

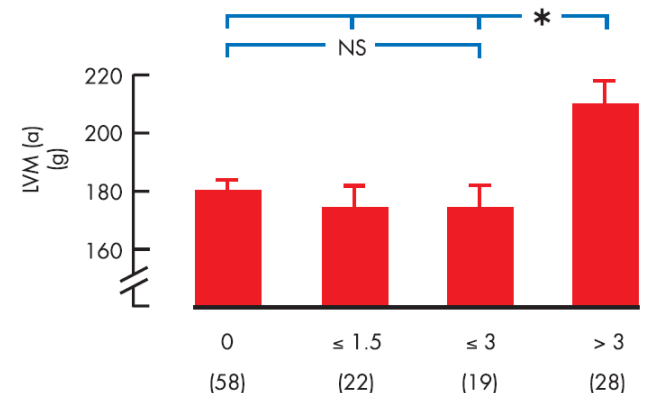
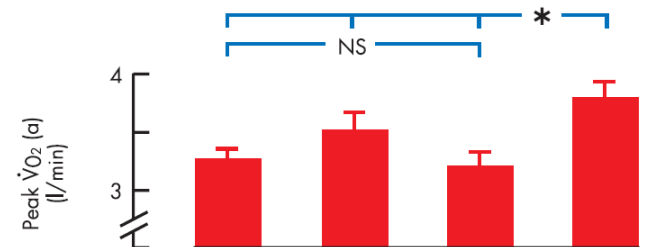
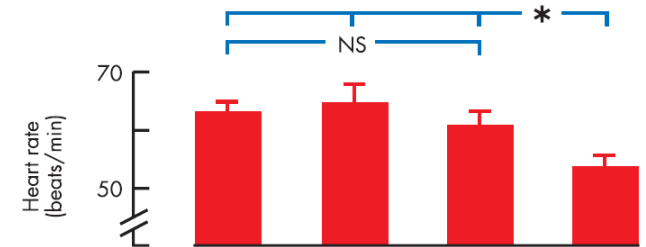
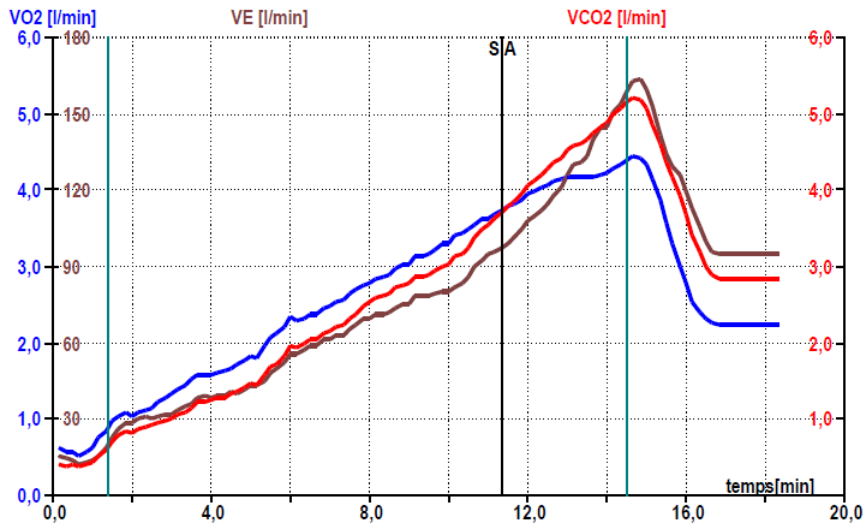
# Particularités du Cœur d'Athlète



***Sylvain GUERARD***  
***LYON-BRON***

# Définition d'un athlète

- ✓ Entraînement
  - > 6 heures par semaine
  - > 6 mois
  - > 60% VO2 max
- ✓ Asymptomatique
- ✓ Performant
- ✓ VO2 max > 130% VO2 max théo,

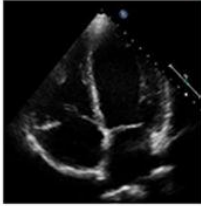


Fagard R. Heart 2003

Leisure sports (h/week)

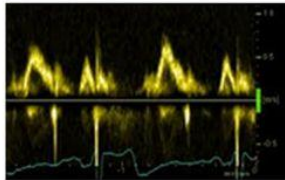
# Le cœur d'athlète

## Remodelage ANATOMIQUE



Epaisseurs + 10 à 25 %  
Volumes cavitaires +15 %  
(surtout cavités droites)  
Dilatation bi-atriale

## Remodelage FONCTIONNEL



Bradycardie  
PA plus basse  
Remplissage ventriculaire facilité  
 $E' > 9 \text{ cm/s}$   
 $E/E' < 6$   
 $S' > 9$

↑ VES

## Remodelage ELECTRIQUE



Bradycardie sinusale  
Arythmies sinusales  
BAV 1  
Signes d'HVG ou d'HVD  
BID+  
Ondes T négatives de  $V_1$  à  $V_4$   
chez athlètes afro-caribéens

## ADAPTATIONS MUSCULAIRES



Hypertrophie fibres musculaires  
↑ Conductance capillaire  
↑ Capacités oxydatives  
↑ Mitochondries  
↑ Enzymes mitochondriales  
↑ Pic de  $VO_2$

# L'ECG de l'athlète: interprétation

- ✓ **Dépister des anomalies ECG** pouvant révéler une pathologie potentiellement létale et justifiant un bilan avant la poursuite de l'activité sportive
- ✓ **Recommandé depuis 2009** pour toute licence sportive à partir de 12 ans
- ✓ L'ECG du sportif est le plus souvent **normal**
  - 55 % des athlètes hommes
  - 75 % des athlètes femmes
- ✓ Particularités
  - 30% dans les sports explosifs (anaérobie/résistance)
  - 60-65% dans les sports d'endurance et la population afro-caribéenne
  - ne **jamais** les attribuer rapidement et systématiquement à la pratique du sport
- ✓ Corrélation avec l'entraînement pas avec la performance

# Modifications des critères de Seattle - 2014

Sheikh N et al.  
Circulation 2014;129:1637-49

**NORMAL**

Bradycardie  
sinusale  
BAV 1<sup>er</sup> degré  
BBD incomplet  
**Repolarisation  
précoce**  
HVG isolée

**DOUTEUX**

Hypertrophie atriale  
Déviation axiale QRS  
HV droite

Afro-caribéen  
T<0 et ST surélevé  
→ ≤ V4

**ANORMAL**

ST sous décalé  
T<0 >V1 caucasien  
>V4 afro-caribéen  
Ondes Q anormales  
Pré-excitation  
BBG, BBD complet  
QTc ≥ 470ms hommes  
QTc ≥ 480 ms femmes  
Aspect Brugada  
ESSV ou ESV ≥ 2

Bilan CV ?

**NON**

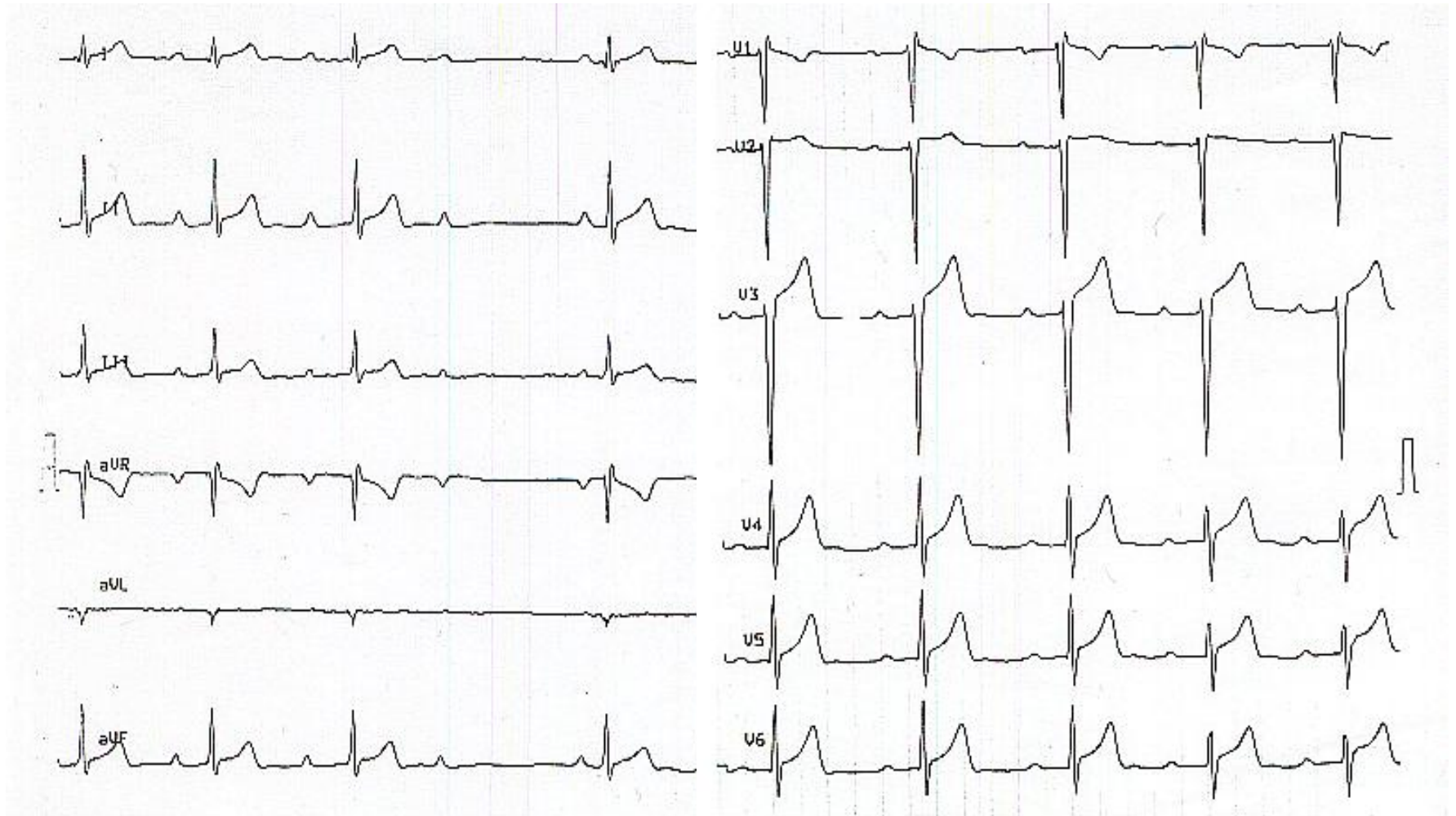
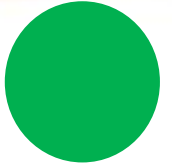
1 seul critère

