

# CŒUR ET SPORTS DE MONTAGNE

Mémoire du DIU de Médecine d'Urgence  
de Montagne

Dr Nathalie BIZARD

Septembre 2007

# L'EFFORT PHYSIQUE

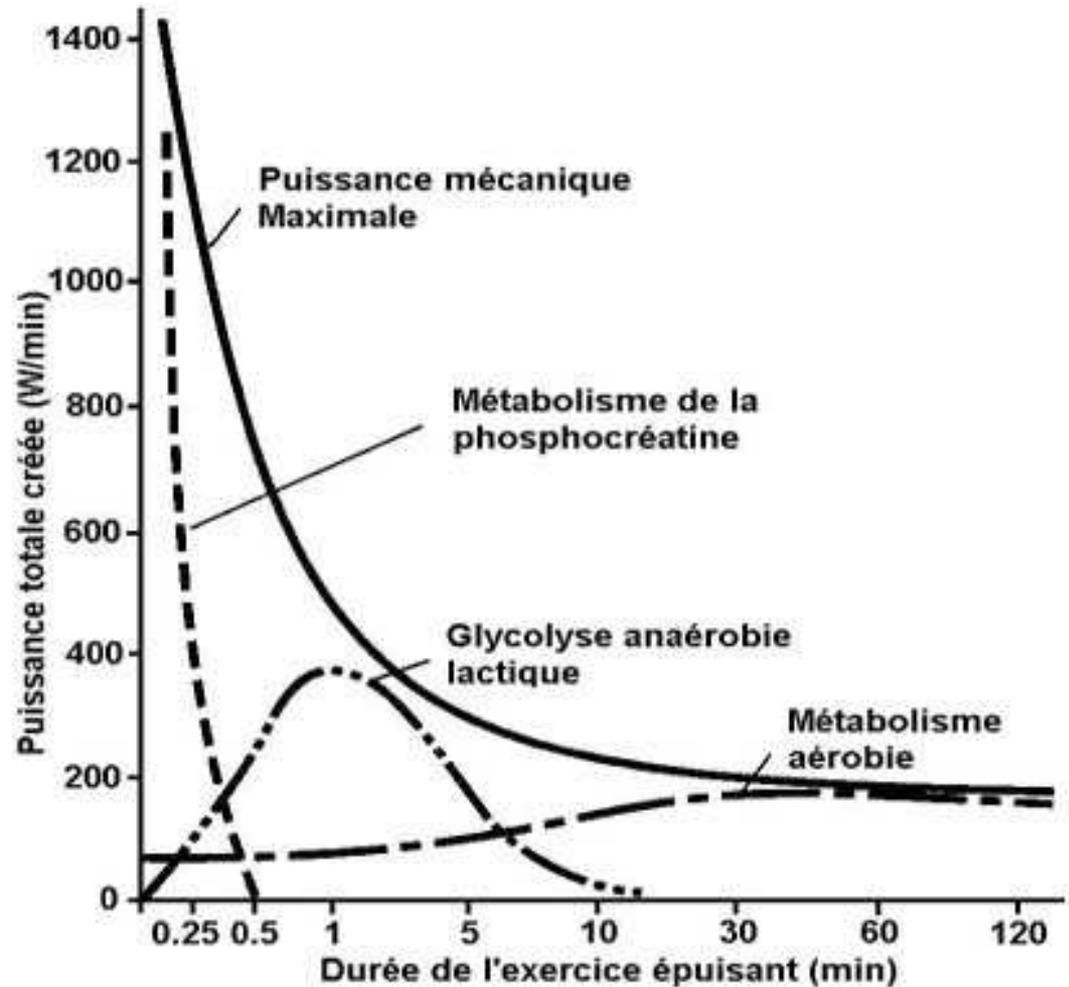
- Contraction musculaire:

Energie chimique       $\longrightarrow$       Energie mécanique

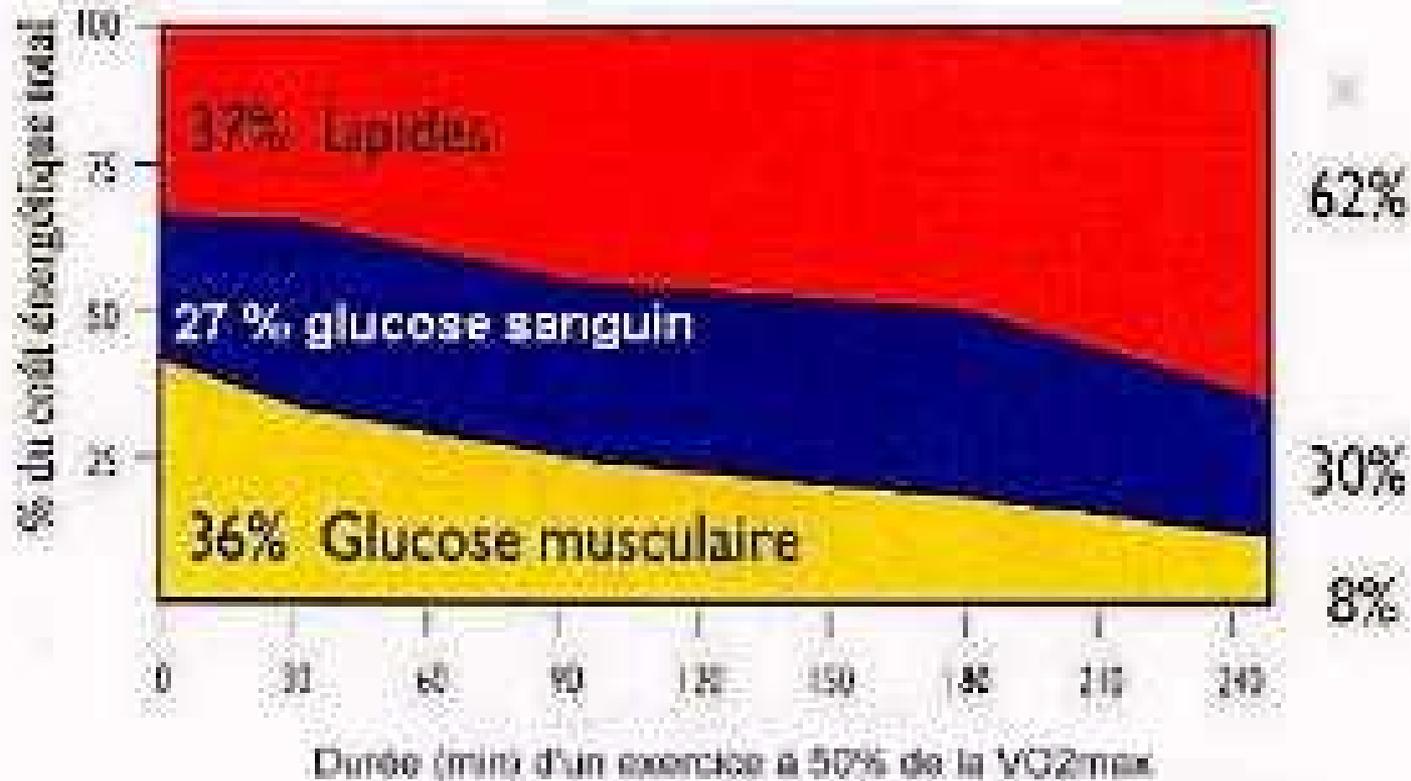
- Effort = consommateur d'énergie
- Carburant = ATP

# SOURCES D'ATP

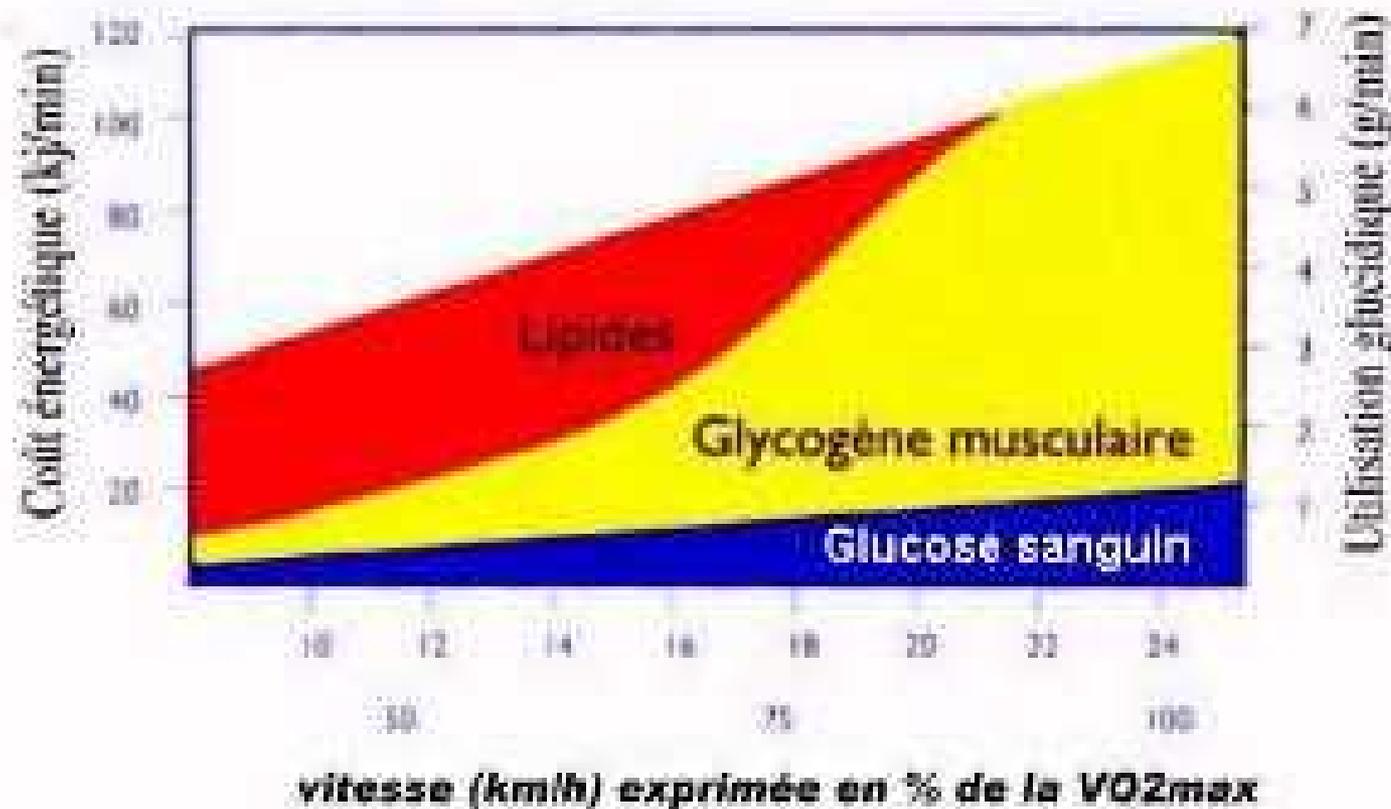
- 1- ATP  
Phosphocréatine
- 2- Glycolyse  
intracytoplasmique  
anaérobie lactique:  
glucides
- 3- Glycolyse aérobie  
alactique: lipides et  
glucides



