Artérioles
- 3- Capillaires

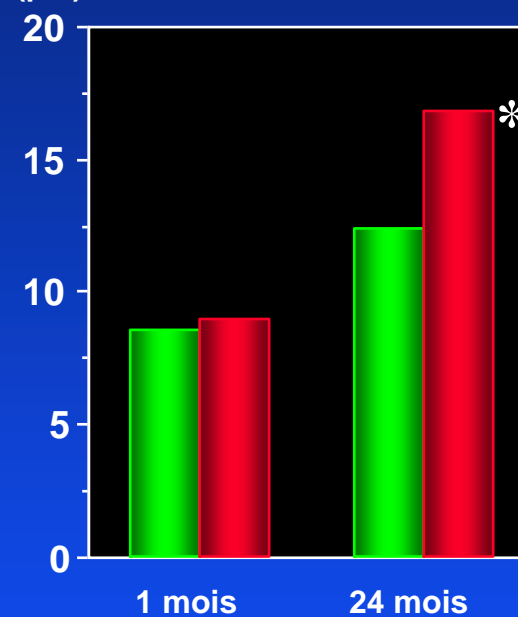
Surface des Myocytes  
( $\mu\text{m}^2$ )



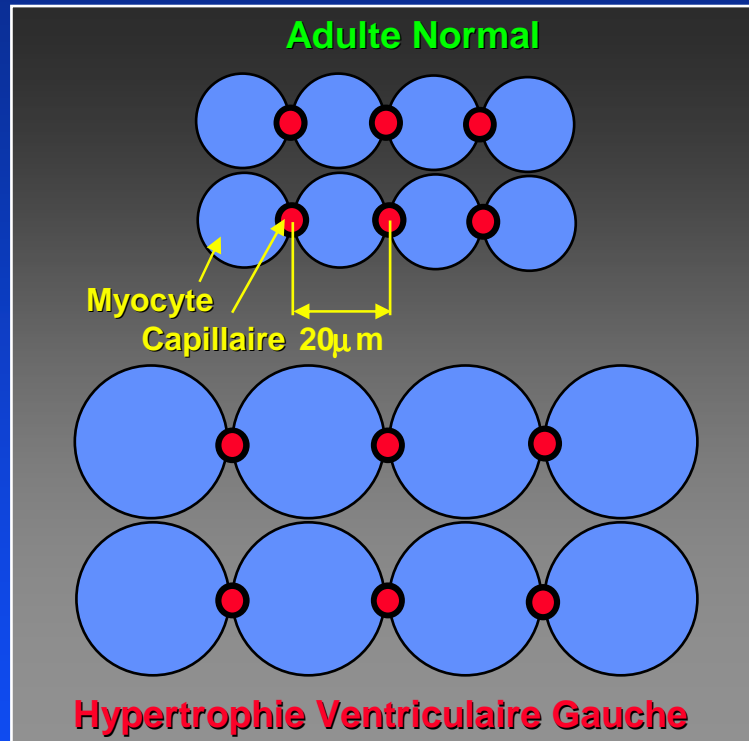
Densité Capillaire  
(n/mm<sup>2</sup>)



Distance Intercapillaire  
( $\mu\text{m}$ )