> 1 critère

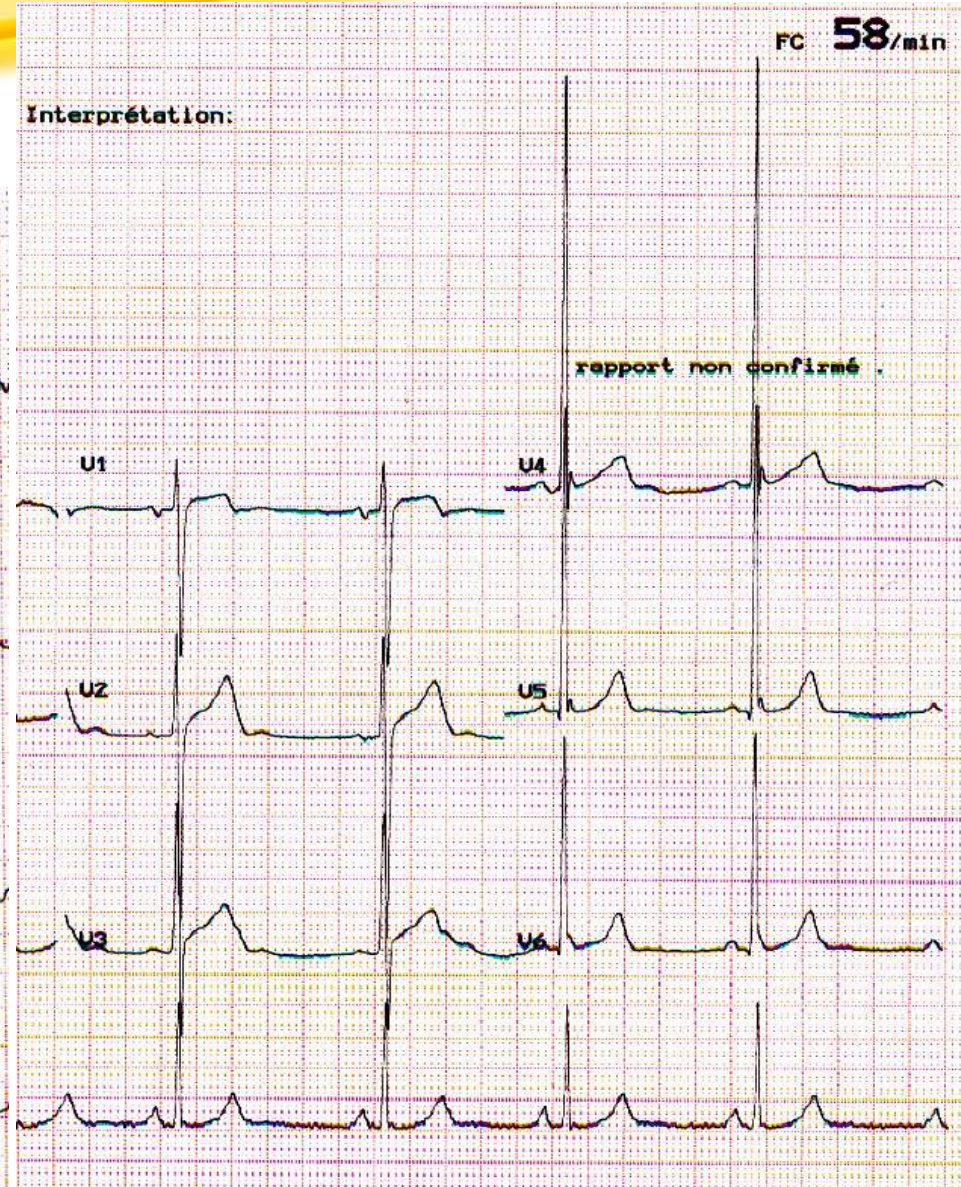
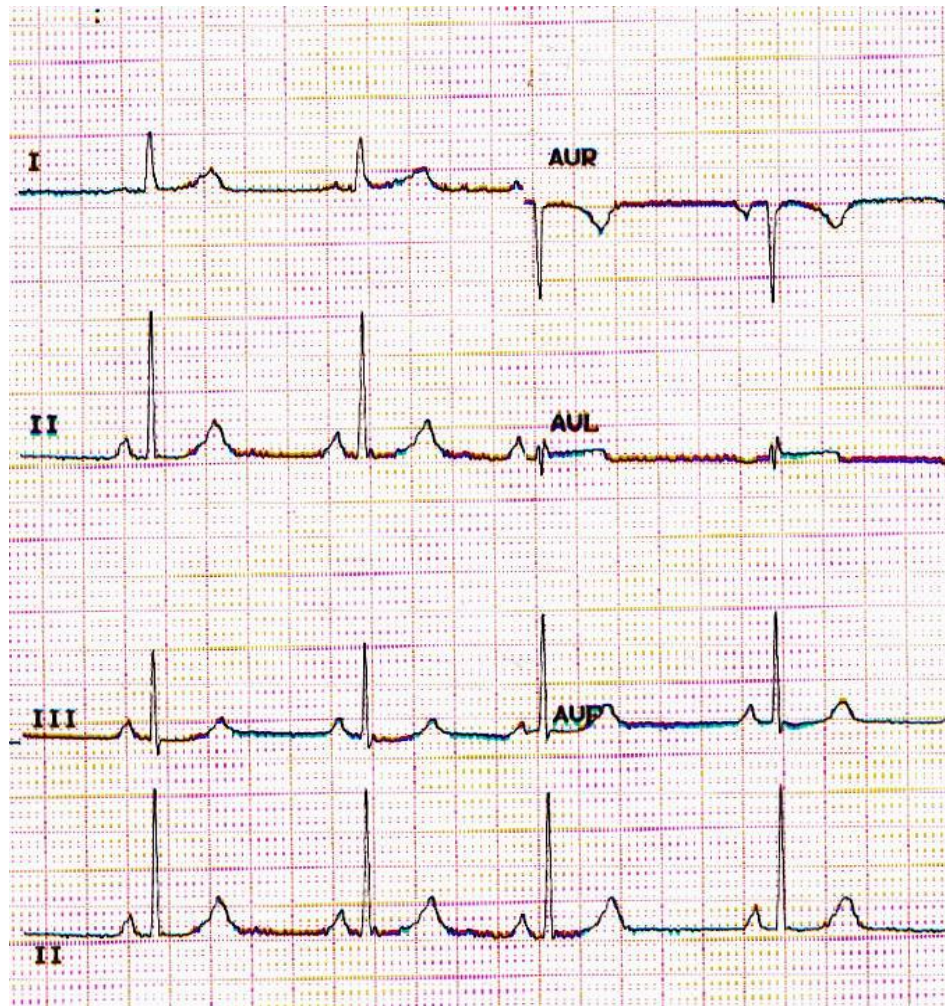
**OUI**

Bilan CV ?

# Ce que l'on peut voir chez l'athlète

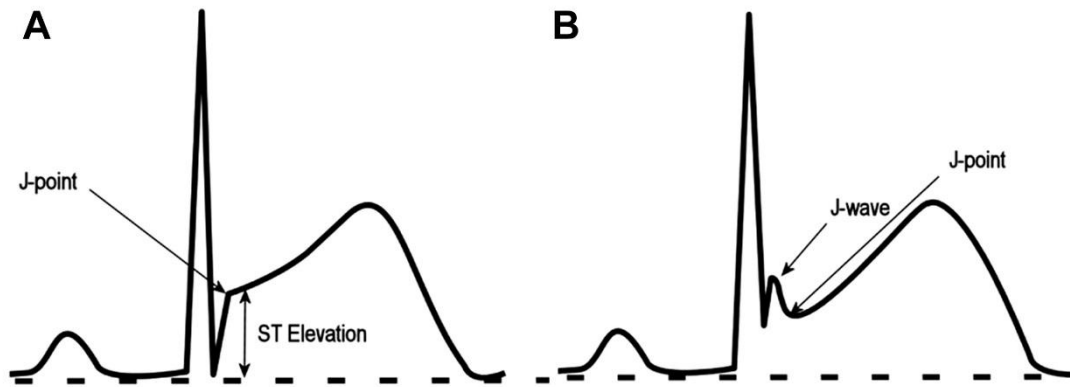


# Ce que l'on peut voir chez l'athlète, QRS amples isolés: HVG isolée



# Définition - classification

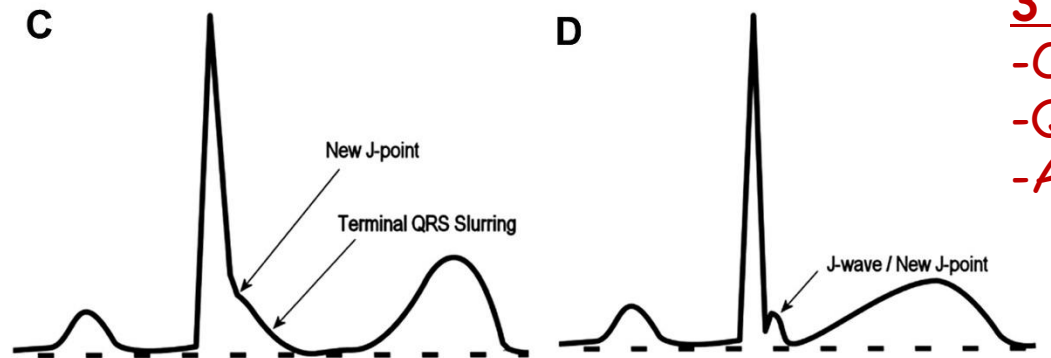
## Classic Definition of Early Repolarization: ST Elevation



Sus-ST > 0,1 mV  
2 dérivations

Classic Early Repolarization Without a J-wave    Classic Early Repolarization With a J-wave

## New Definitions of Early Repolarization



Slurred QRS Downstroke without STE

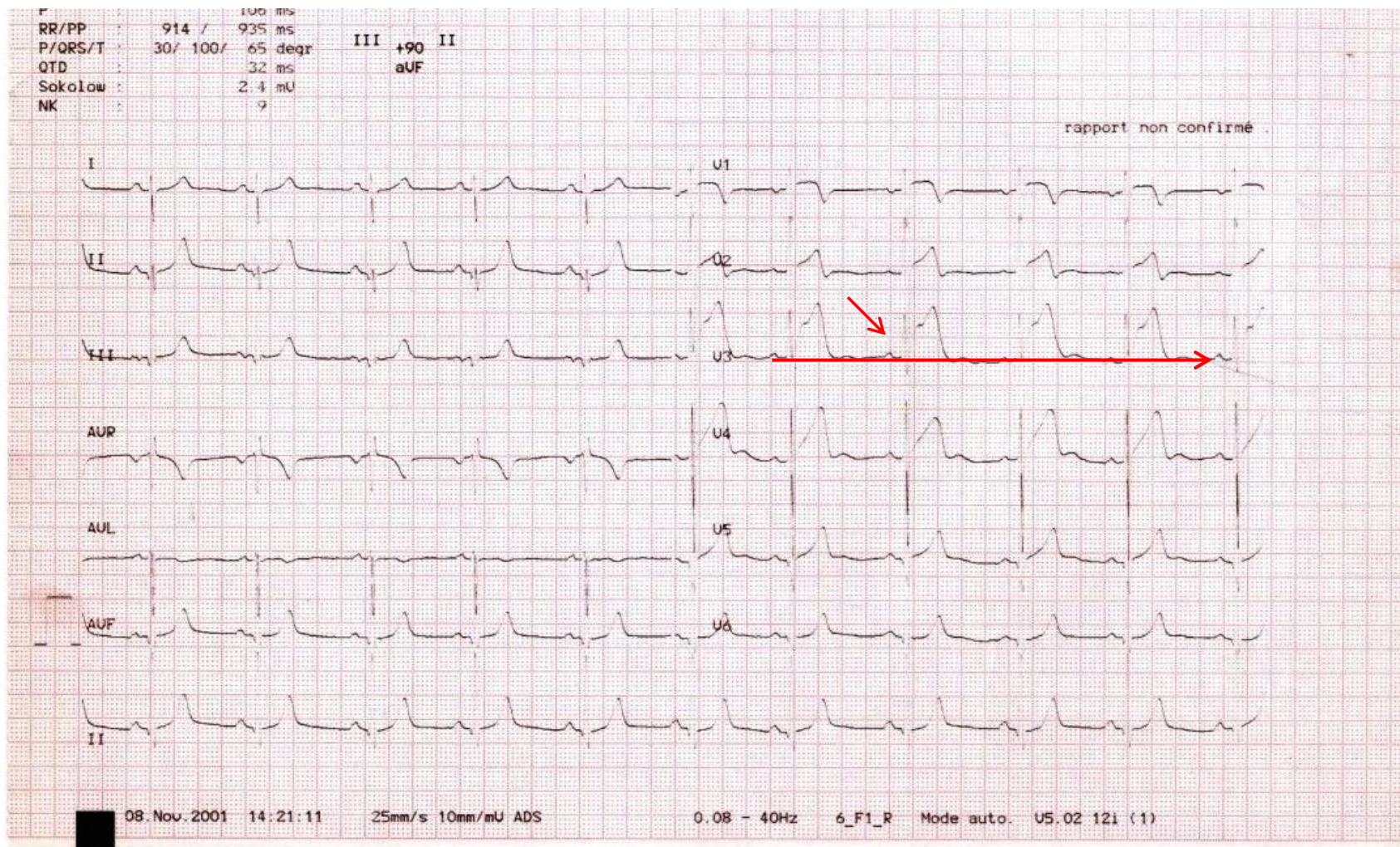
J-wave or the new "J-point Elevation" without STE