# UTILISATION DES SUBSTRATS ÉNERGÉTIQUES EN FONCTION DE LA DURÉE DE L'EXERCICE POUR UN EXERCICE

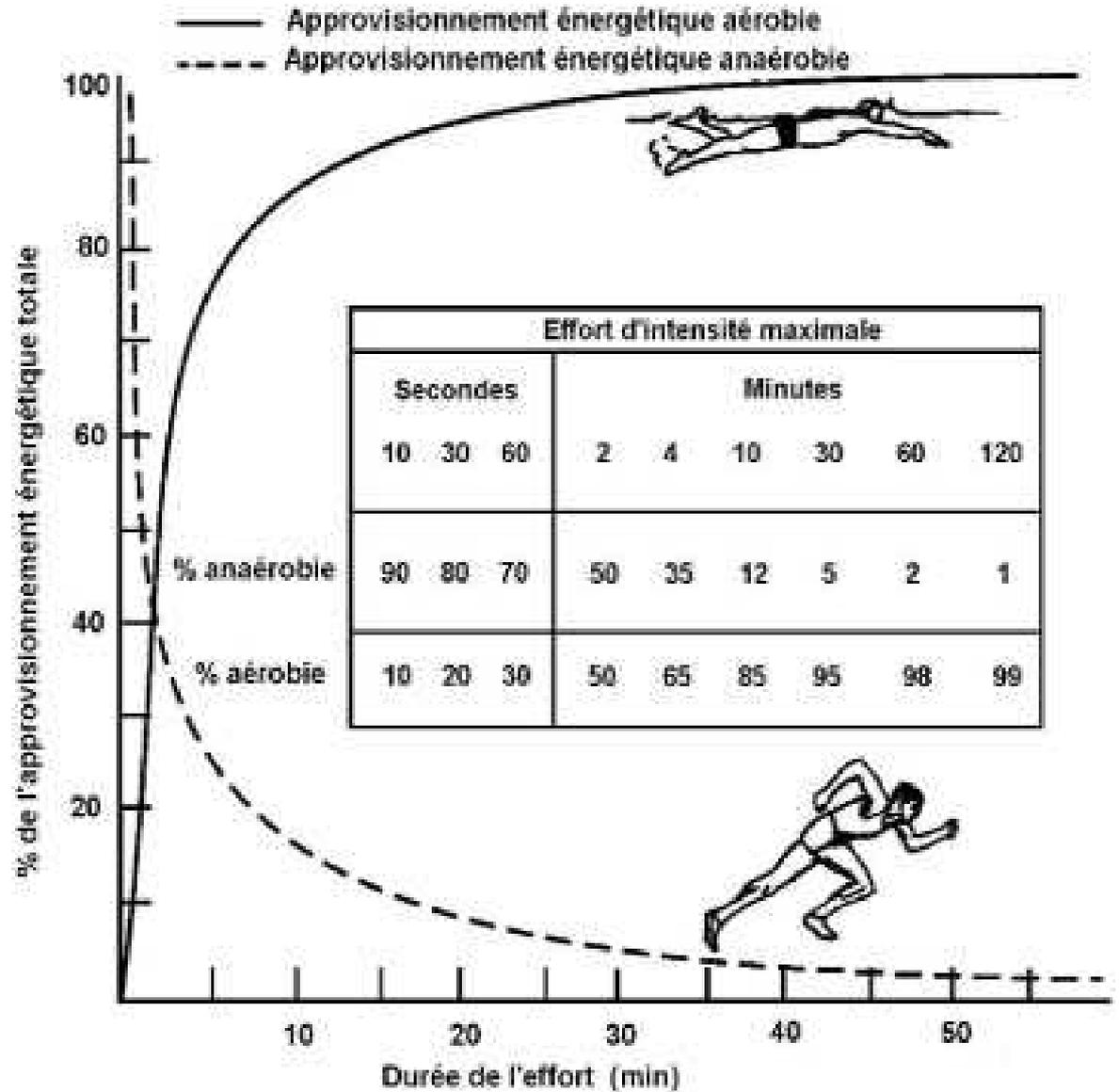


# UTILISATION DES SUBSTRATS ÉNERGÉTIQUES EN FONCTION DE L'INTENSITÉ DE L'EXERCICE (COURSE À PIED)



VOIE AEROBIE

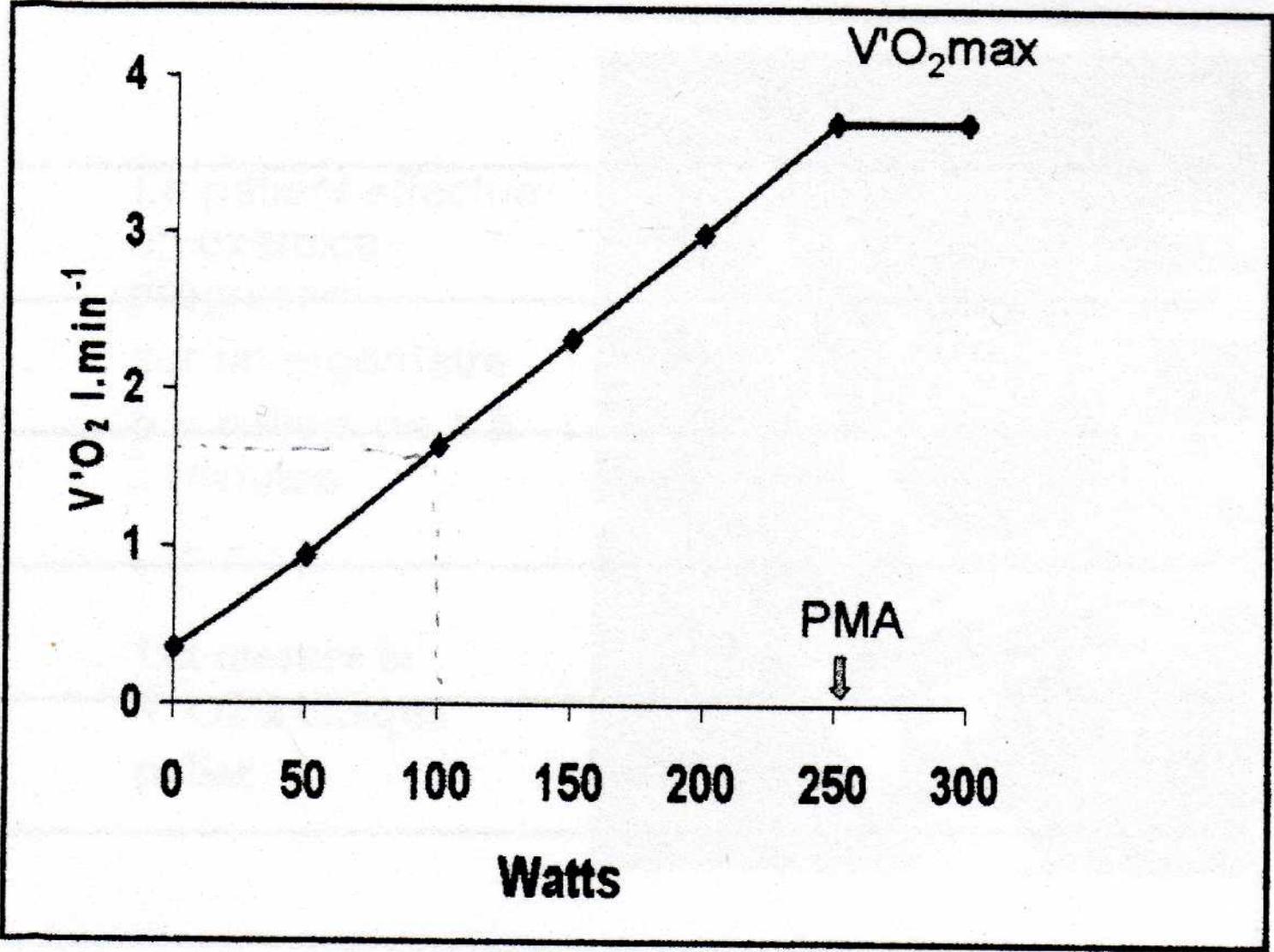
VOIE  
ANAEROBIE



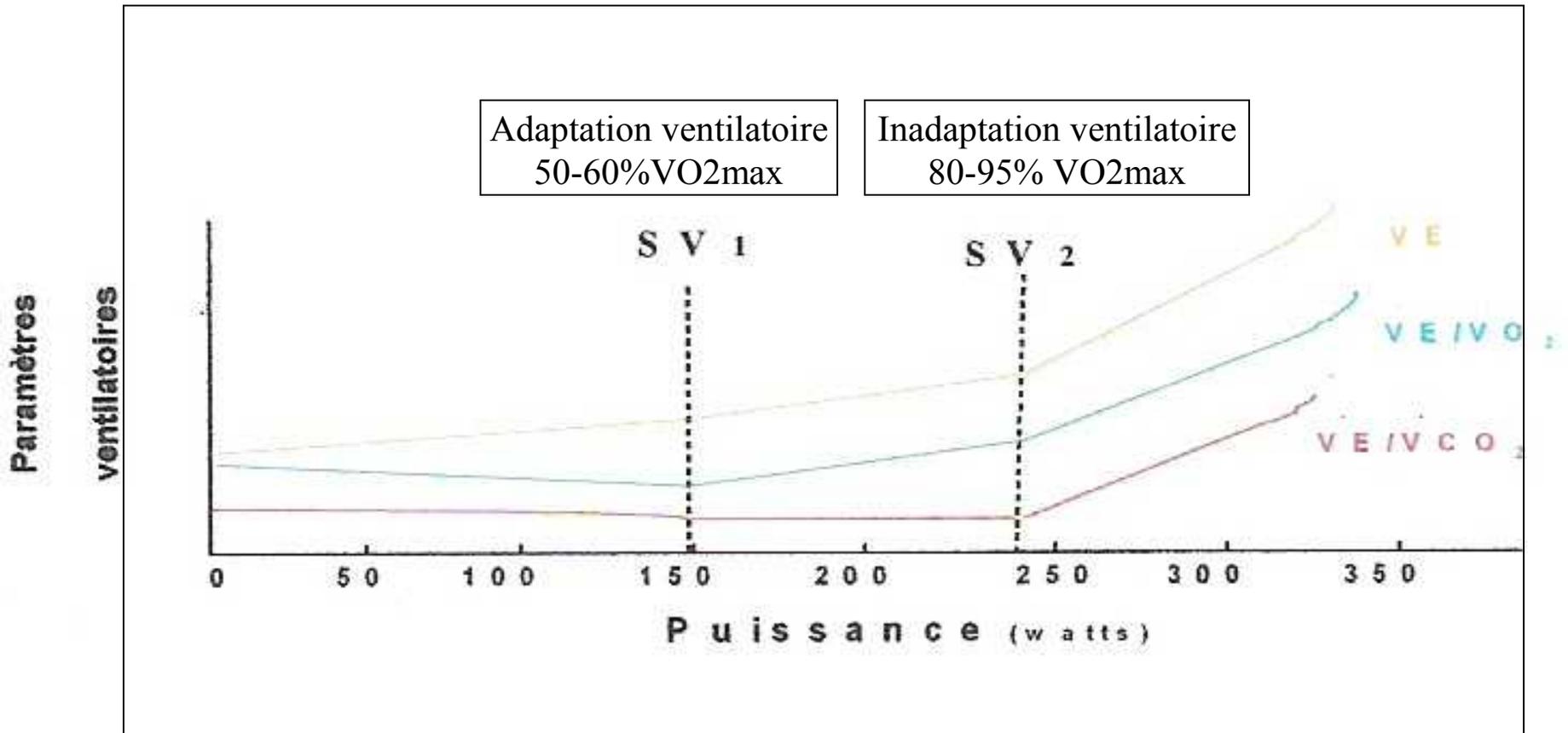
