

# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice

## Description des phénomènes

- Exercice **dynamique** *versus* exercice **statique**
- **Augmentation du débit cardiaque**
  - augmentation de la fréquence cardiaque
  - augmentation du volume d'éjection systolique
- **Redistribution du débit cardiaque**
  - vasodilatation
  - vasoconstriction
- **Diminution des résistances** périphériques totales
- **Augmentation de la pression artérielle moyenne**

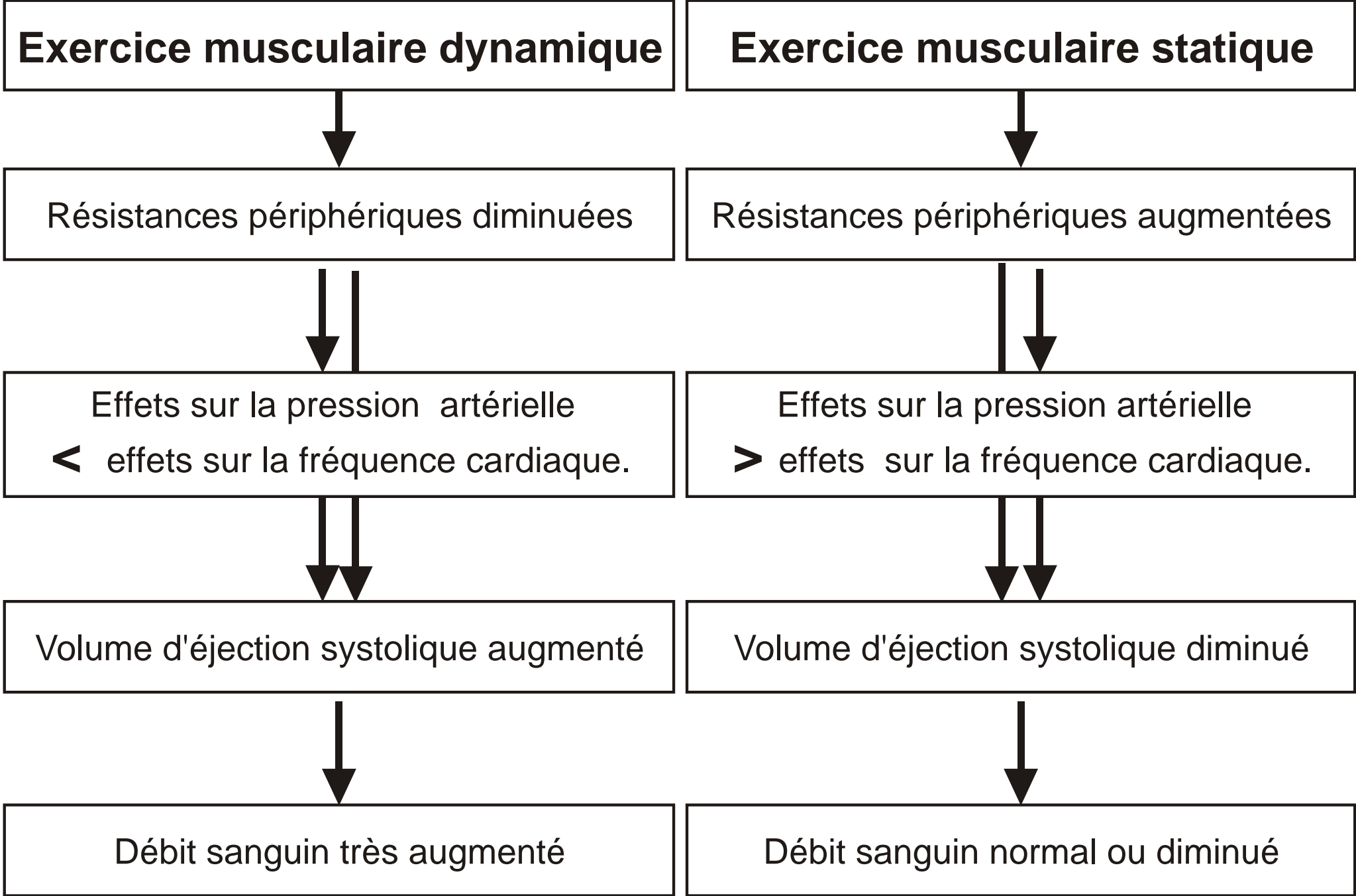
## Mécanismes adaptatifs

- neurologiques