### 3 éléments de RP :

- Onde J ( $\geq 0,1$  mV)
- QRS « slurring »
- Avec ou sans sus-décalage de ST



# Repolarisation précoce



# Modifications des critères de Seattle - 2014

Sheikh N et al.  
Circulation 2014;129:1637-49

**NORMAL**

Bradycardie  
sinusale  
BAV 1<sup>er</sup> degré  
BBD incomplet  
Repolarisation  
précoce  
HVG isolée

**DOUTEUX**

Hypertrophie atriale  
Déviation axiale QRS  
HV droite

Afro-caribéen  
T<0 et ST surélevé  
→ ≤ V4

**ANORMAL**

ST sous décalé  
T<0 >V1 caucasien  
>V4 afro-caribéen  
Ondes Q anormales  
Pré-excitation  
BBG, BBD complet  
QTc ≥ 470ms hommes  
QTc ≥ 480 ms femmes  
Aspect Brugada  
ESSV ou ESV ≥ 2

Bilan CV ?

**NON**

1 seul critère

> 1 critère

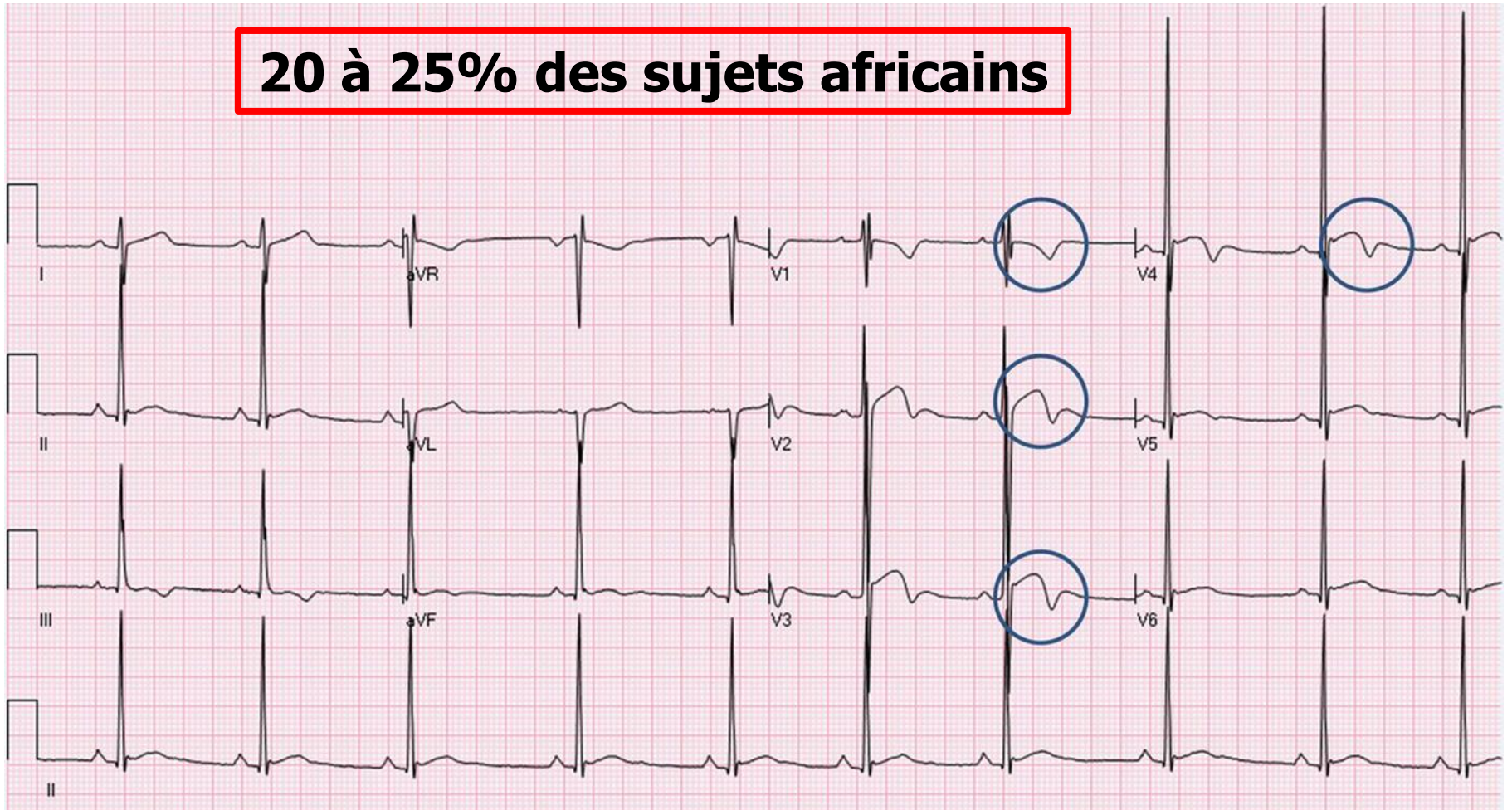
**OUI**

Bilan CV ?

# Repolarisation: athlètes afro-caribéens

D'après Drezner J *Br J Sports Med* 2013

**20 à 25% des sujets africains**



# Modifications des critères de Seattle - 2014

Sheikh N et al.  
Circulation 2014;129:1637-49

**NORMAL**

Bradycardie  
sinusale  
BAV 1<sup>er</sup> degré  
BBD incomplet  
Repolarisation  
précoce  
HVG isolée

**DOUTEUX**

Hypertrophie atriale  
Déviation axiale QRS  
HV droite

Afro-caribéen  
T<0 et ST surélevé  
→ ≤ V4

**ANORMAL**

ST sous décalé  
T<0 >V1 caucasien  
>V4 afro-caribéen  
Ondes Q anormales  
Pré-excitation  
BBG, BBD complet  
QTc ≥ 470ms hommes  
QTc ≥ 480 ms femmes  
Aspect Brugada  
ESSV ou ESV ≥ 2

Bilan CV ?

**NON**

1 seul critère

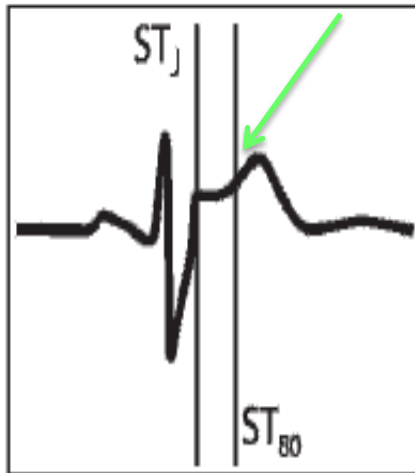
> 1 critère

**OUI**

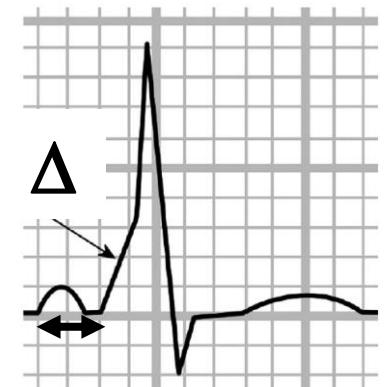
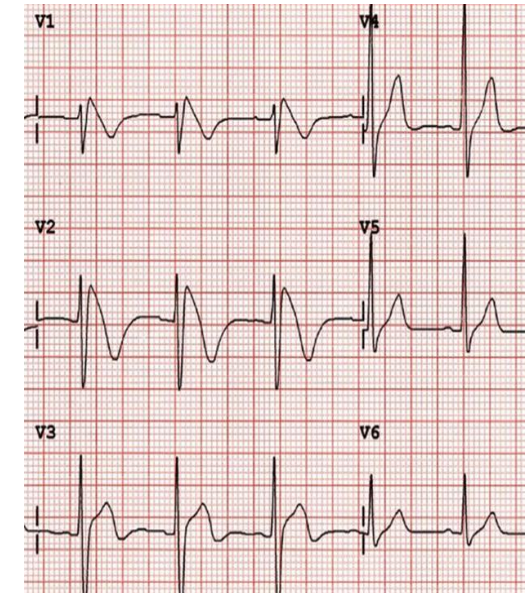
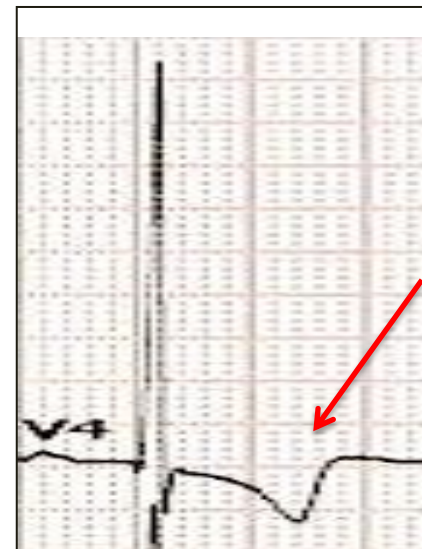
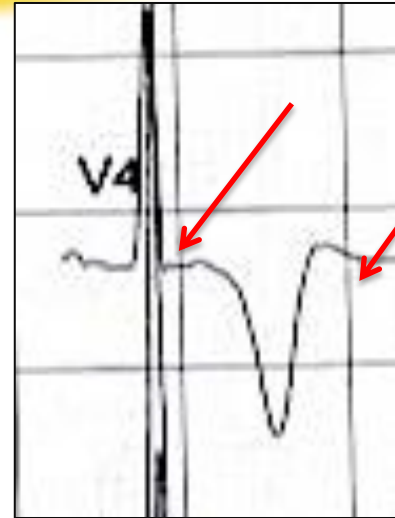
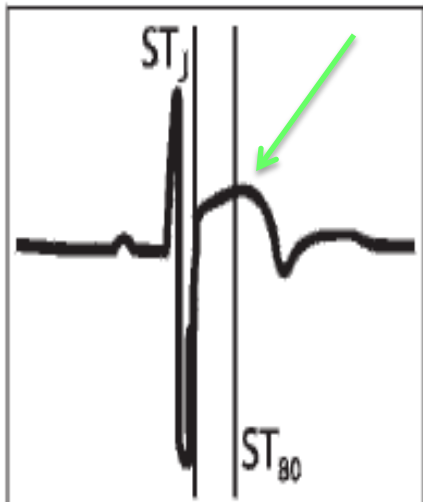
Bilan CV ?