# EFFORT= ATP + O2

- ATP
- VOIES
- METABOLIQUES
- O2
- APPAREIL
- CARDIOVASCULAIRE
- 
- APPAREIL
- RESPIRATOIRE
- 
- MUSCLE

# CONSOMMATION D'OXYGENE OU VO2

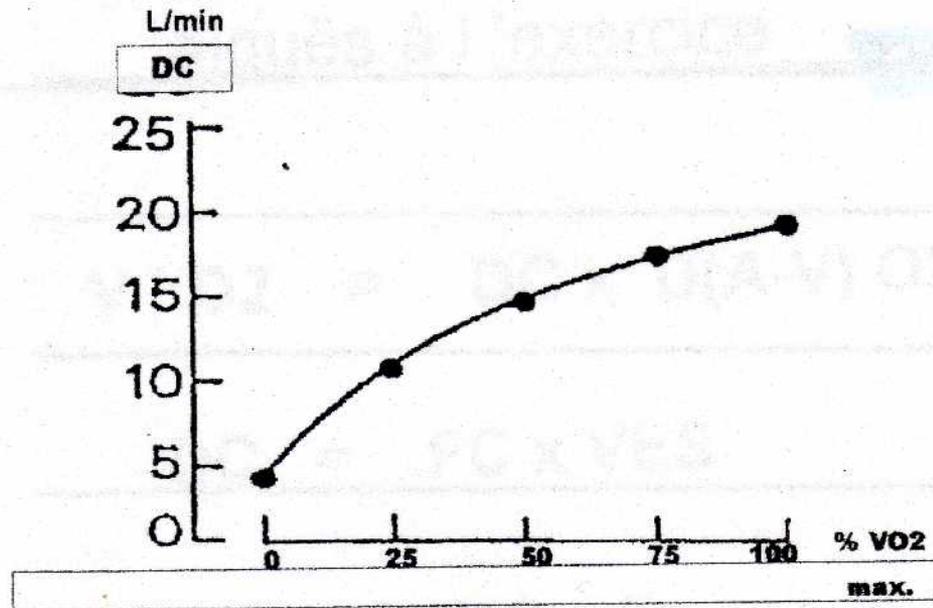


# SEUILS VENTILATOIRES



$$VO_2 = D(a-v) \times DC$$

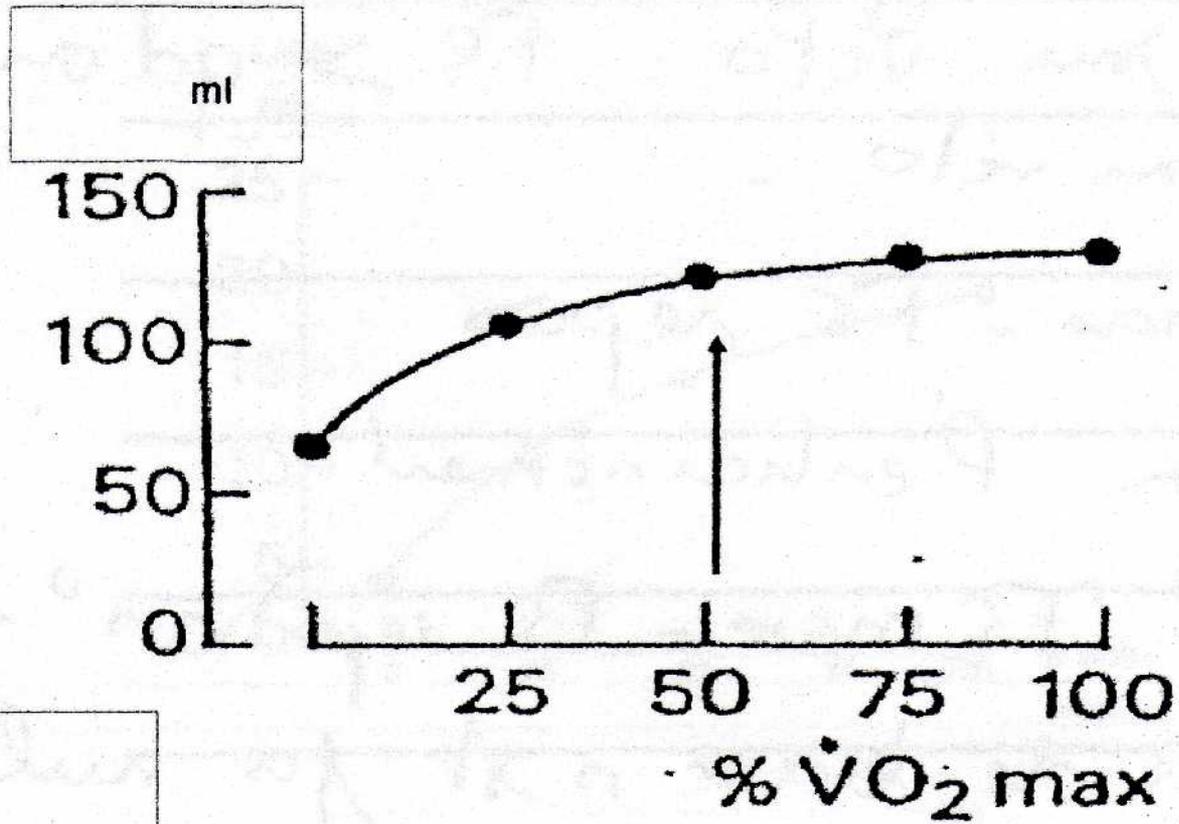
### Débit cardiaque et exercice musculaire dynamique