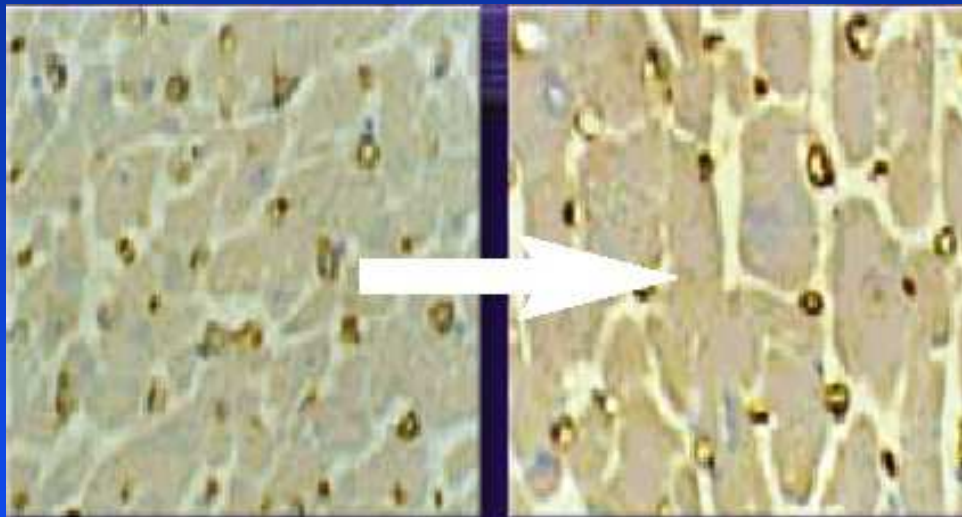


\*  $p < 0,05$  Rats Spontanément Hypertendus vs Wistar Kyoto

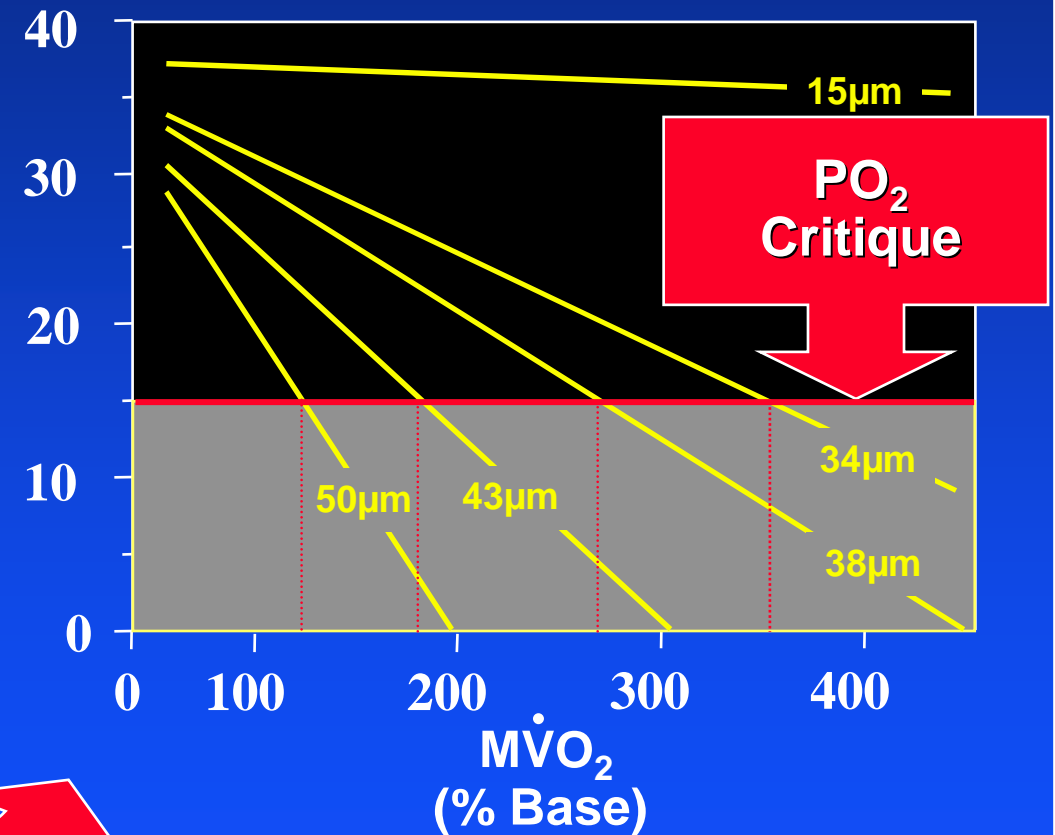




## PO<sub>2</sub> Myocardique (mmHg)



D'après Ito



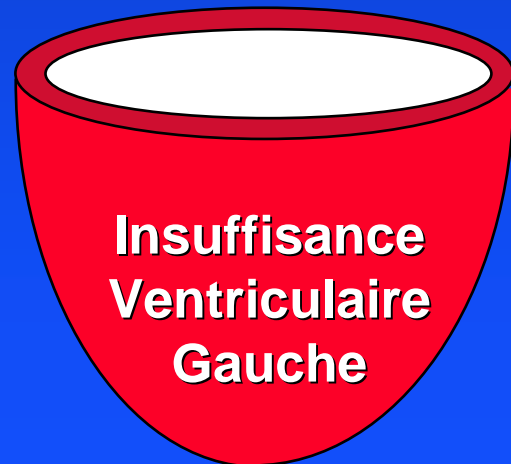
Myers & Honig. Am J Physiol 1964; 207: 653-660.