# Interprétation de la repolarisation de l'ECG chez l'athlète

Pas sport



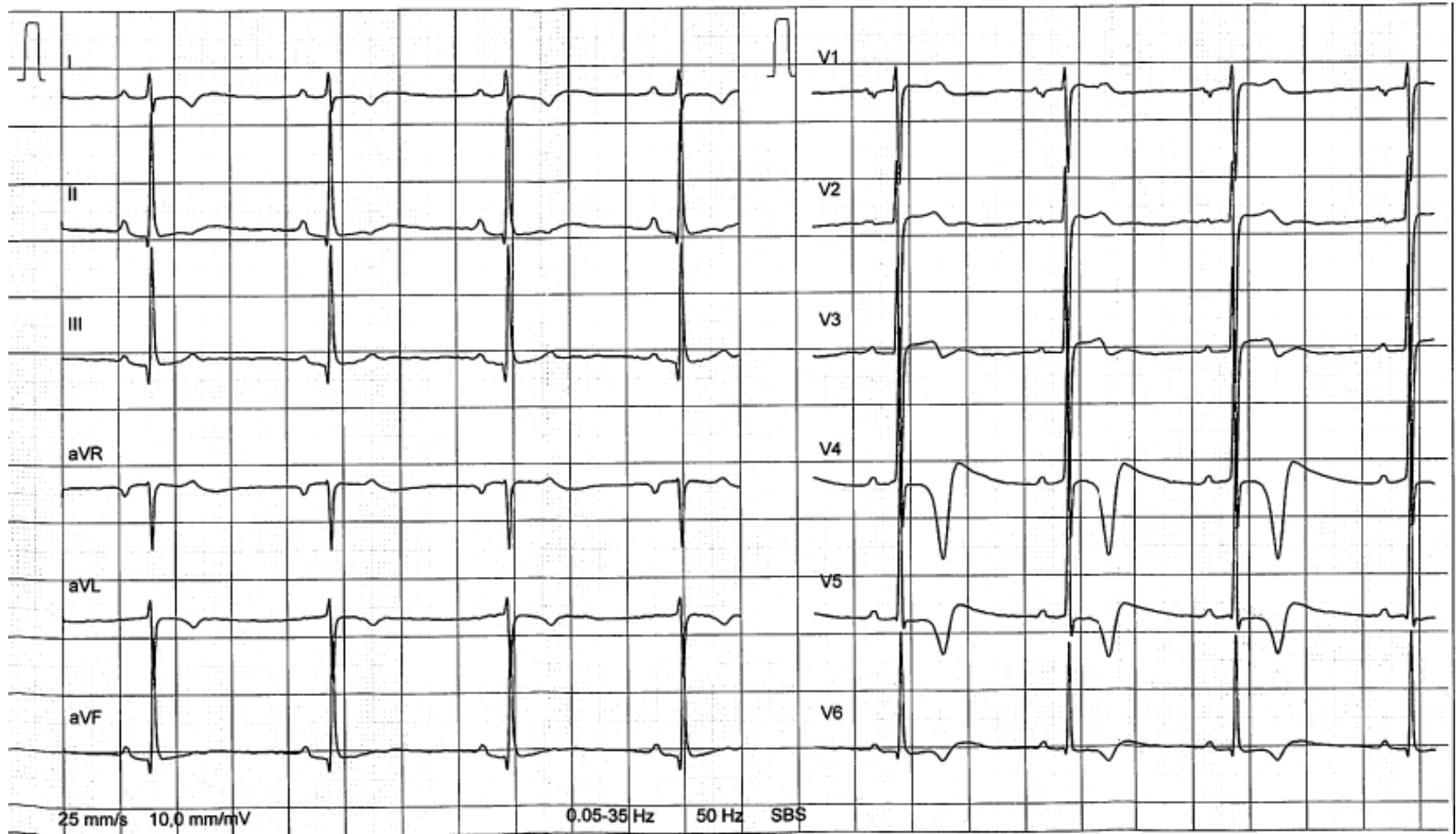
Sport



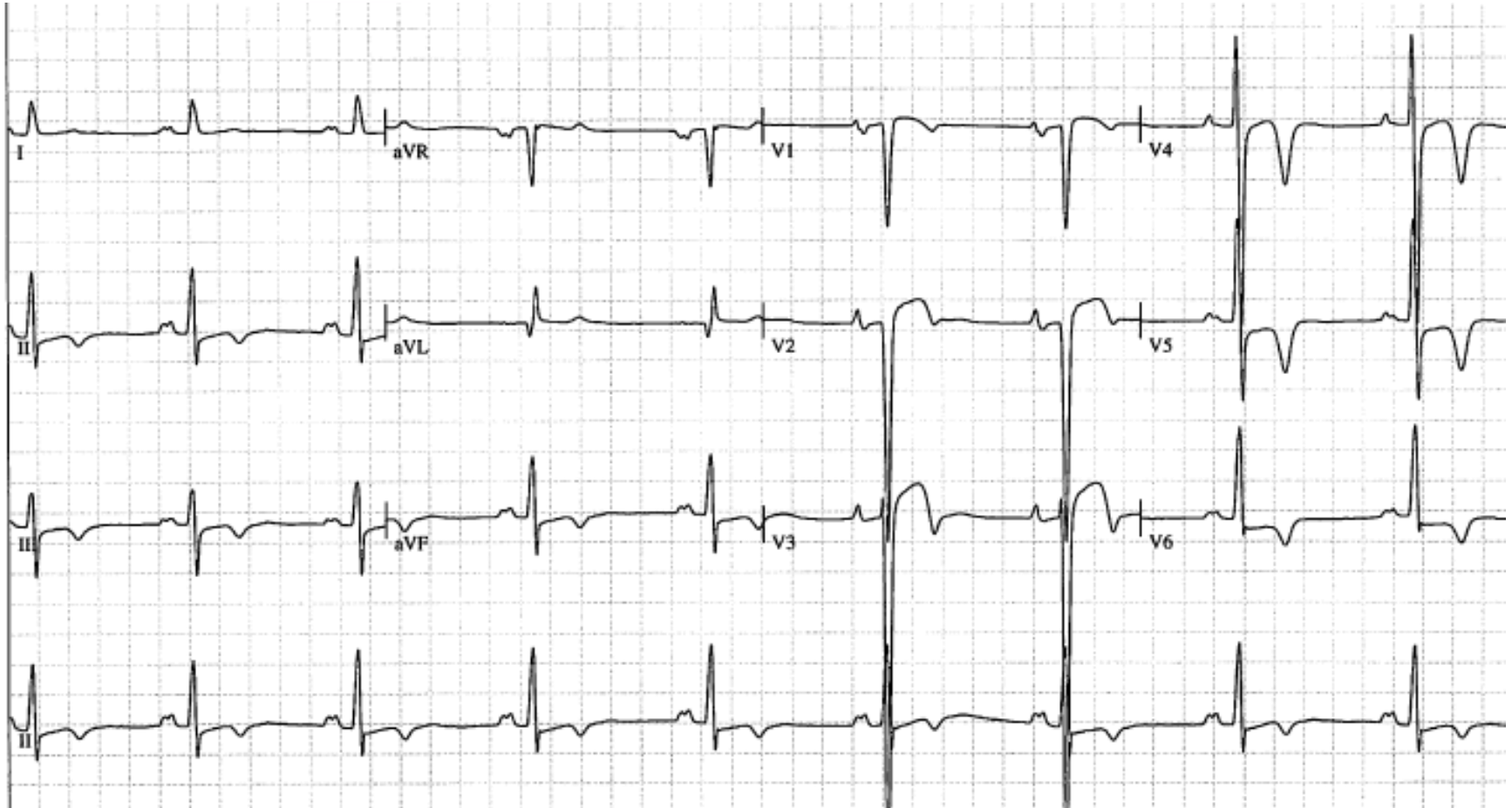
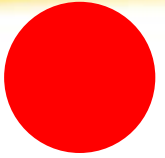
Corrado et al Eur Heart J 2009