$$DC = FC \times VES$$

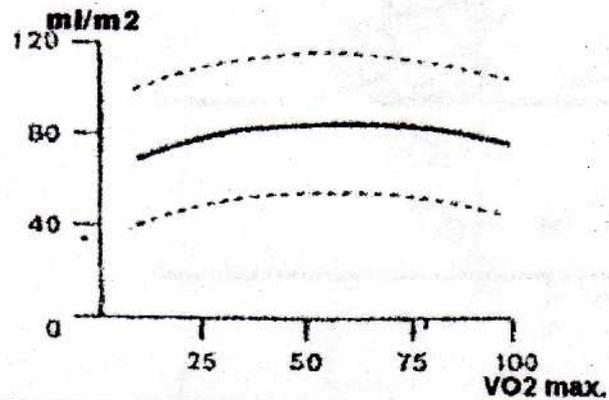
$$DC = FC \times VES$$

### Adaptations du volume d'éjection systolique

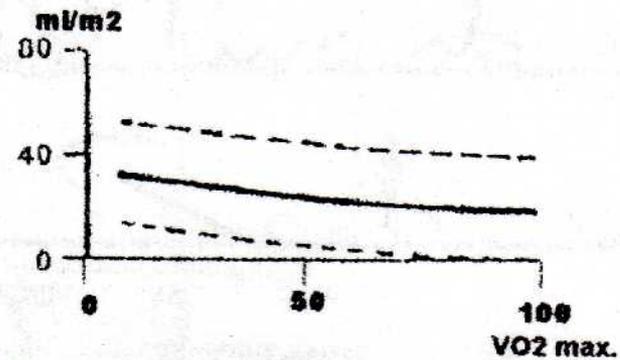


# Adaptations du volume d'éjection systolique

$$VES = VTD - VTS$$



Volume télédiastolique = VTD

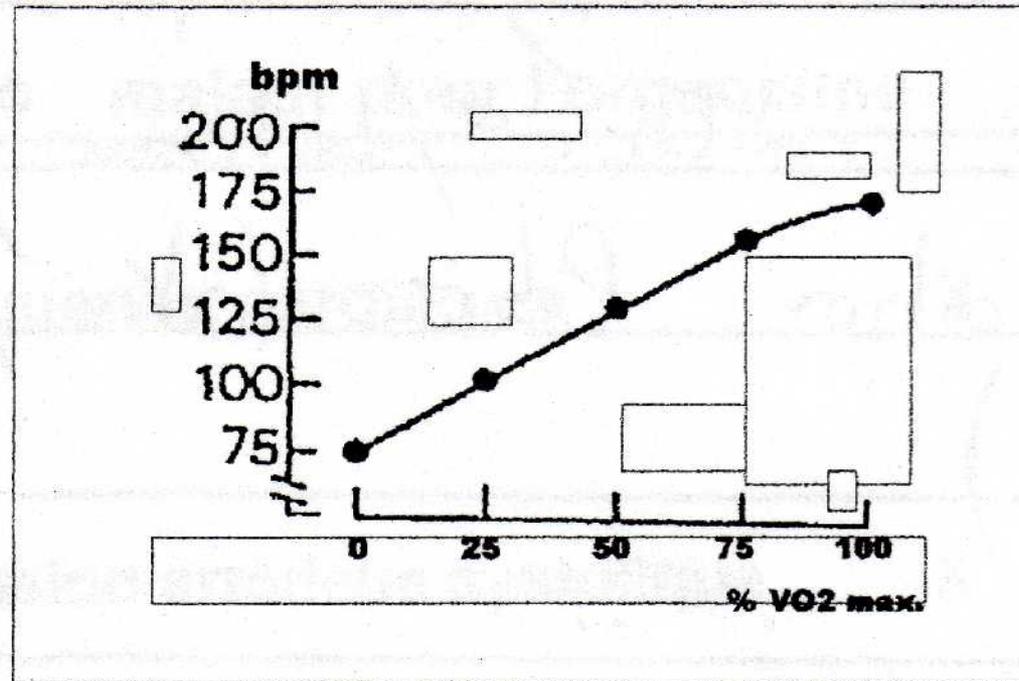


Volume télésystolique = VTS

D'après Higginbotham M.  
et al. 1986

La fraction d'éjection en % ( $VTD - VTS / VTD \times 100$ ) augmente

## Évolution de la fréquence cardiaque à l'exercice

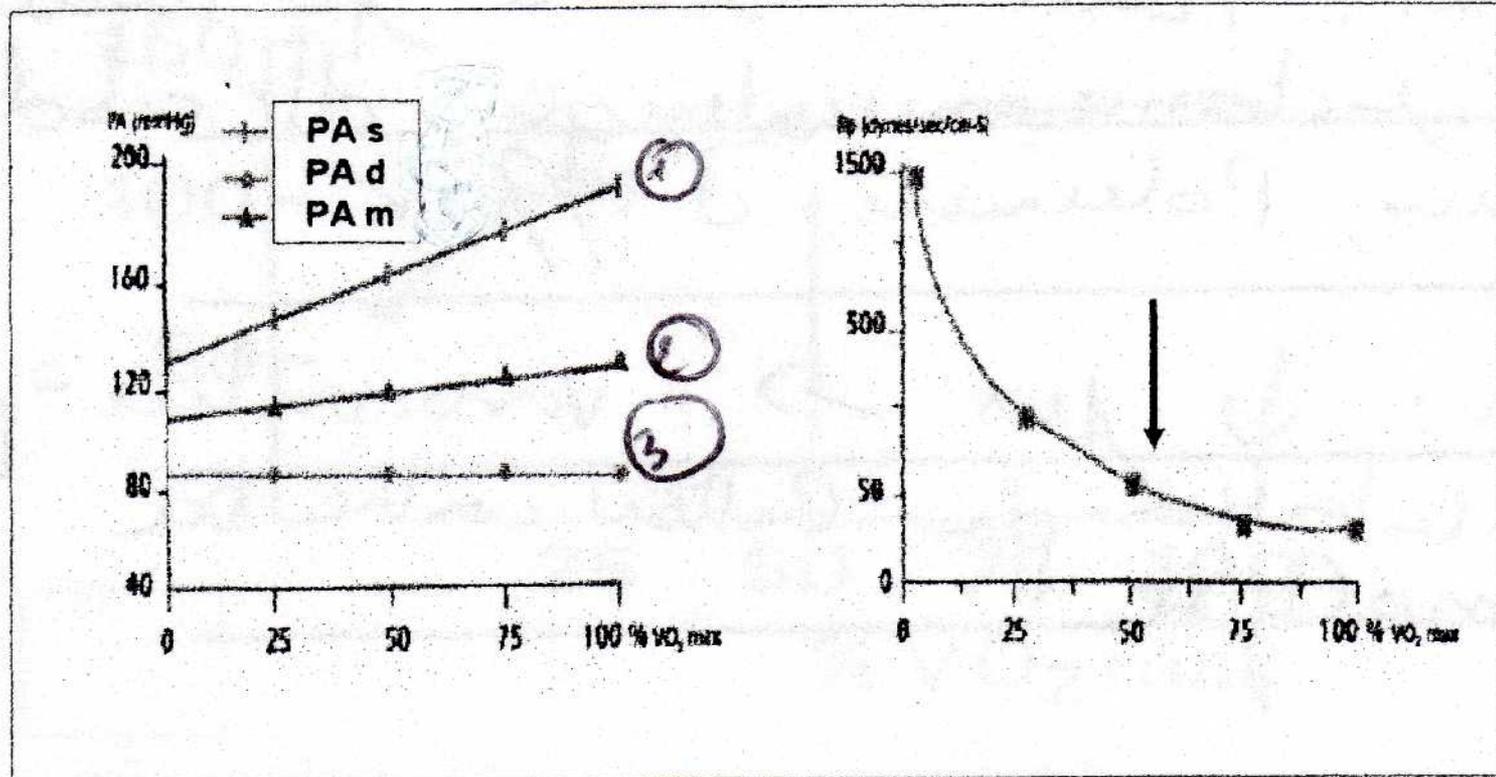


### Adaptations neuro-hormonales

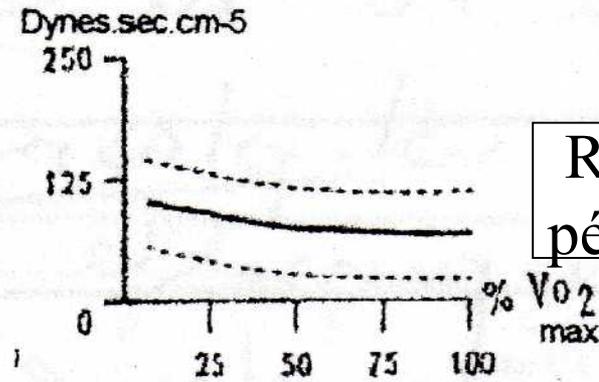
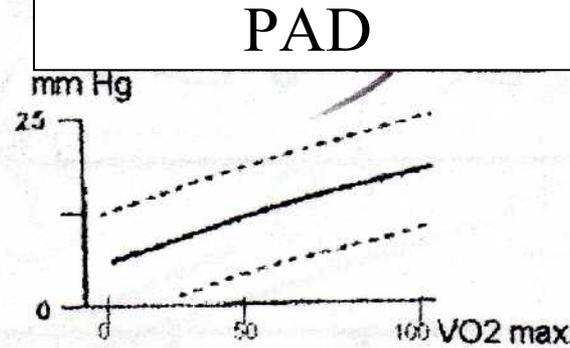
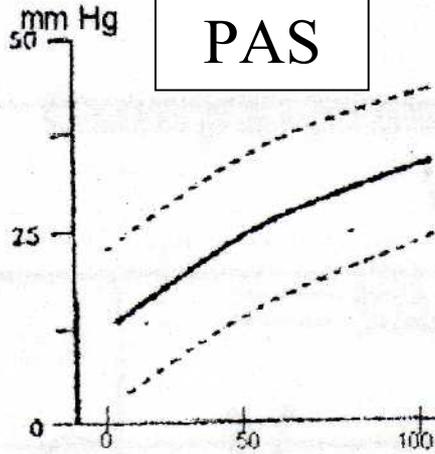
- < 50-60% VO2 max. → baisse du tonus parasympathique
- > 50-60% VO2 max. → augmentation du sympathique  
→ augmentation des catécholamines