- humoraux

# **Description des phénomènes**

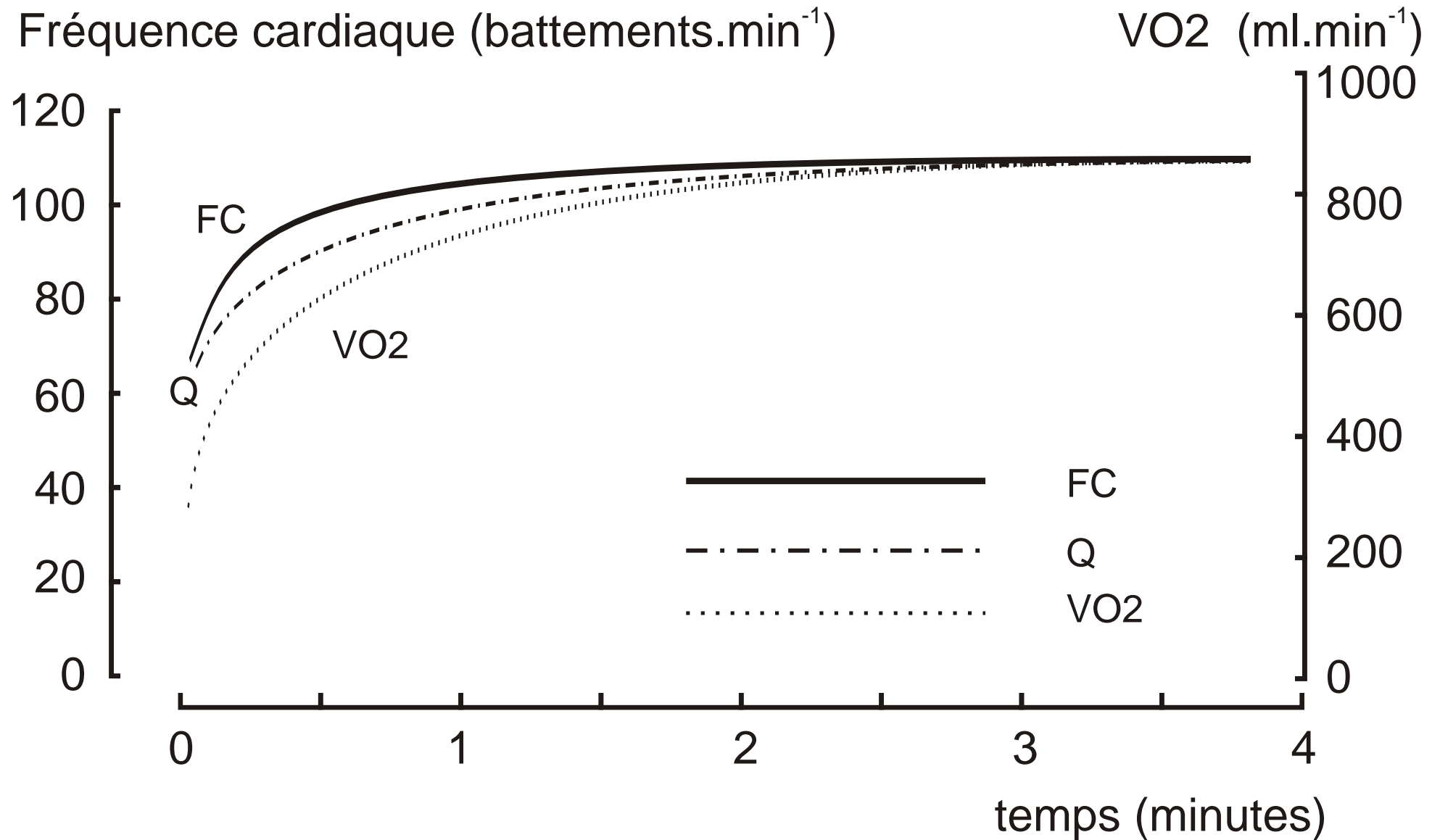
# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice

- Exercice **dynamique** *versus* exercice **statique**



# **Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique**

*Evolution de la fréquence cardiaque (FC), du débit sanguin (Q) et de la consommation d'oxygène (VO2) au début d'un exercice d'intensité faible.*



# **Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique**

Relation linéaire entre le débit cardiaque et la consommation d'oxygène.