# Conclusions

**Hypertension  
Artérielle**

Hypertrophie et Remodelage Cardiaque  
et Vasculaire  
Fibrose Myocardique, Vasculaire  
et Périasculaire  
Dysfonction Endothéliale

- Déséquilibre  
Demande/Apport  
en Oxygène
- Épisodes d'Ischémie  
Silencieuse

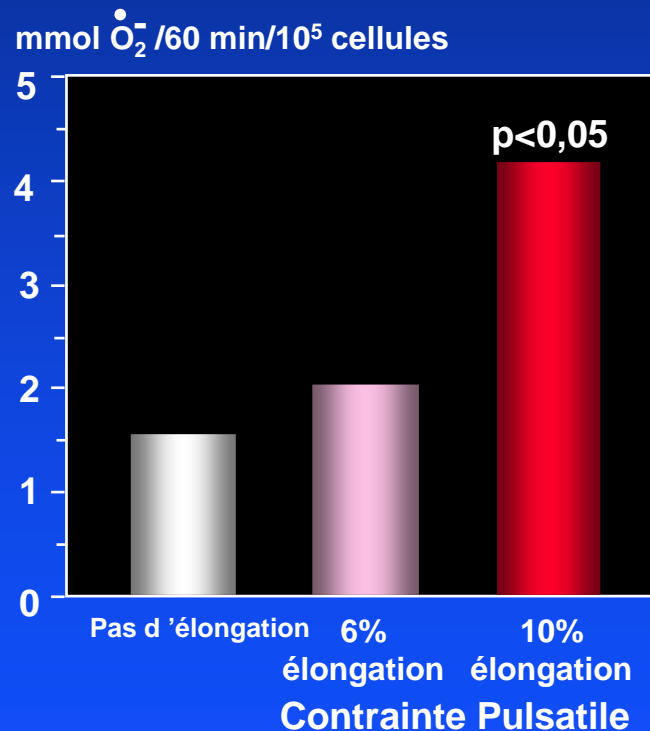


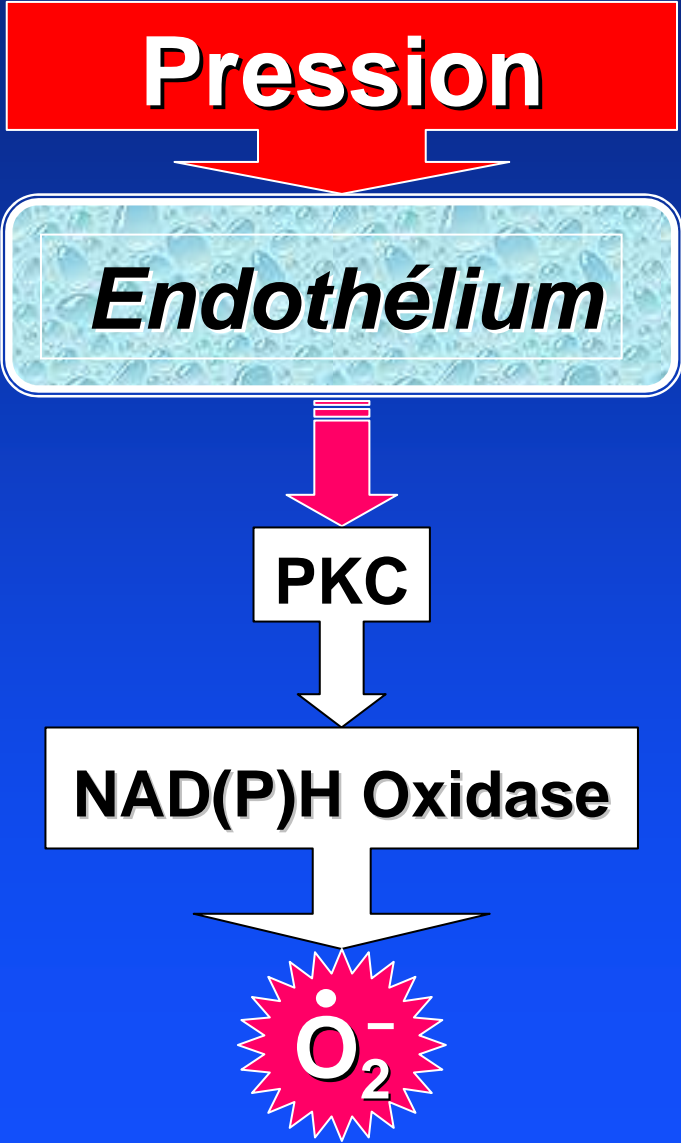
**Dysfonction  
&  
Déterioration Myocardique**