# Adaptations de la PA à un exercice dynamique

$$PA = DC \times RPT$$



# Adaptations des pressions artérielles pulmonaires : exercice dynamique

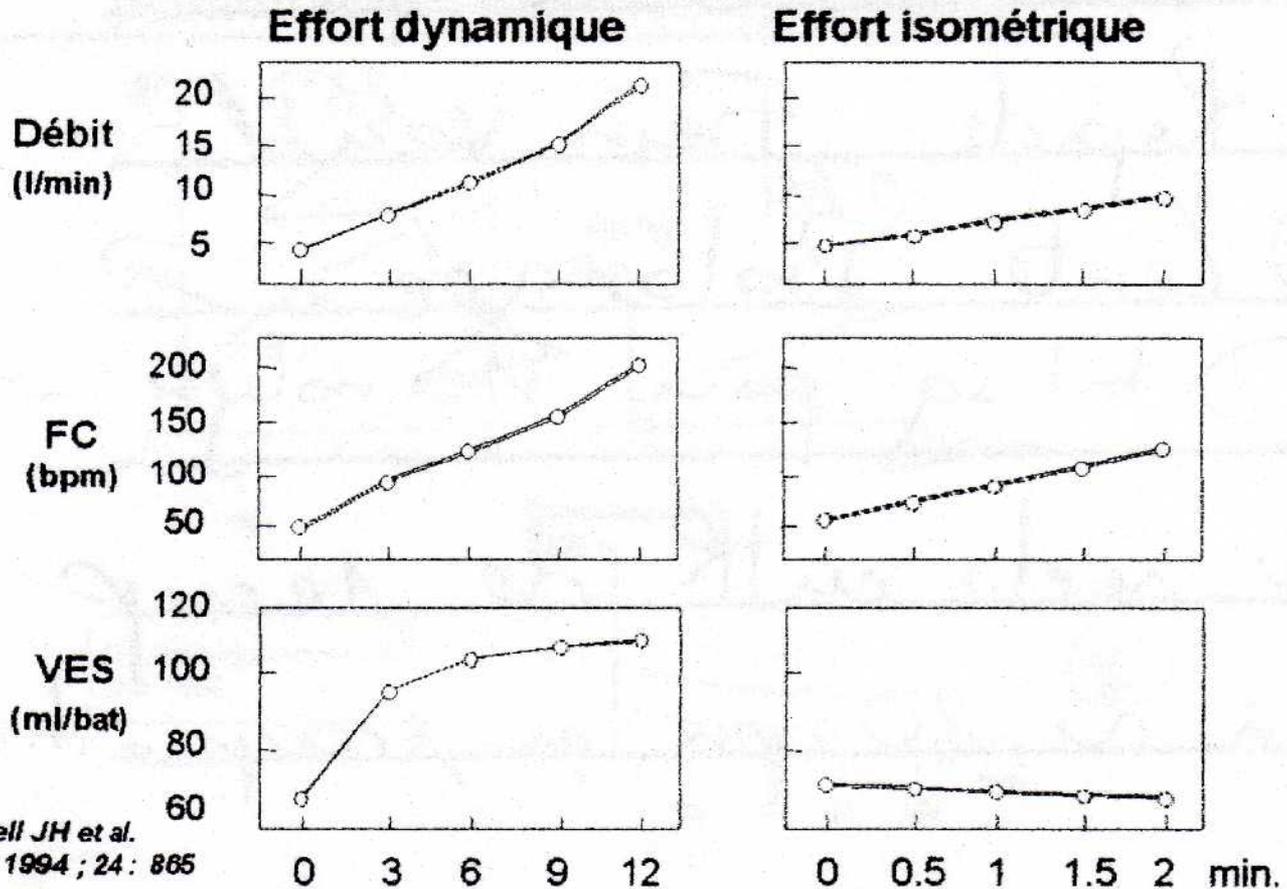


D'après Higginbotham M.  
et al. 1986

Résistances  
périphériques

# STATIQUE / DYNAMIQUE (1)

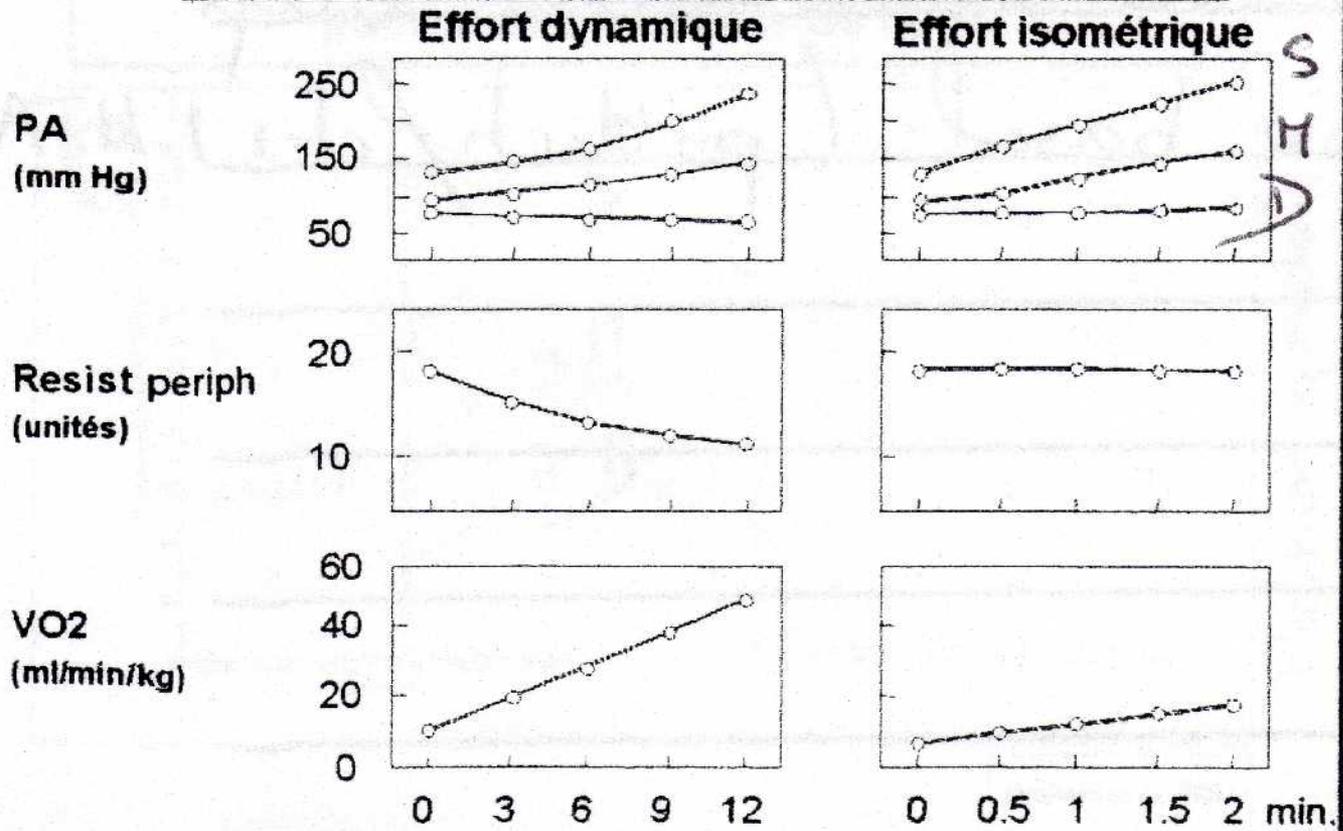
## Exercice dynamique et statique : comparaison des adaptations cardiovasculaires (2)



Mitchell JH et al.  
JACC 1994 ; 24 : 865

# STATIQUE / DYNAMIQUE (2)

**Exercice dynamique et statique :  
comparaison des adaptations cardiovasculaires (2)**



# CONTRAINTES CV À L'EFFORT

- Dynamique:

- VO<sub>2</sub> ↗↗

- FC ↗↗

- VES, PAS ↗

- RP ↘

} Surcharge en volume

- Statique:

- VO<sub>2</sub> →

- PA et RP ↗↗

} Surcharge en pression

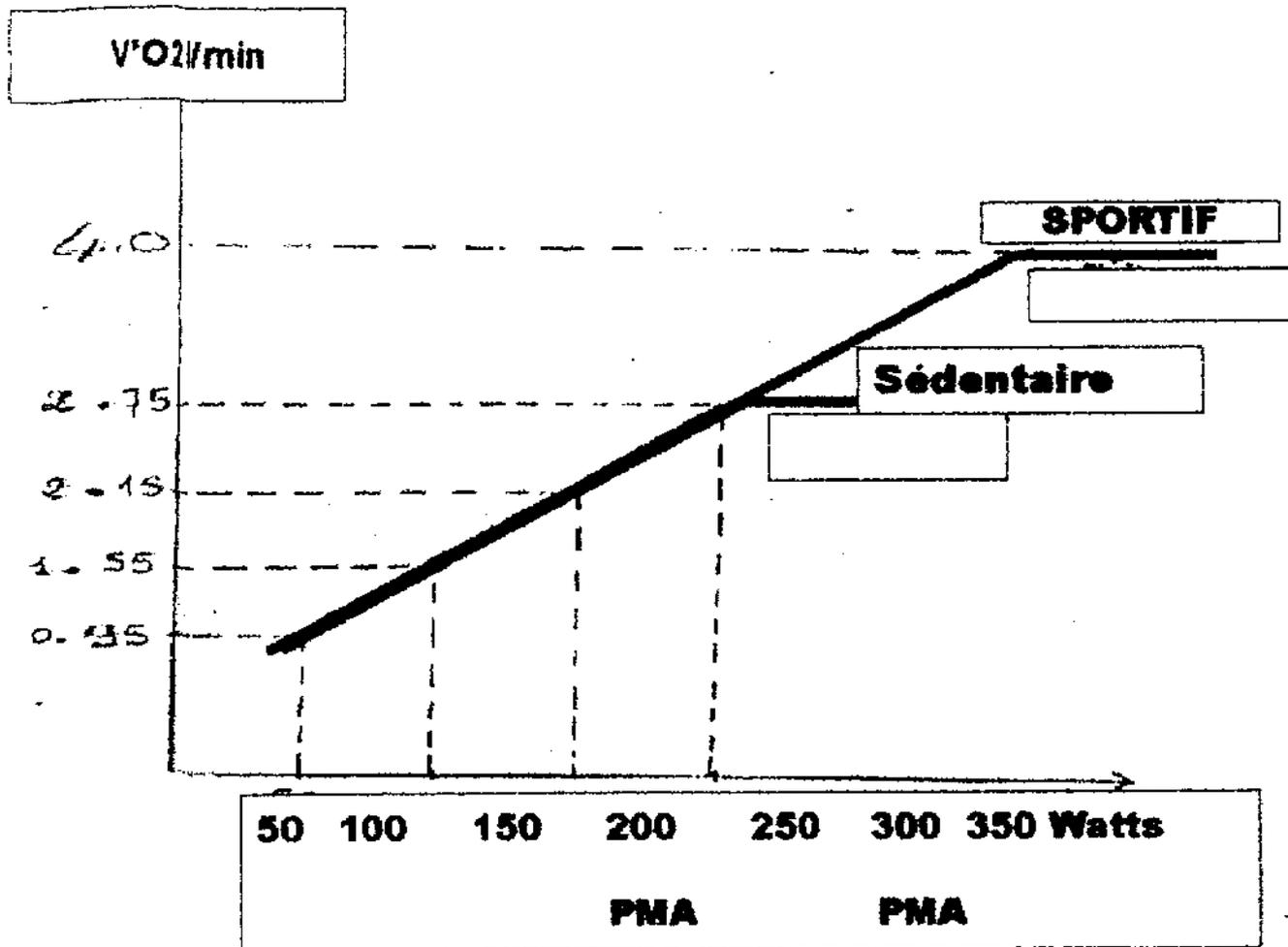
- En dessous de 50-60% de la VO<sub>2</sub>max ou FMV peu de contraintes

- Au dessus: sécrétion catécholamines

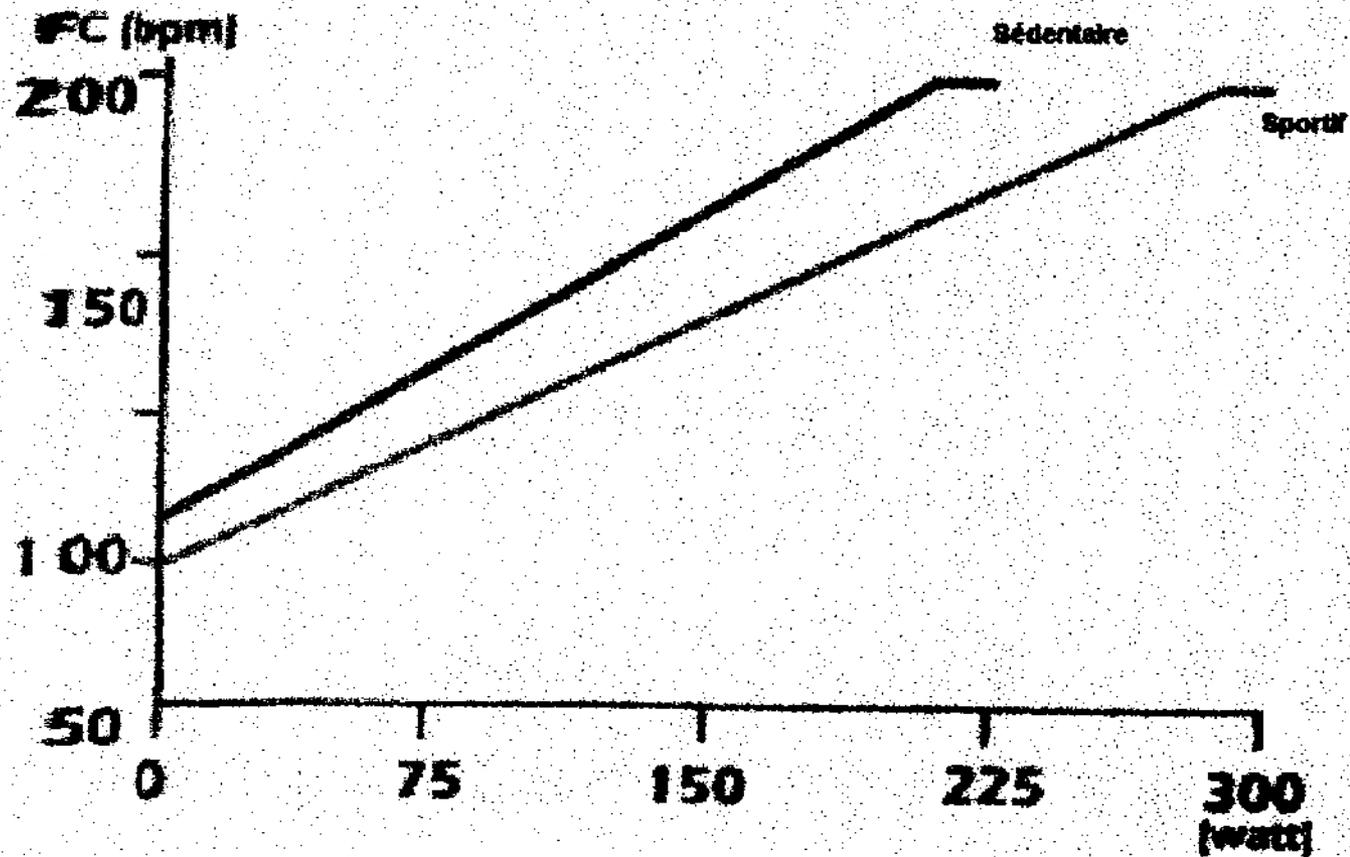
# CLASSIFICATION DE BÉTHESDA

Composante du sport	A Dynamique faible ( $<40\%$ VO <sub>2</sub> max)	B Dynamique moyenne ( $40-70\%$ VO <sub>2</sub> max)	C Dynamique fort ( $>70\%$ VO <sub>2</sub> max)
I isométrique faible ( $<20\%$ FMV)	Billard Bowling Cricket Golf Tir arme à feu	Base-ball Tennis de table Tennis en double Volley-ball	Ski de fond Hockey sur gazon Marche (athlétisme) Tennis ,Squash, Badminton Course de fond Football Course d'orientation
II isométrique moyen ( $20-50\%$ FMV)	Tir à l'arc Course auto Plongeon Course moto Equitation Plongée sous marine	Escrime Sauts (athlétisme) Patinage artistique Football américain Rugby Course de vitesse Natation synchronisée Surf	Basket-ball Hockey sur glace Course demi-fond Natation Handball
III isométrique fort ( $>50\%$ FMV)	Luge, Bob Lancers (athlétisme) Gymnastique Sports de combat Escalade Ski nautique, Voile Haltérophilie Planche à voile	Body building Ski de descente Lutte	Boxe Canoë-kayak Cyclisme Décathlon Aviron Patinage de vitesse