Débit cardiaque ( $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ )

35  
30  
25  
20  
15  
10  
5  
0

Athlète d'endurance

Sédentaire

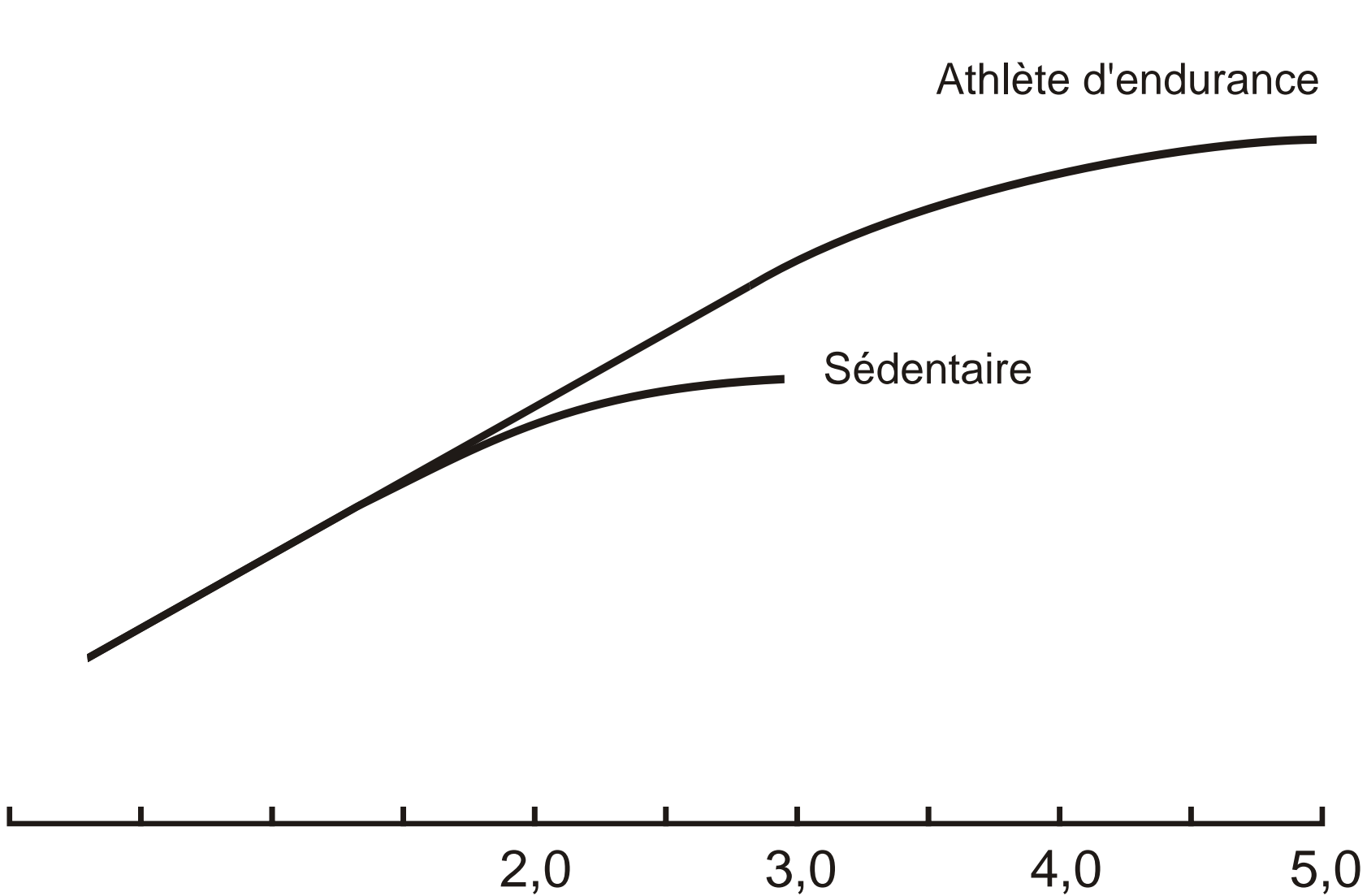
2,0

3,0

4,0

5,0