***Athérome***

**Hypertension Artérielle  
et  
Athérosclérose coronaire**

# Contrainte Pulsatile et Production de Radicaux Superoxyde (Cellules Musculaires Lisses Coronaires Humaines)





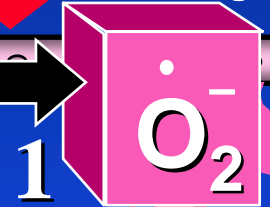
# HYPERTENSION ARTÉRIELLE

Contrainte Pulsatile

Contrainte Radiaire

Contrainte de Cisaillement Longitudinale

NOSi  
NAD(P)H oxydase



3 LDL

LDLox

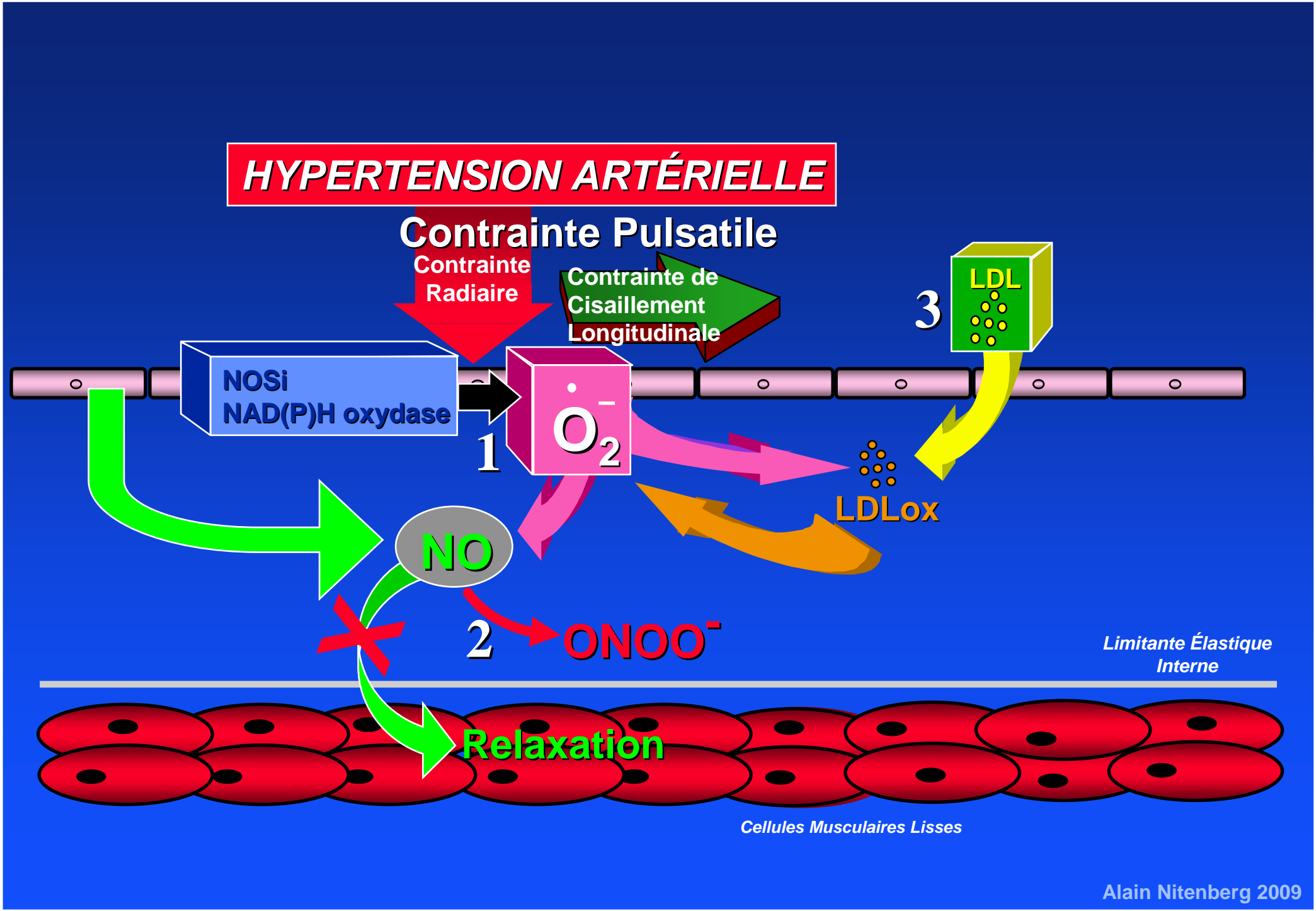
NO

2  $ONOO^-$

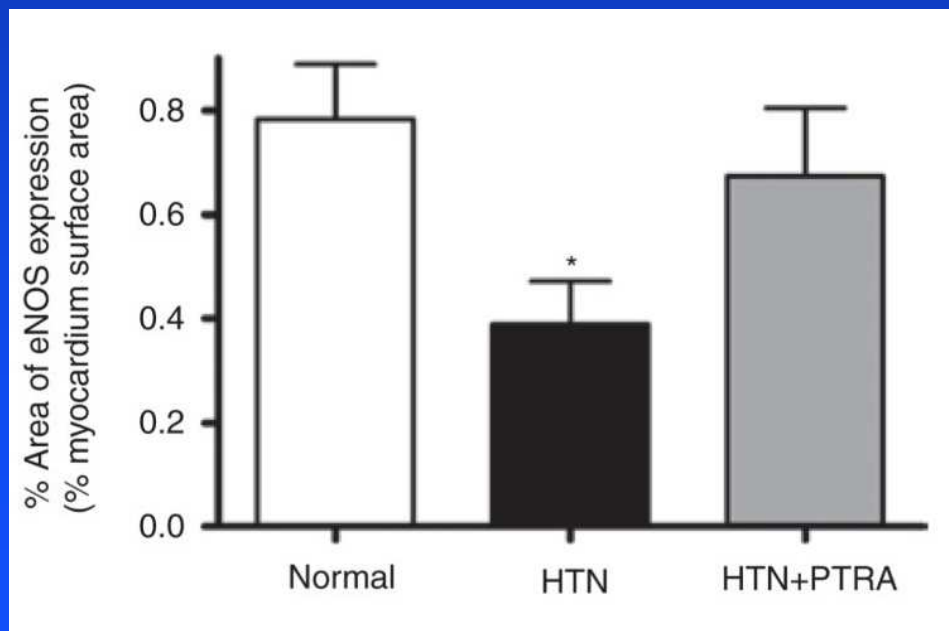
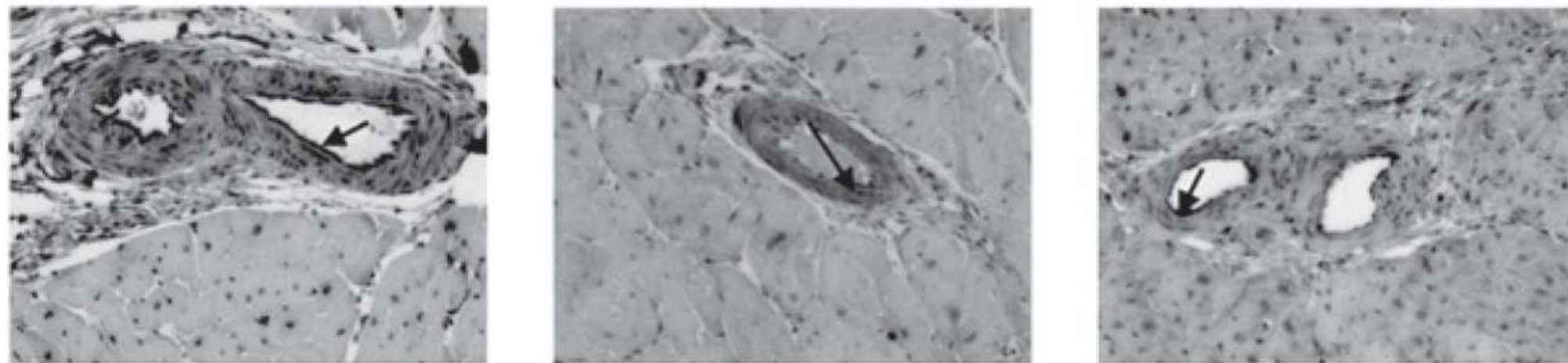
Limitante Élastique Interne