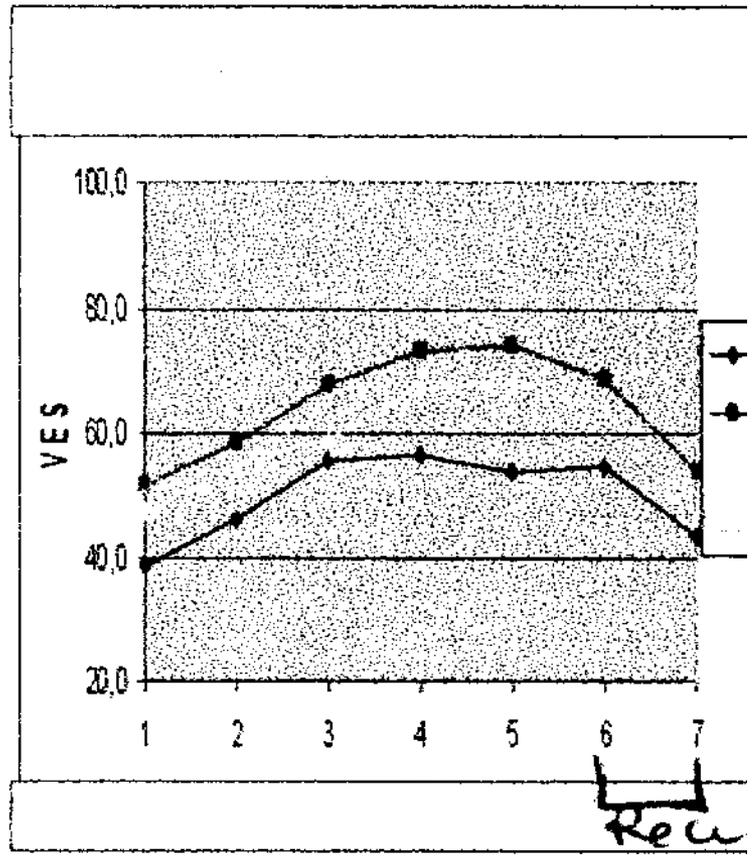
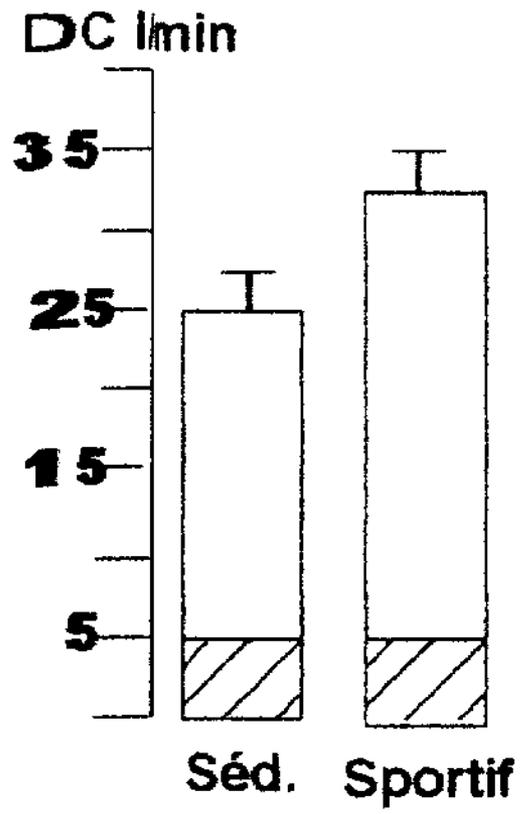
# En traînement et $V'O_2$ maximale



# EFFET DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LA FC



# EFFET DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LE DÉBIT CARDIAQUE



# CONTRAINTES CARDIOVASCULAIRES EN MONTAGNE

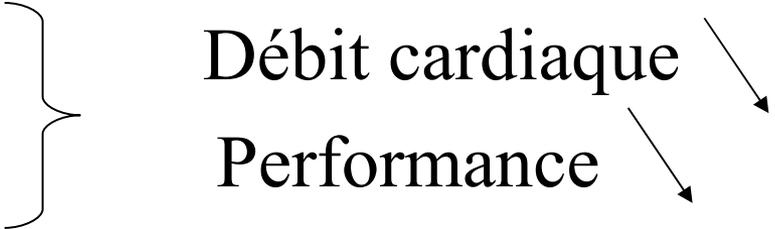
- Milieu
- Type de sport
- Niveau du pratiquant:
  - Technique
  - Physique
  - Auto Évaluation

# CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU:

## LA DÉSHYDRATATION

- Constante en montagne:
  - diminution sensation soif,
  - air sec,
  - diminution apport,
  - augmentation diurèse dans sports immergés
- **Baisse du débit cardiaque** par baisse du VES

# CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU: CHALEUR

- 75% énergie consommée transformés en chaleur
  - Chaleur = problème majeur
  - Aggrave la déshydratation
  - Volume Plasmatique, VES 
  - FC 
- 
- A l'extrême collapsus CV (coup de chaleur)

# CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU: FROID

- Moins de contraintes cardiaques:
  - FC ↘
  - VES ↗
- Augmentation dépenses calorifiques
- Vasoconstriction périphérique
- Crises angineuses

# CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU

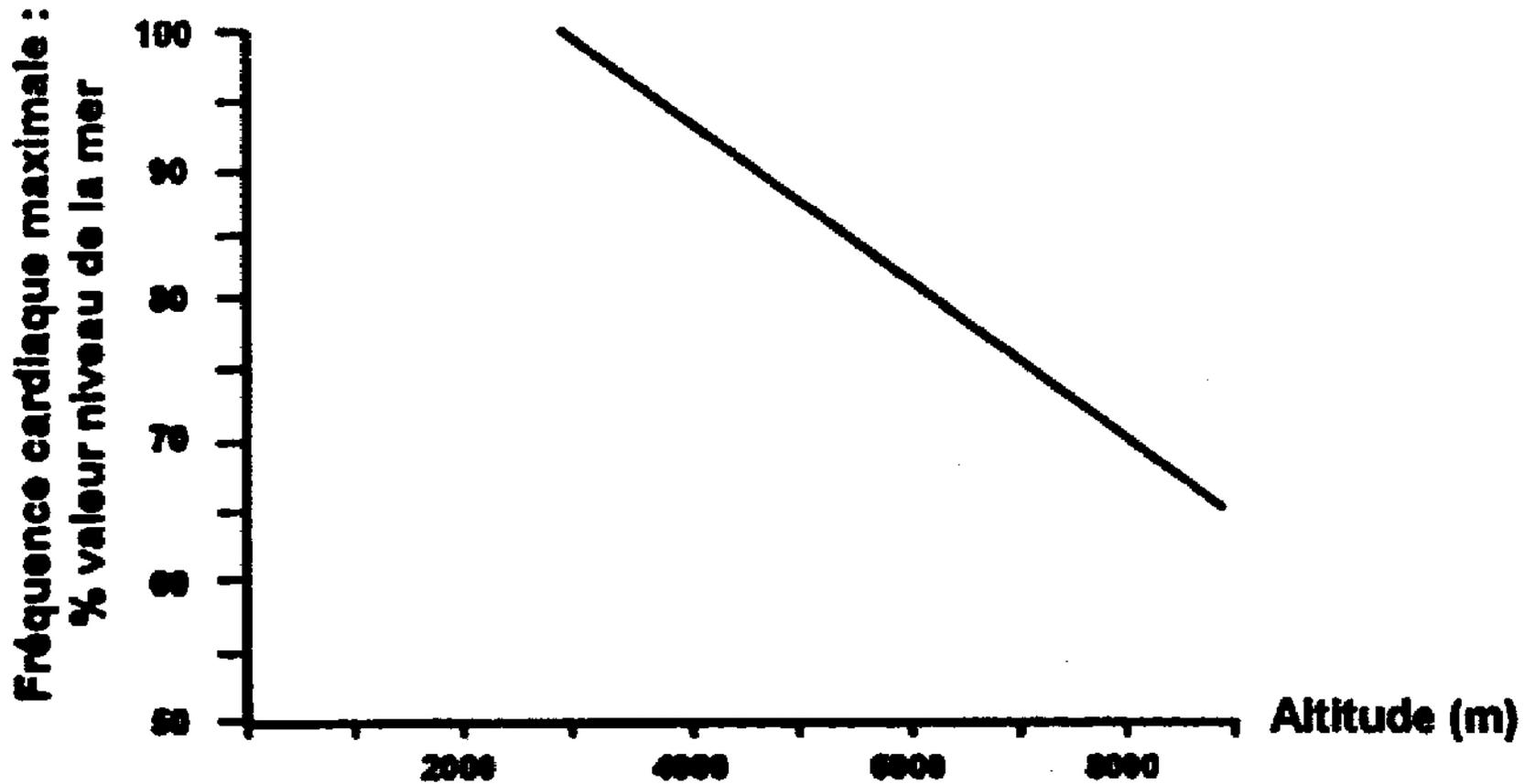
- **Stress:**
  - gros consommateur d'énergie (glucides, catécholamines)
  - Etat d'épuisement
- **Immobilité:**
  - baisse retour veineux/ baisse débit cardiaque
- **Efforts statiques:**
  - fatigue musculaire
- **Isolement:**
  - problème si maladie ou blessure