# Trouble de la repolarisation

*Course à pied : Marathon , trails*



# Trouble de la repolarisation

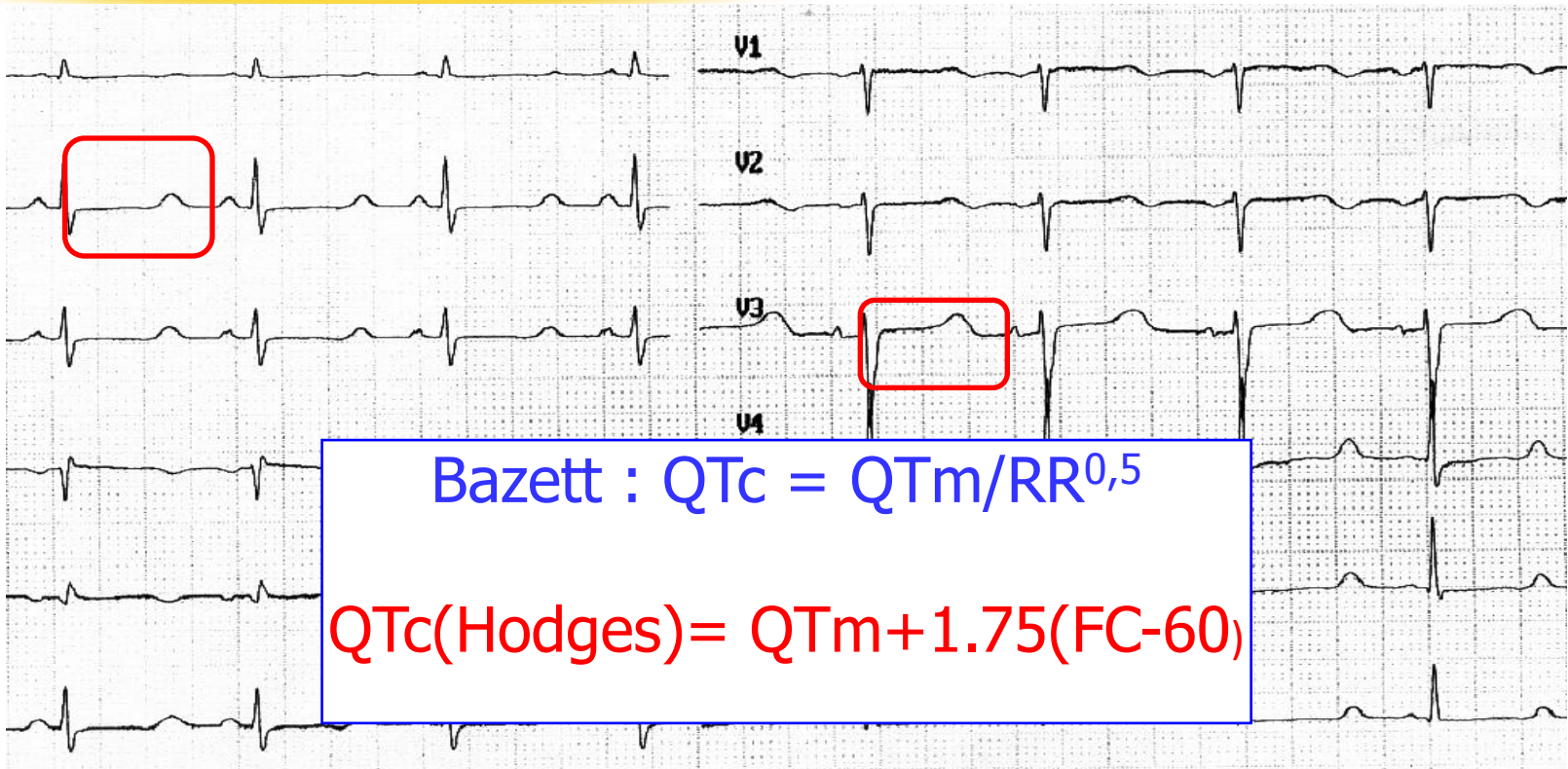


***champion de France de Marathon 1979-1989 (2h15'42'')***

# Allongement du QT

Chez l'homme: 470 ms

Chez la femme: 480 ms

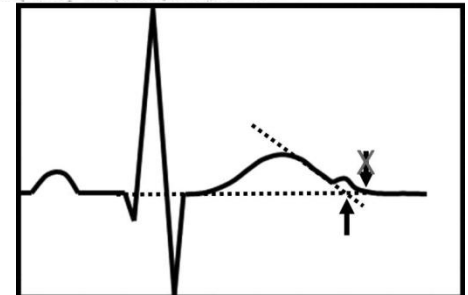


Mesure idéale QT pour FC 60-90 bpm

Si QTc allongé et < 500 ms

- répéter ECG repos si FC 60-90 bpm

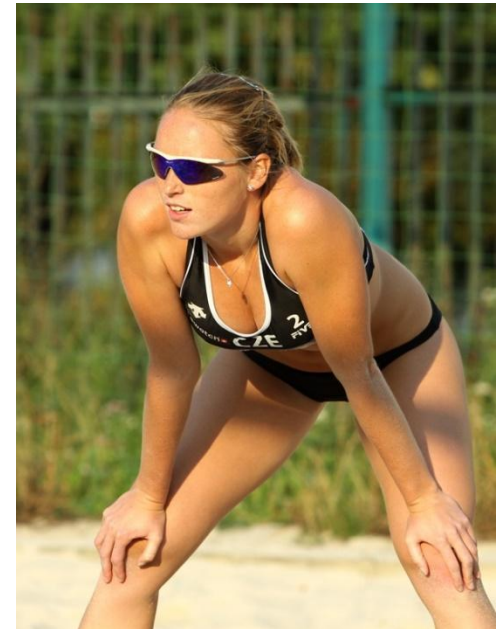
- répéter ECG après effort minime si FC < 50 bpm.



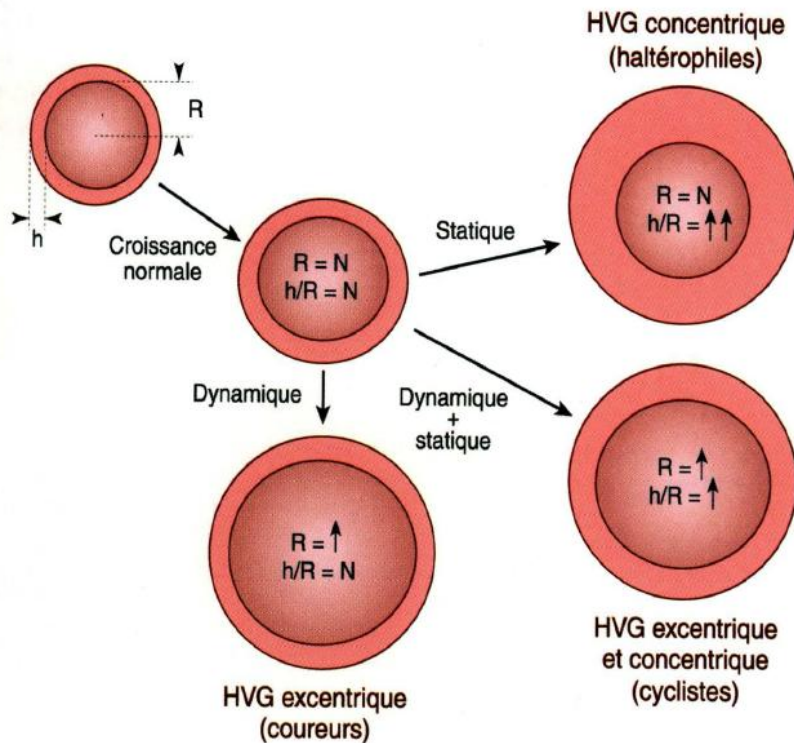


# CONCLUSION 1: L'ECG de l'athlète

- ✓ L'ECG du sportif est le plus souvent d'interprétation simple
- ✓ Il existe des particularités
- ✓ Certaines sont impossible à différencier d'authentiques pathologies
- ✓ Dans le doute, dans ce contexte PRUDENCE (avis cardio)



# L'échocardiographie de l'athlète



## ✓ 2 types d'adaptation

- Surcharge chronique de pression
  - Entraînement en résistance
  - $\uparrow\uparrow$  Épaisseurs pariétales
- Surcharge chronique de volume
  - Entraînement en endurance
  - Dilatation VG et pariétale

## ✓ Le plus souvent

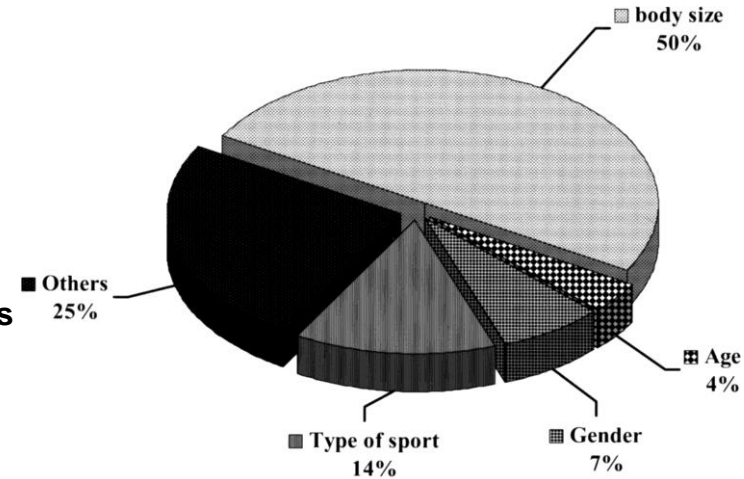
- Entraînement statique et dynamique
- Surcharge mixte

**MAIS** environ 10 heures/semaine et depuis au moins 4 mois

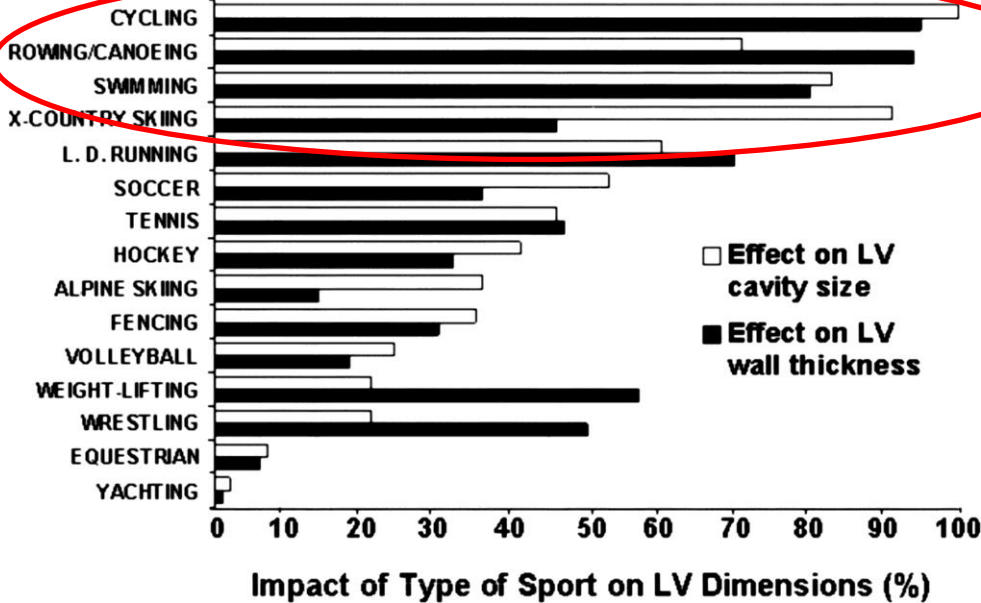
# Différents impacts



Impact of different clinical variables on LV end-diastolic cavity dimensions.



Effect of specific sports training on LV cavity dimension or wall thickness in elite athletes, representing 27 different sporting disciplines.