Relaxation

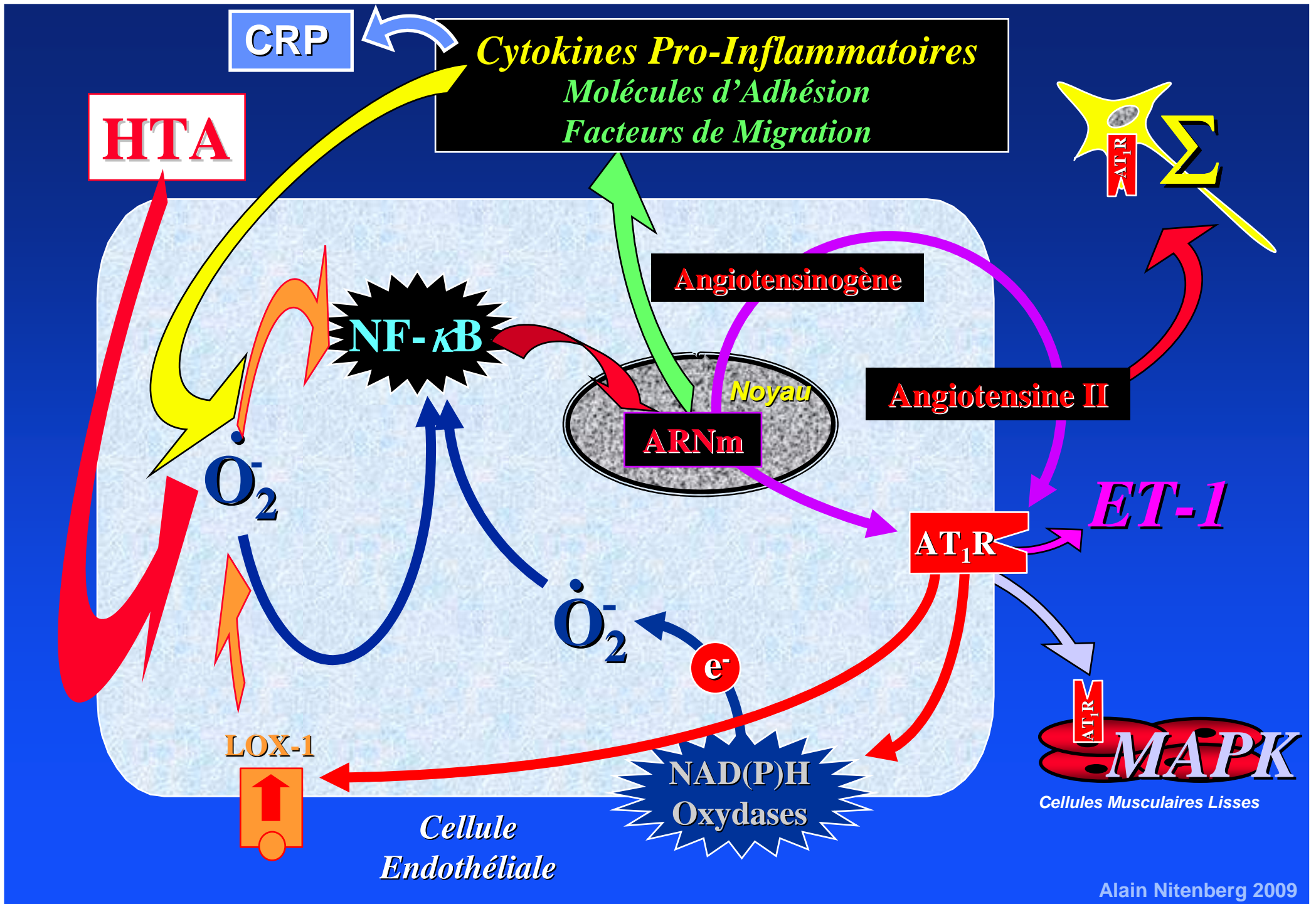
Cellules Musculaires Lisses



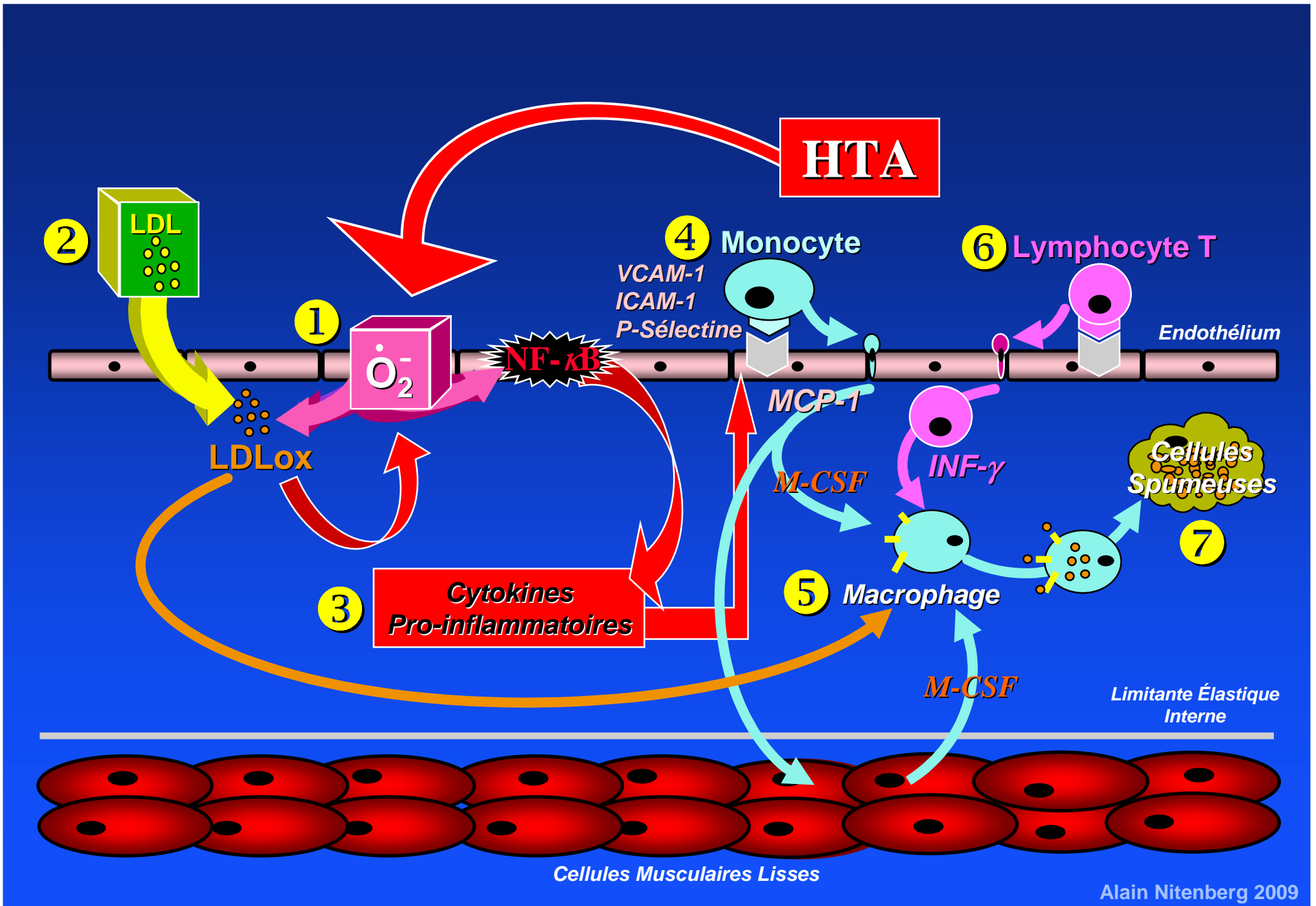
## Diminution de l'expression d'eNOS coronaire en cas d'HTA rénovasculaire. Correction partielle après dilatation rénale.