Consommation d'oxygène



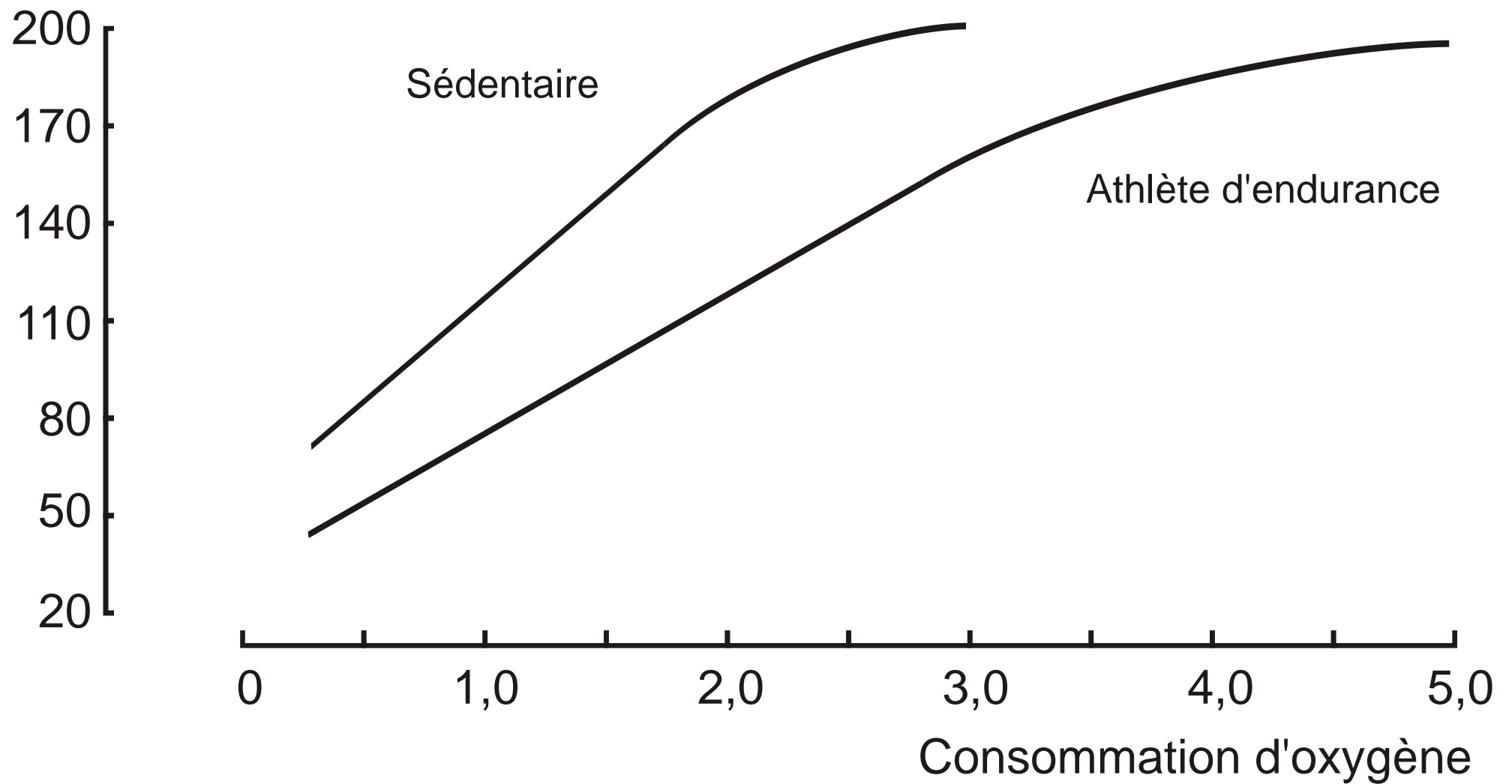


# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

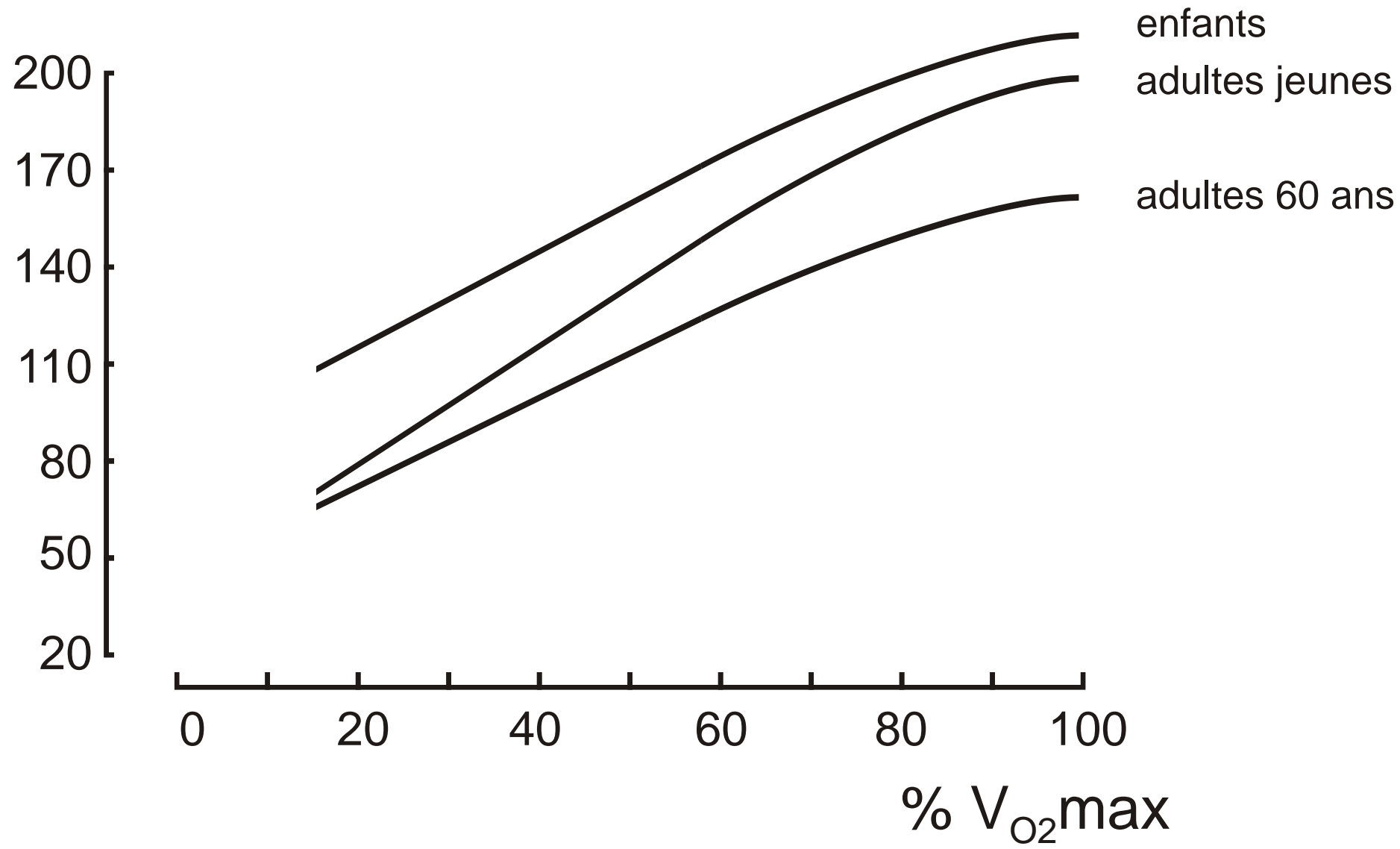
Cette augmentation du débit cardiaque est le résultat :