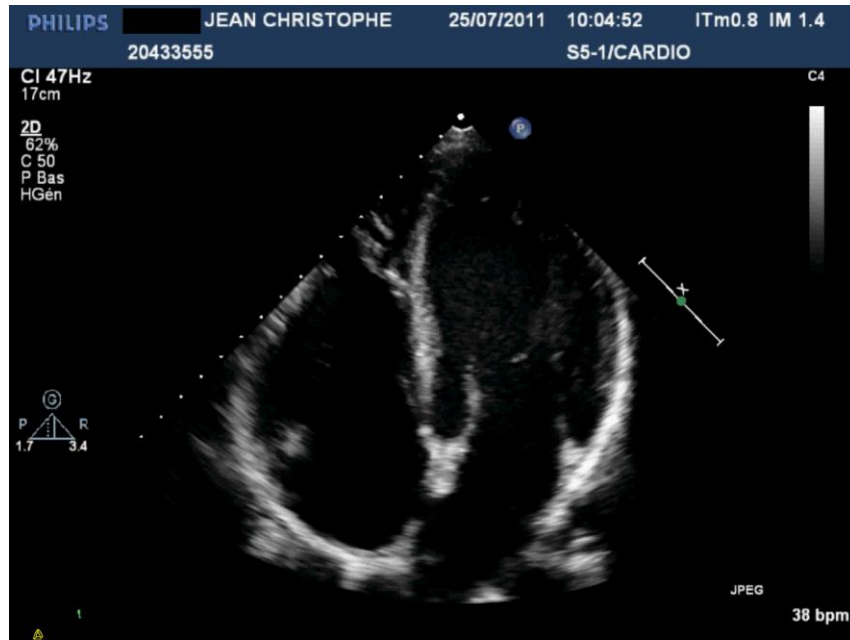


# Le cœur d'athlète

Pluim BM et al, *Circulation*, 2000, 101 : 336-44

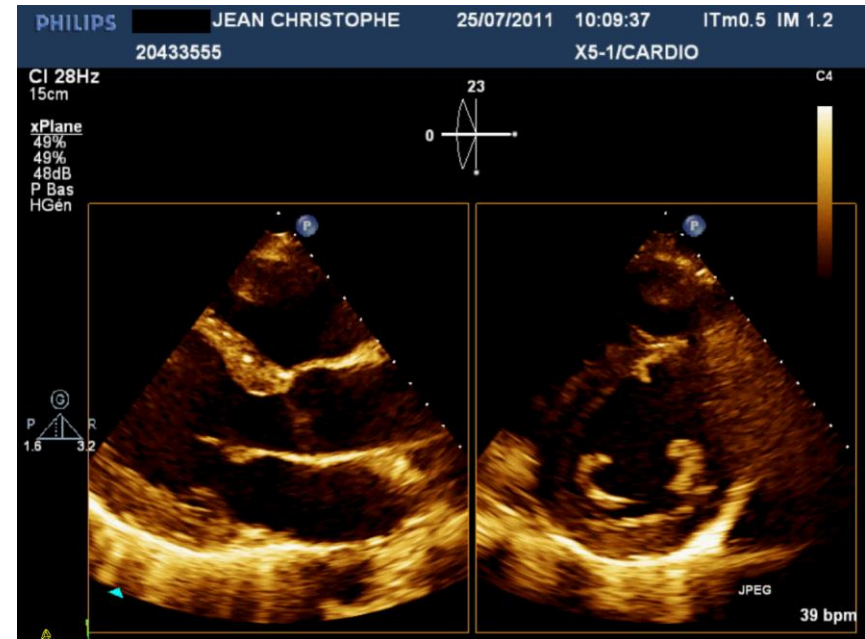
Urhausen A et Kinderman W, *Sports Med*, 1999, 28(4) : 237-244

## DILATATION DU VENTRICULE GAUCHE



**Dtd VG : +3 to 6 mm**

## HYPERTROPHIE HARMONIEUSE DES PAROIS



**SIV td : +2 to 3 mm**

***Dtd VG indexé à la surface corporelle***

***Homme: 31-32 mm/m<sup>2</sup> et Femme: 32-33 mm/m<sup>2</sup>***

# Epaisseur des parois chez l'athlète

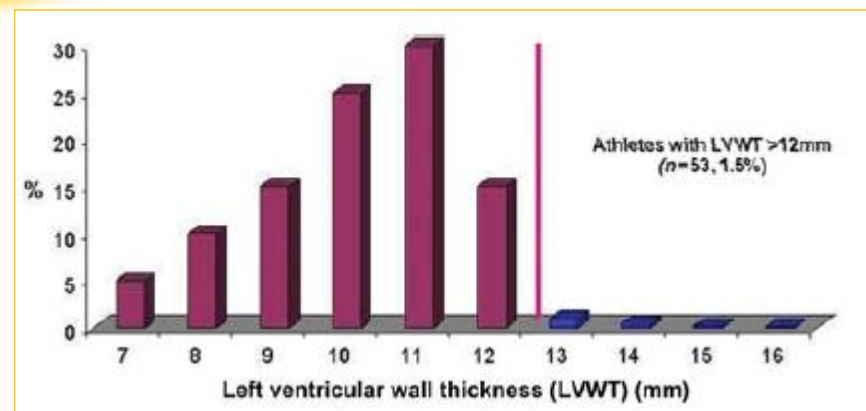


**3500 athlètes de haut niveau**

**SIV > 12mm dans 1.5%**

Valeur Maximale 16 mm

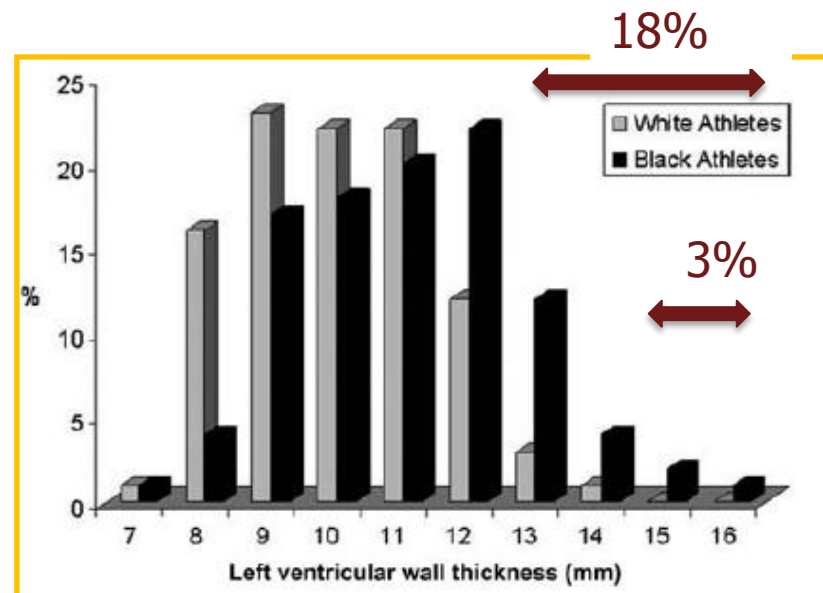
*Basavarajaiah S J Am Coll Cardiol 2008;51:1033-9*



**300 athlètes Afric. VS 300 athlètes Cauc.**

HVG > 14 mm: 3% vs 0%

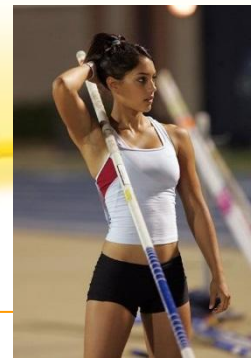
HVG > 12 mm: 18% vs 3%



*Basavarajaiah S J Am Coll Cardiol 2008;51:2256-62*

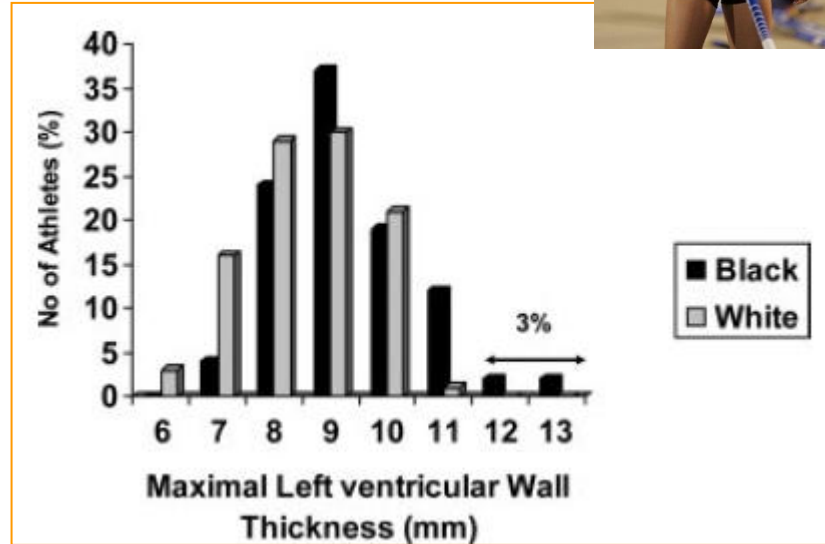
# Epaisseur des parois

- chez l'athlète féminine
- chez l'adolescent

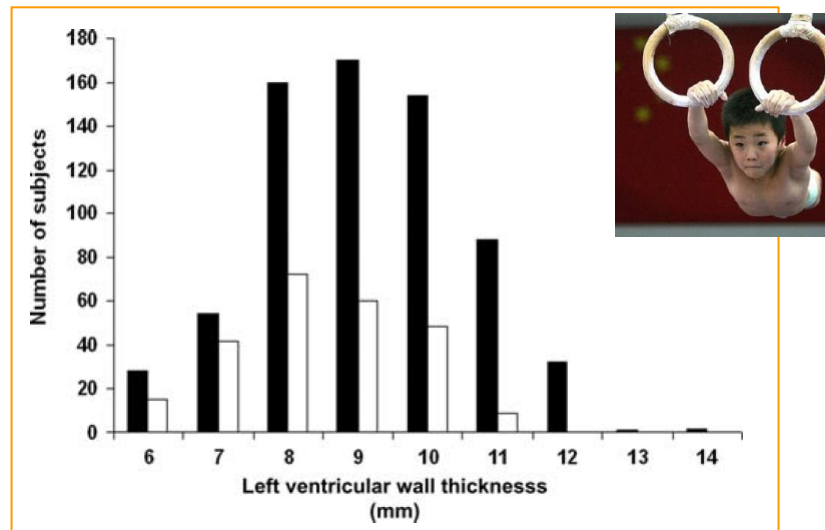


- ✓ 240 athlètes Africaines et 200 caucasiennes
  - ✓ seules 8 athlètes Afr. (3%) > 11mm
  - ✓ **Aucune caucasienne > 11mm**
- Rawlins J Circulation 2010;121:1078-1085*

- ✓ 1000 athlètes féminines italiennes
  - ✓ **SIV maxi :12 mm**
- Pelliccia A, J Am Med Assoc 1996;276:211-5*



- 
- ✓ 720 athlètes juniors vs 250 adolescents
  - ✓ 3 garçons (0.4%) > 12 m
    - ✓ > 16 ans
  - ✓ **aucune fille > 11m**
- Sharma S JACC 2002;40:1431-6*



# Fonction systolique et diastolique

## *Hypertrophie ventriculaire pathologique*

$e'$  (inferieure et latérale)  $< 16$  cm/s

Se=100%

Sp=95%

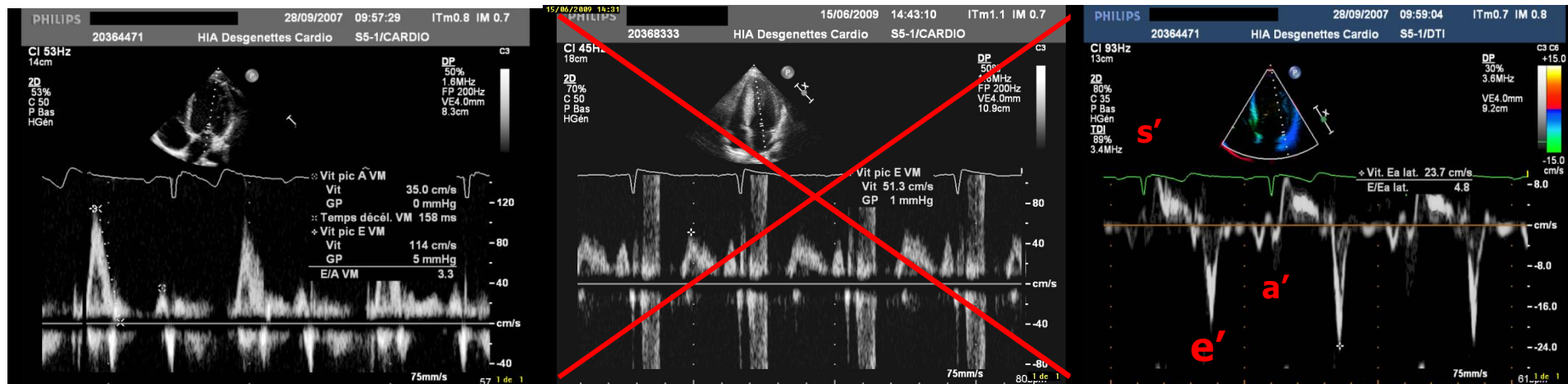
$s'$  moyen (4 sites)  $< 9$  cm/s

Se=73%

Sp=97%

*D'Andrea A. JASE 2010;23:1281*

*Butz T EJCVR 2010;17:342*



# Déformation longitudinale

- 20 athlètes, 15 CMH et 18 témoins
- GLS -15,2% vs -8,1% vs -16,0%
- **Cut off -10%** Se à 86% et Sp à 95%
- Combinaison DTI ( $s'+e'/2$ ) and 2DS (GLS)
  - Se=100% Sp=95%