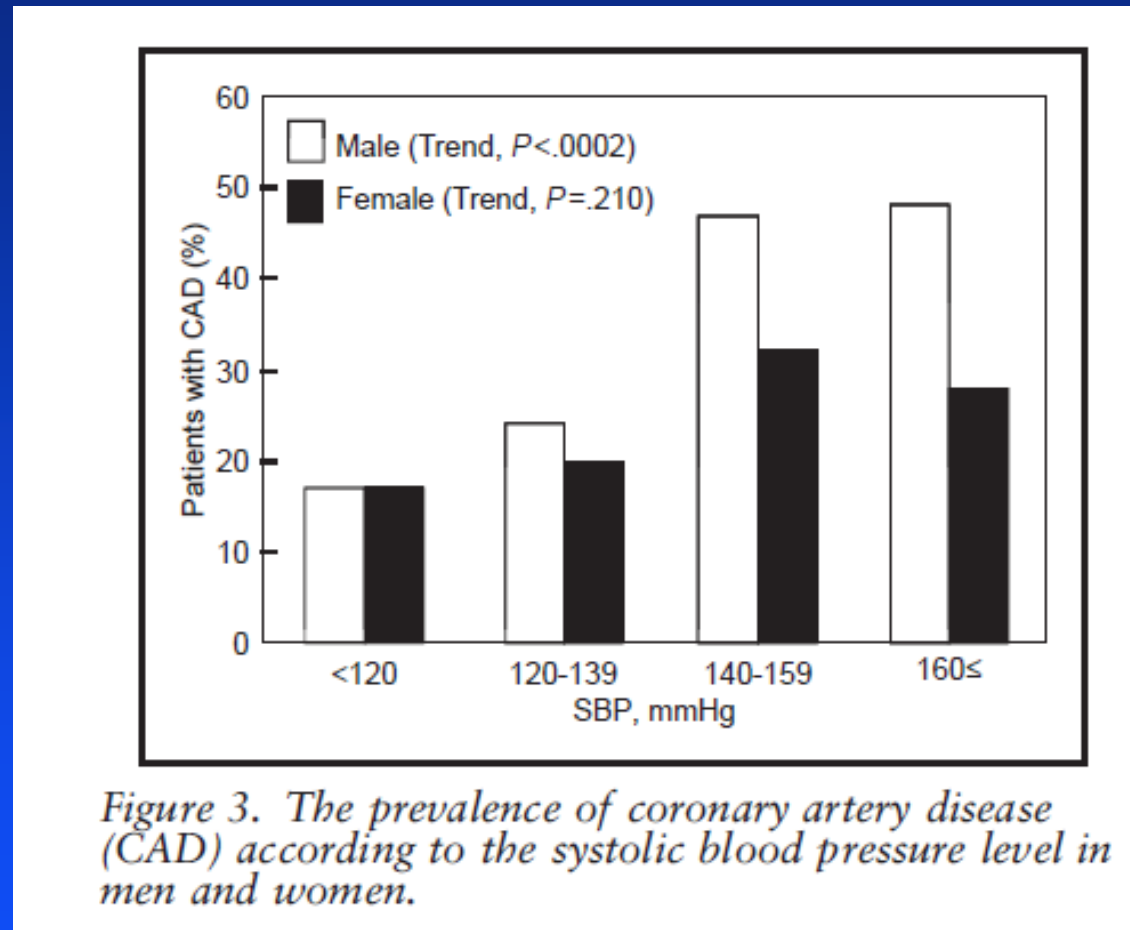
*Reversal of Experimental Renovascular Hypertension Restores Coronary Microvascular Function and Architecture*  
Victor H. Urbieto-Caceres. *Am J Hypertens.* 2011







# Hypertension et coronaropathie évaluée par coroscanner



# **Conclusion :**

## **Multiples cibles cardiaques de l'hypertension**

### ***Atteintes coronaires***

- ***Anomalie fonctionnelle***
- ***Anomalies structurelles***
- ***Athérothrombose***

### ***Atteinte musculaire***

- ***Hypertrophie Ventriculaire Gauche***

***⇒ Dysfonction cardiaque***