- **d'une augmentation de la fréquence cardiaque**
- d'une augmentation du volume d'éjection systolique

Fréquence cardiaque (battements.min<sup>-1</sup>)



Fréquence cardiaque (battements.min<sup>-1</sup>)

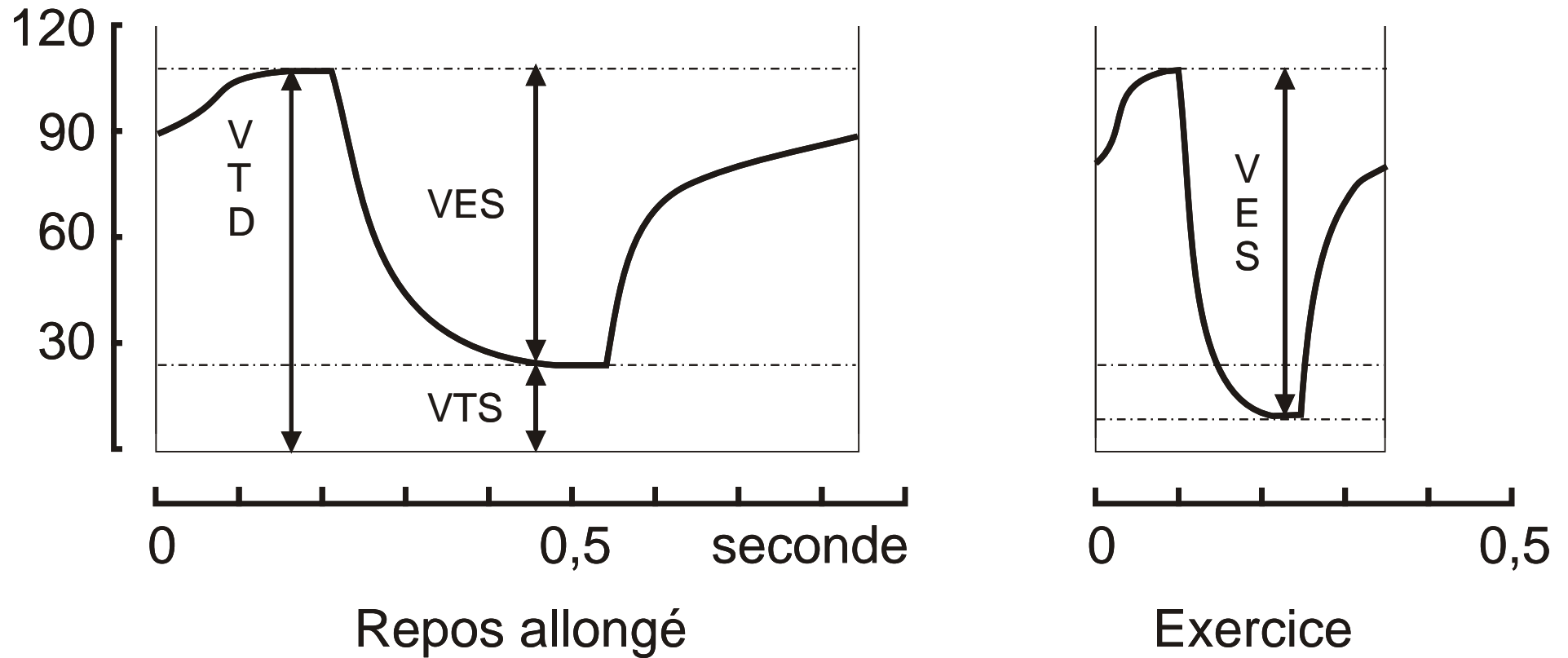


# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

Cette augmentation du débit cardiaque est le résultat :

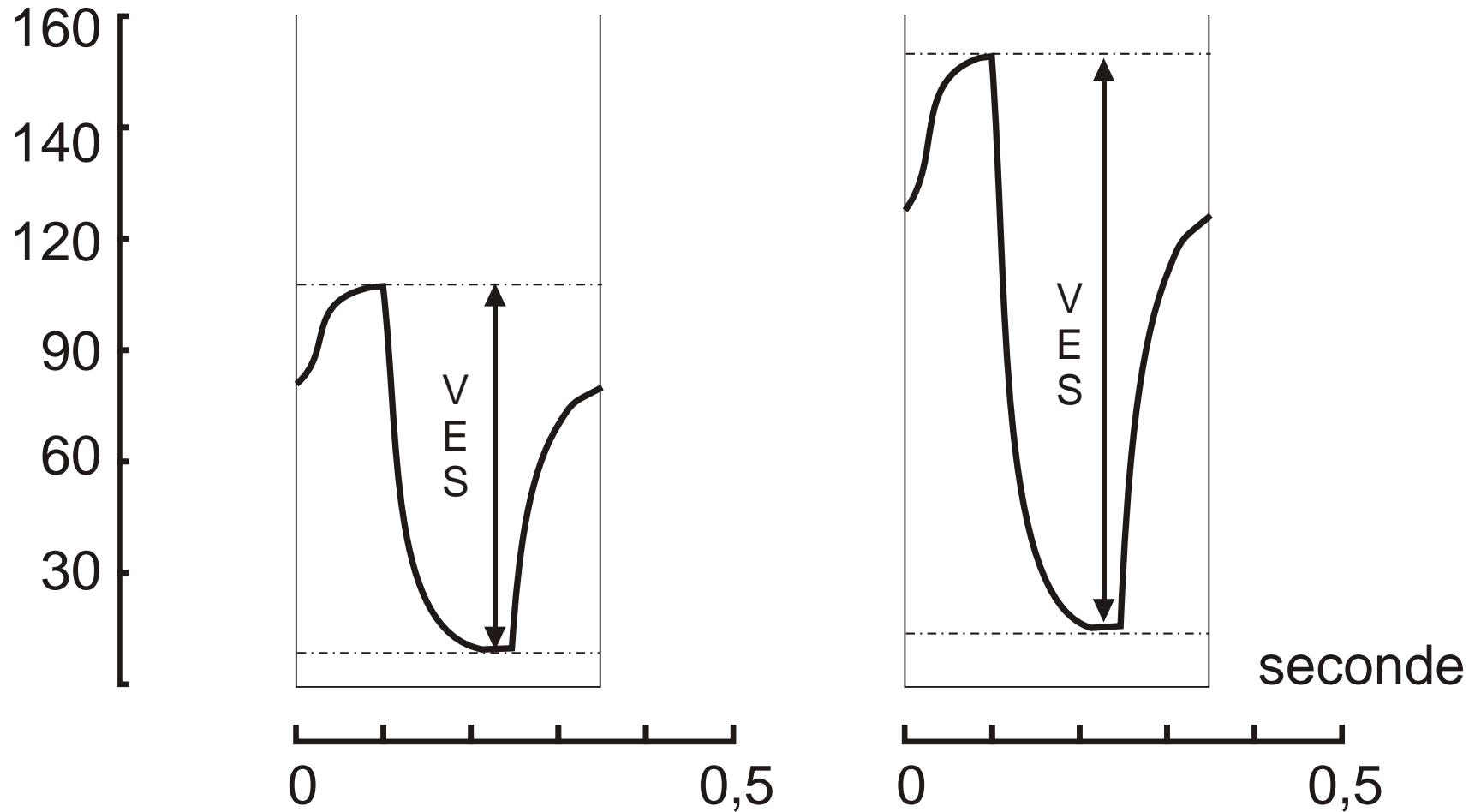
- d'une augmentation de la fréquence cardiaque
- **d'une augmentation du volume d'éjection systolique**