# CONTRAINTES LIÉES AU MILIEU

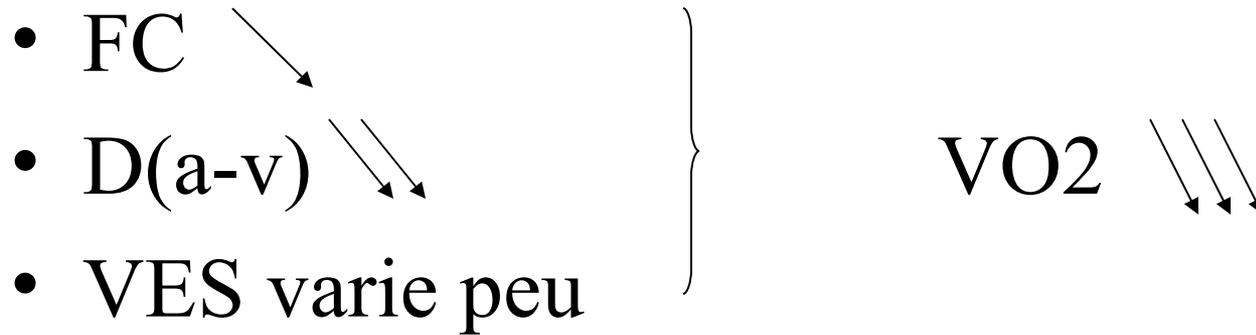
## L'ALTITUDE

- Hypoxie aiguë: sécrétion catécholamines
  - HTAP constante +/- importante
  - FC repos, DC, Débit coronarien ↗
- Adaptation: diminution sensibilité récepteur adrénergique:
  - FC maximale,
  - DC maximal,
  - FR réserve ↘

# FC MAXIMALE ET ALTITUDE

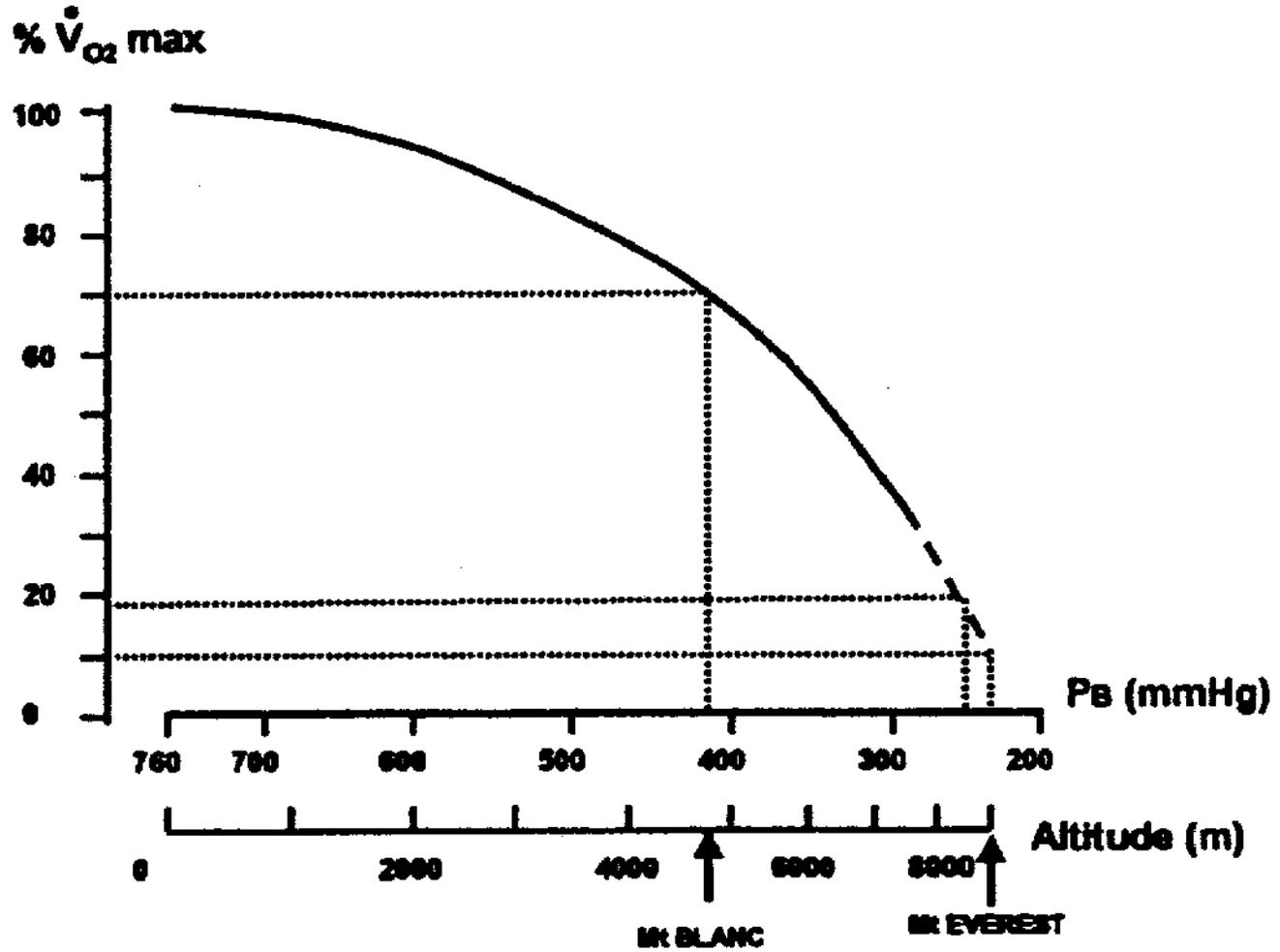


$$VO_2 = FC \times VES \times D(a-v)$$



- Diminution de 7 à 8% par 1000m
- Mont Blanc: - 30%
- Everest: - 80%

# VO2 ET ALTITUDE



# CONSÉQUENCES ALTITUDE

- Diminution proportionnelle des capacités aérobies
- Performances anaérobies bien conservées (au début)

# CONTRAINTES LIÉES AU TYPE DE SPORT

- Classification de Bethesda
- Contraintes limitées si:
  - Efforts  $< 50-60\%$   $VO_2\text{max}$
  - Effort  $< 50-60\%$  FMV
- Au delà: attention

# CONTRAINTES LIÉES AU NIVEAU DU PRATIQUANT

- Niveau
  - Physique
  - Technique
  - Auto évaluation / prise de risque
- Quand niveau ↗ CCV ↘
- Effort composante faible → forte  
(descente à ski)

# LE CARDIAQUE EN MONTAGNE

- Milieu:
  - altitude,
  - Durée
  - intensité
- Niveau:
  - physique
  - technique
  - Entraînement, préparation
- Cardiopathie:
  - Sévérité
  - Stabilité
  - Test d'effort

# CONTRE INDICATIONS FORMELLES (1)

- HTAP
- Maladie thromboembolique
  - Polyglobulie, hyperviscosité
  - Déshydratation
  - Stase sanguine, immobilité
  - OP CI si séjour prolongé en altitude
- Cardiopathie cyanogènes

# CONTRE INDICATIONS FORMELLES (2)

- Cardiopathies à risque évolutif:
  - Valvulopathies obstructives non opérées
  - IC non stabilisée
  - HTA non contrôlée
  - Troubles du rythme non contrôlés
  - SCA de moins de 6 mois

# CARDIOPATHIE ISCHEMIQUE

- Effort: → travail myocardique (PAS x FC)
- Altitude:
  - Seuil ischémique ↘
  - Travail myocardique ↗
  - Risque d'évènements coronariens peu modifié
- EE obligatoire

# FACTEURS PÉJORATIFS

- Coronaropathie sévère (tritronculaire)
- FDRCV mal maîtrisé
- Ischémie précoce
- Troubles du rythme
- FE altérée
- Sujet non entraîné

# ÉVALUATION CAPACITÉS

- 40 watts: terrain vallonné
- 80 watts: 1500m
- 100 watts: 2000m
- 150 watt: 6 à 8h entre 2000 et 3000m
- 200 watts: 3500m
  
- Données indicatives
  - Préparation,
  - Progressivité,
  - Loisir/compétition
  - Cardiofréquence mètre +++

# INSUFFISANCE CARDIAQUE

- Jusqu'à 1500 m sans effort
- Séjour déconseillé au delà de 2000 m
- CFM +++
  - 50-60% VO<sub>2</sub> max
  - $n\% \text{ VO}_2 \text{ max} = n\% \text{ FCR} + \text{FC repos}$
  - $\text{FCR} = \text{FCMax} - \text{FC repos}$
- Sujet 50 ans, Fcmax = 170, FC repos = 70 cpm, entraînement à 60%
- $60\% \text{ VO}_2\text{max} = 60\% (170-70) + 70 = 130 \text{ cpm}$

# HTA

- HTA bien équilibrée: pas de CI
- EE: profil tensionnel
- Problèmes certains traitements
  - Diurétiques: ↗ déshydratation
  - Béta-bloquants: mal tolérés

# THERAPEUTIQUE ET ALTITUDE: TRAITEMENTS À ÉVITER

- Anticoagulants:
  - Déséquilibre INR (déshydratation, polyglobulie)
  - Pas de possibilité de contrôle
- Antiarythmiques
  - Modification QT
  - Effet proarythmique ?
- Diurétiques:
- Majoration déshydratation

# THERAPEUTIQUE ET ALTITUDE

## PRECAUTIONS

- Béta bloquants
  - Mauvaise tolérance
  - Spasmes coronaires et périphériques
  - À conserver si maladie coronarienne
  - À substituer si HTA
- Sprays
  - Risque de surdosage (hyperpression)
  - Remplacer par comprimés

# THERAPEUTIQUE ET ALTITUDE

## BONNE TOLERANCE

- IEC,ARA2
- DIGITALIQUES
- DIHYDROPYRIDINES

# CONCLUSION

- Activité physique:
  - Diminution mortalité cardiovasculaire
- Activité physique en montagne
  - Augmentation des contraintes cardiovasculaires
- Nécessité d'une bonne évaluation
  - Projet sportif
  - Milieu d'évolution
  - État de santé
- Peu de CI formelles
- Adaptations parfois