***BUTZ Th** Int.J Cardiovasc Imaging 2010;27:91-100*

- 650 athlètes (280 ATP and 370 ATE)
- Pas de différence significative sur la Masse VG indexée et la FEVG
- DGL: -17%( témoins), -18,6% (ATP), -17,2% (ATE)

***90% of athletes: GLS  $\leq$  -16%,  $s' \geq 10$  cm/s,  $e' \geq 16$  cm/s***

***D'Andrea A.** JASE 2010;23:1281*

Variable	Overall (n = 650)	Endurance (n = 370)	Strength (n = 280)	P
Mean 2DSE IVS peak (%)	-17.2 $\pm$ 3.3 (13 to 20)	-16.2 $\pm$ 3.2 (13 to 18)	-17.8 $\pm$ 4.8 (14 to 20)	NS
Mean 2DSE lateral wall peak (%)	-17.5 $\pm$ 3.6 (14 to 22)	-16.9 $\pm$ 3.4 (14 to 19)	-18.3 $\pm$ 3.5 (15 to 22)	NS
LV GLS (%)	-17.5 $\pm$ 3.5 (15 to 22)	-17.2 $\pm$ 3.1 (15 to 19)	-18.6 $\pm$ 3.7 (17 to 22)	NS



# Cœur d'athlète ou cœur pathologique?

*D'après Sharma S, Eur. Heart J. 2015*

## **Hypertrophie ventriculaire Gauche**

### **Male athlete**

≤12 mm white  
≤15 mm black

### **Female athlete**

≤11 mm white  
≤12 mm black

### **teenager (12-18)**

≤11 mm female  
≤12 mm male

***DtdVG >55 mm, E/A>1, e'/a'>1, e'>16 et s'>9 cm/s, DLG < -16%, pas de SAM,***

## **Diamètre télé-diastolique VG**

62-63 mm  
31-32 mm/m<sup>2</sup>

56 mm  
31-32 mm/m<sup>2</sup>

54-58 mm  
32-33 mm/m<sup>2</sup>

**Impact du morphotype et surface corporelle+++**

**Relation linéaire avec la surface corporelle**

**> 14 mm > 65 mm ssi > 2,3 m<sup>2</sup>**

*Riding NR B.Jr.Sports medicine 2012*

# Les trabéculations du VG

1146 athlètes (14-35 ans ) vs 415 témoins

## ✓ Trabéculations

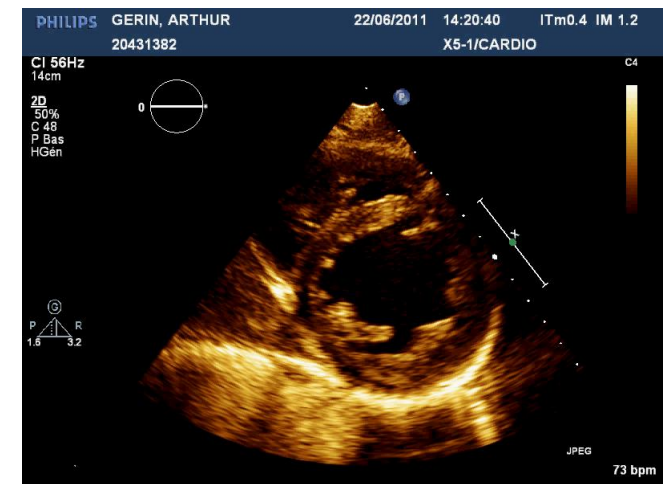
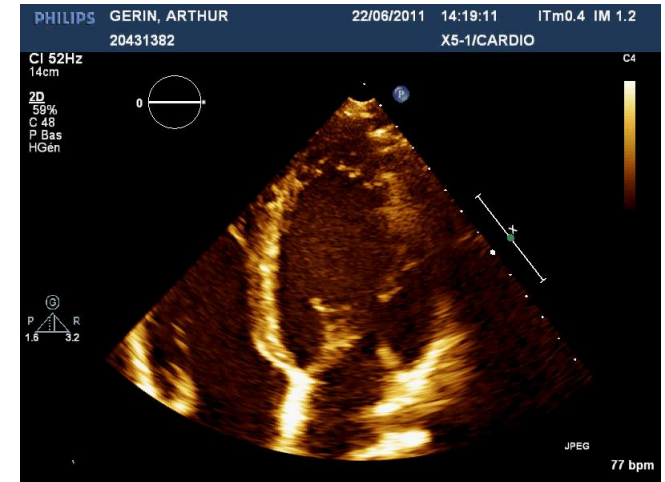
- **18.3% vs 7%** (210 vs 29)
- **8.1%** remplissent les critères de non compaction\*
- + fréquentes chez les afro-caribéens

## ✓ Localisation des trabéculations

- Apicale dans la non compaction
- Inféro-septale chez l'athlète

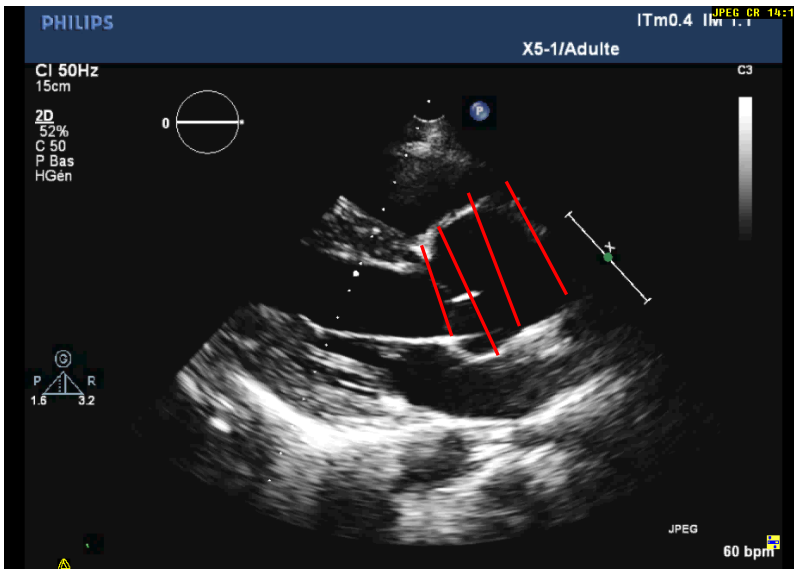
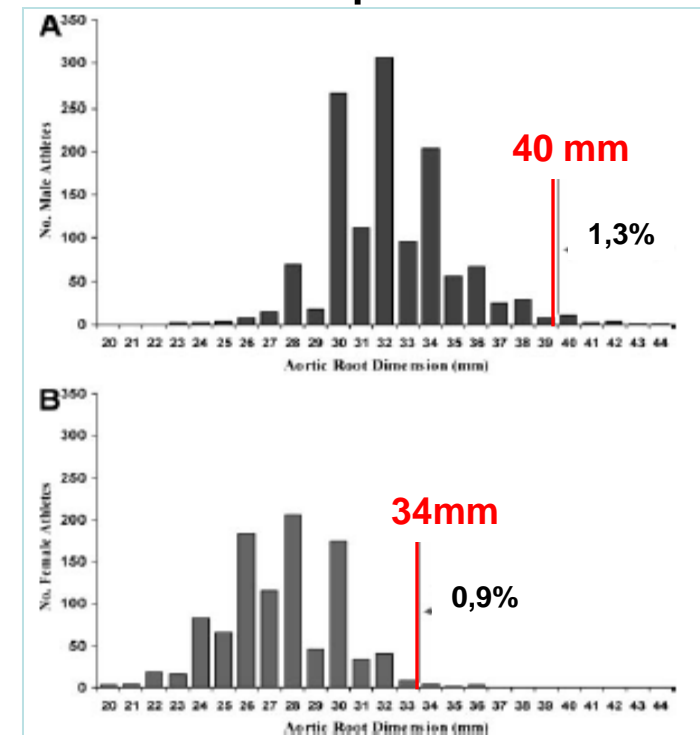
## ✓ 10 ont une altération de la fonction systolique et ont des anomalies de la repolarisation

- Pas d'évènement sur un suivi d'un an



# L'aorte thoracique de l'athlète

- ✓ Un certain degré de dilatation de l'aorte chez les sportifs
  - 2317 sportifs de  $24,8 \pm 6,1$  ans
  - **32,2 mm (h) vs 27,5 mm (f)**
  - Corrélation avec
    - le poids, la taille, la masse VG, l'âge
    - à degré moindre le type de sport



*Pellicia A circulation 2010*

*D'Andréa A. Am J Cardiol 2010*

# Augmentation du volume de l'OG chez les athlètes

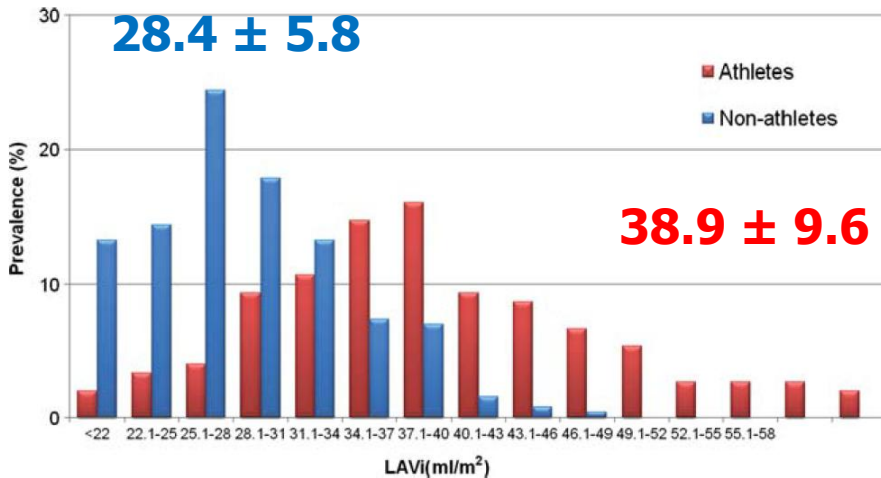
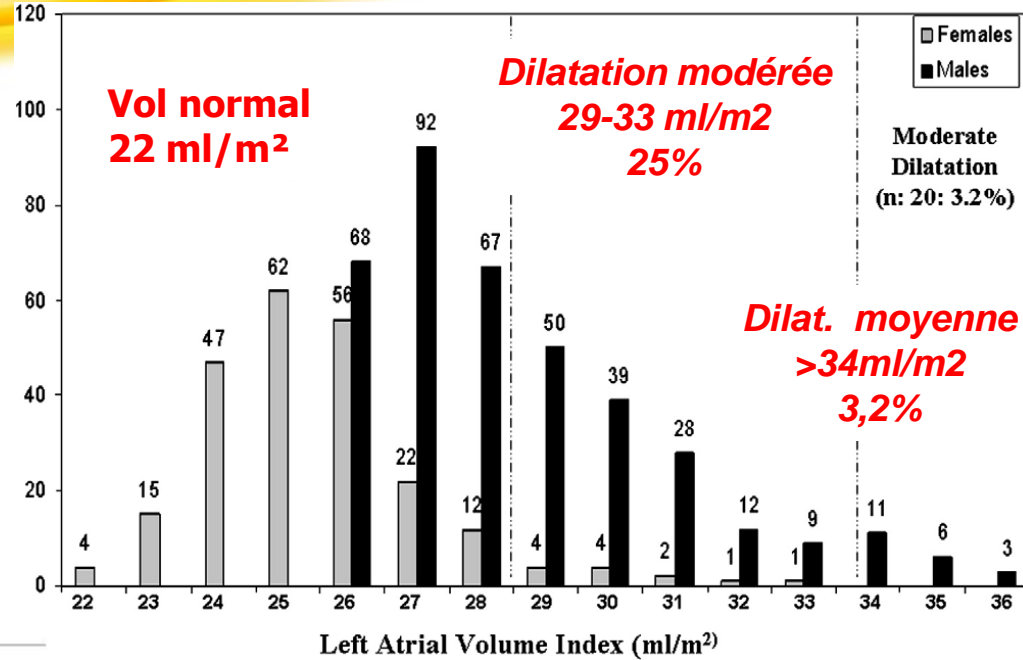
**Diamètre TM de l'OG: > 40 mm dans 17 à 20%**

Kervio G. et coll 2008

Pellicia A. JACC 2005

- ✓ 615 athlètes (18 à 40 ans)
- ✓ ↗ Vol OG indexé
- ✓ Hommes: 26-36 ml/m<sup>2</sup>
- ✓ Femmes: 22-33 ml/m<sup>2</sup>

**Calabro R** Am Heart J 2010;159:1155-61

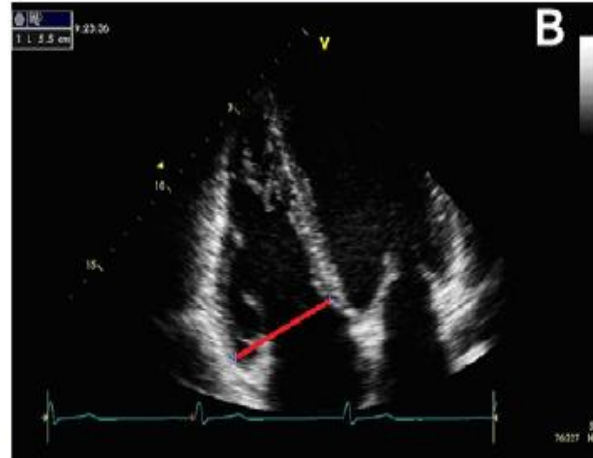
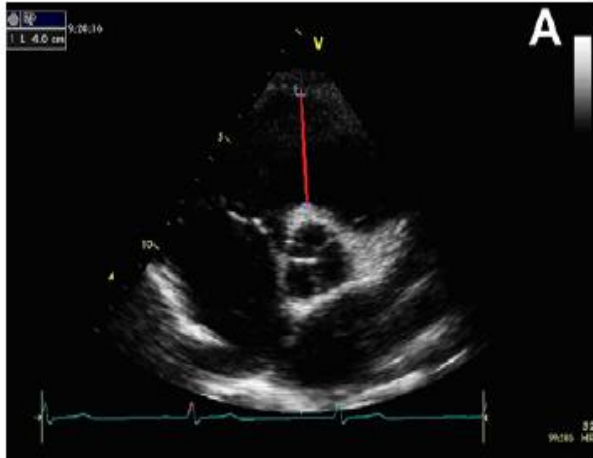


- ✓ 418 sujets sains,
- ✓ 157 athlètes (38%)
- ✓ 41,7±15,7 ans
- ✓ Vol indexé OG: **32.2±9 ml/m<sup>2</sup>**

**NISTRIS.** Eur J Echocardiogr. 2011;12:826-833

# VD d'athlète

**28% des 102 athlètes ont des dimensions CCVD > critères majeurs de DAVD**

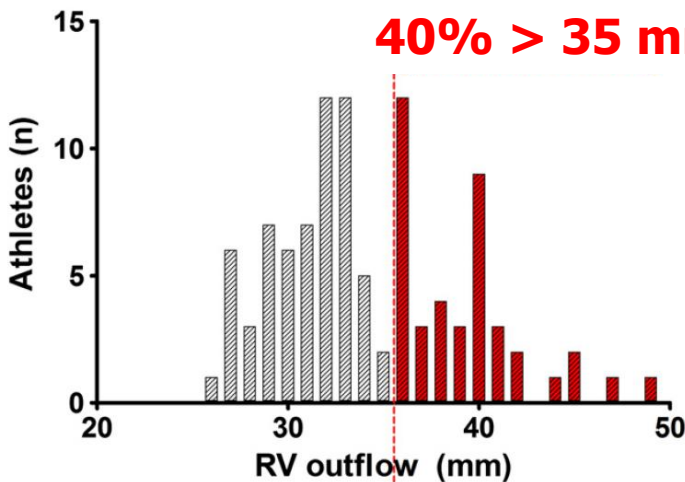


Valeurs indexée à la SC du VD  
+++

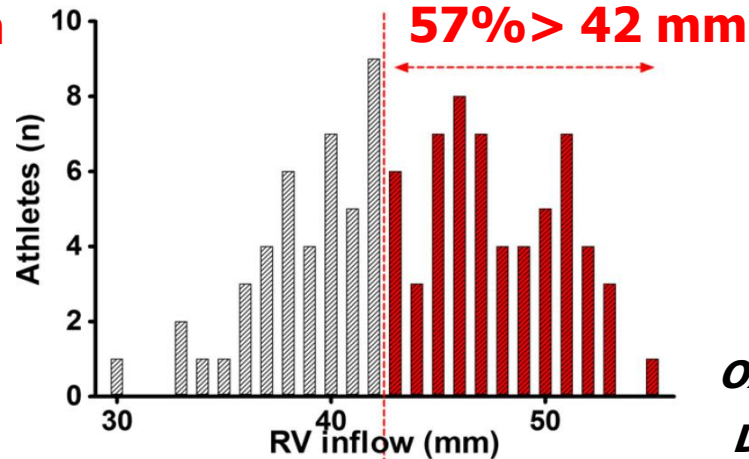
Normalité des index systoliques:  
TAPSE, VSVD

Ratio VD/VG < 1,17

Déformation longitudinale globale  
> -15%



Cut off for abnormal dimension according to ASE guidelines



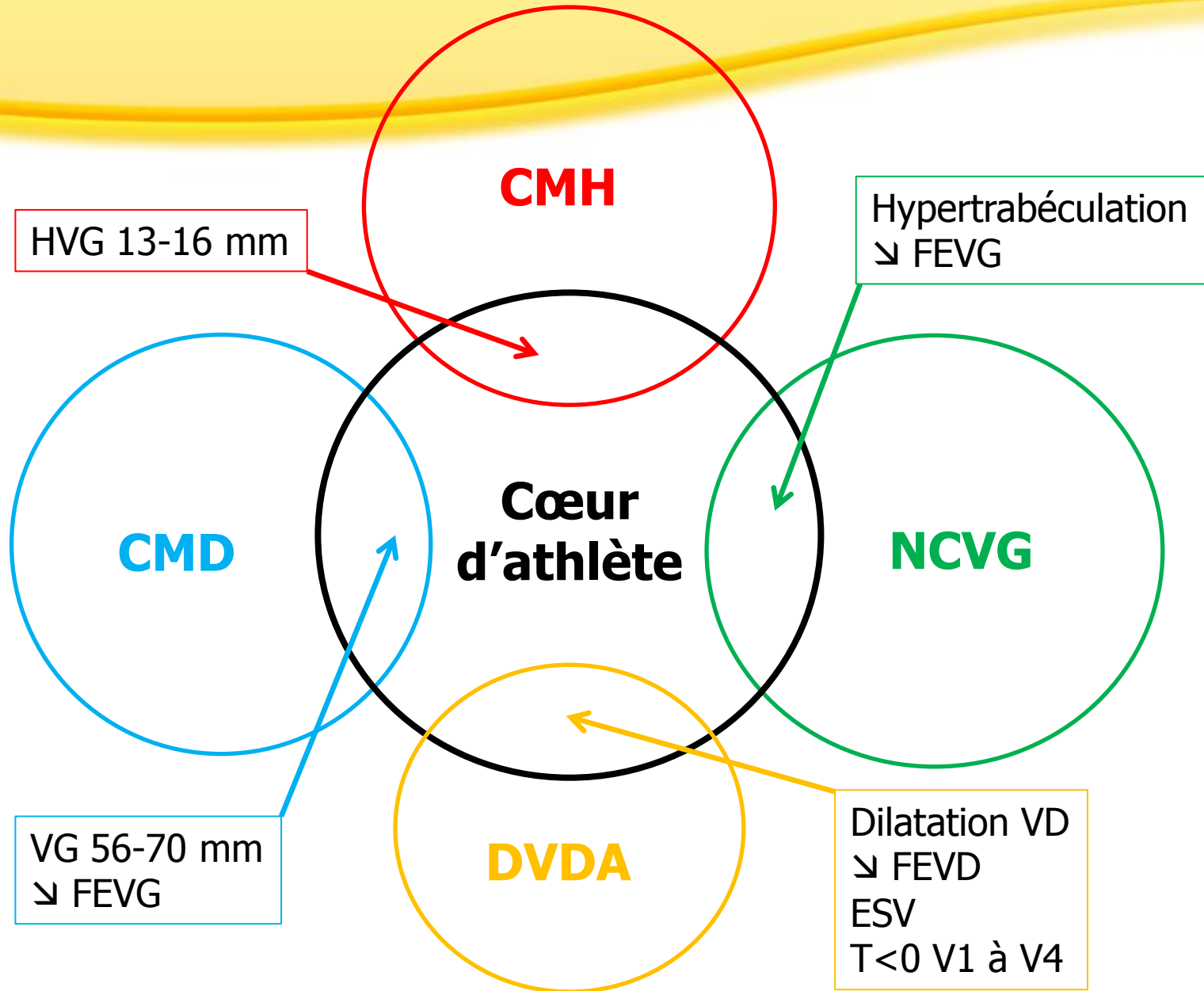
Cut off for abnormal dimension according to ASE guidelines

*Oxborough D JASE 2012*

*D'Andréa A. JASE 2012*

*Teske AJ Eur Heart J 2009*

# Les 4 « zones grises »



# CONCLUSION 2: l'échocardiographie de l'athlète

- ✓ L'échocardiographie du sportif est le plus souvent « supra normale »
- ✓ Parfois la différence entre physiologique et pathologique peut être plus délicate à établir
- ✓ Les nouvelles techniques d'imagerie 3D/4D sont prometteuses
- ✓ En cas de doute: IRM cardiaque