## Volume ventriculaire (ml)



Volume ventriculaire au cours de la révolution cardiaque :  
effets de l'exercice

Volume ventriculaire (ml)

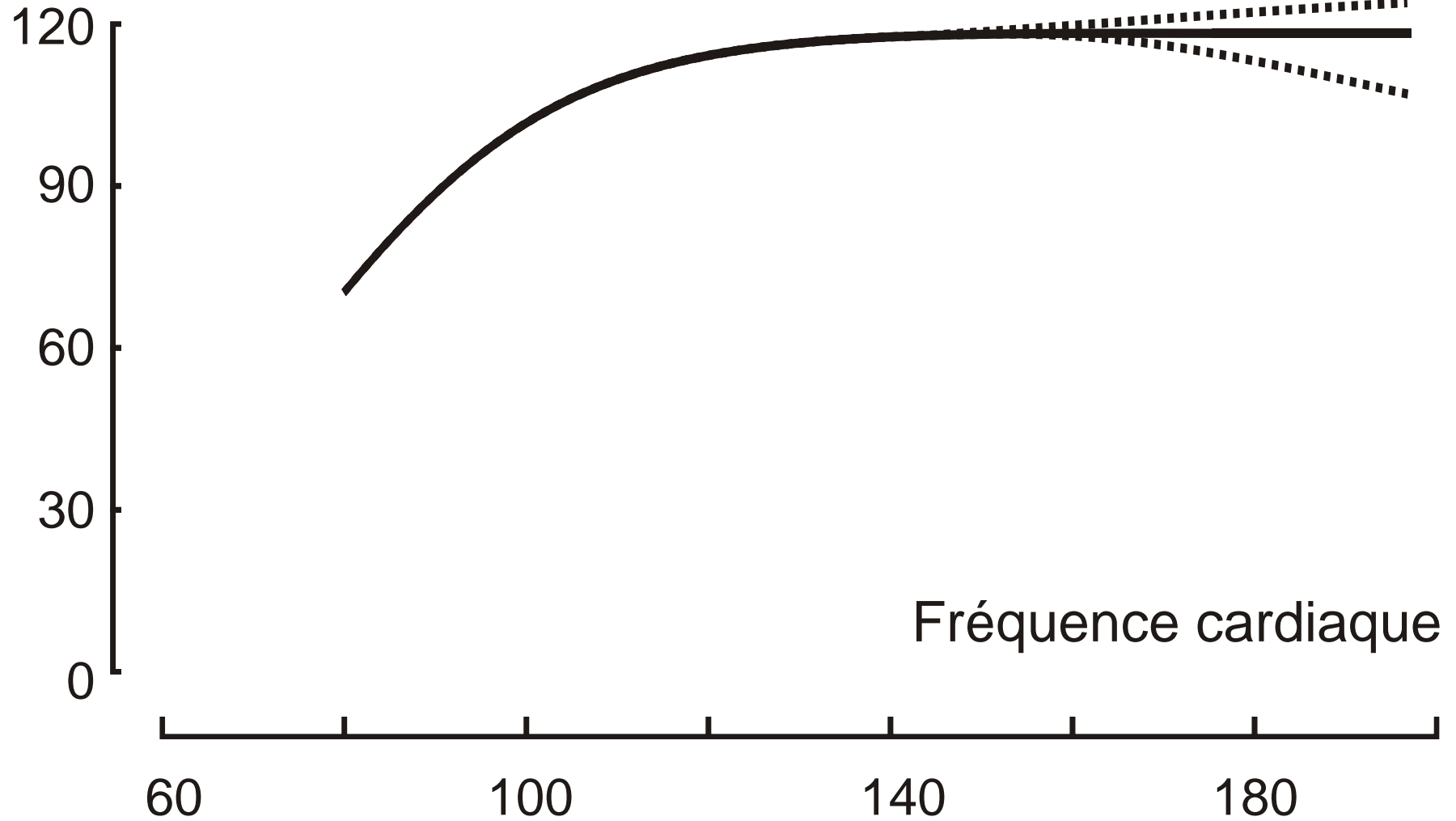


Sédentaire

Athlète d'endurance

Volume ventriculaire au cours de l'exercice :  
effets du niveau de performance aérobique

Volume d'éjection systolique (ml)



Evolution du volume d'éjection systolique à l'exercice dynamique

Débit cardiaque ( $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ )

35  
30  
25  
20  
15  
10  
5  
0

Athlète d'endurance

Sédentaire

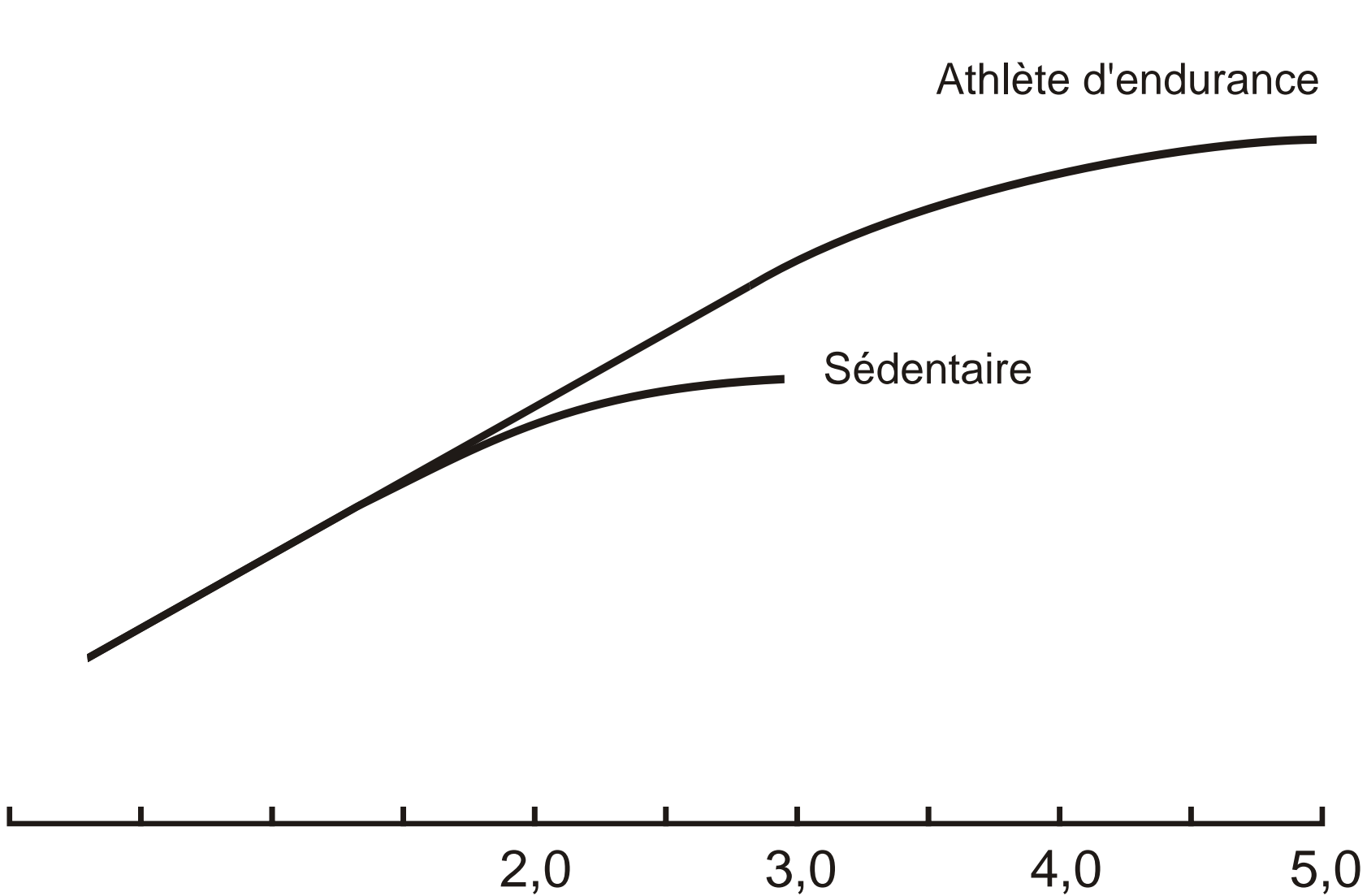
2,0

3,0

4,0

5,0

Consommation d'oxygène





# **Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique**

## **Redistribution du débit cardiaque**

- vasodilatation
- vasoconstriction

# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Redistribution du débit cardiaque

### - vasodilatation

- au niveau des muscles actifs
  - vasodilatation artériolaire
  - ouverture des capillaires
  - vasodilatation ascendante
- au niveau coronaire
- au niveau cutané lors d'un exercice prolongé (thermolyse)

# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Redistribution du débit cardiaque

- vasodilatation
- vasoconstriction

### *artérielle*

- splanchnique
- rénale
- des muscles inactifs
- cutanée dans un premier temps

### *veineuse*

- cutanée (début d'exercice)
- musculaire

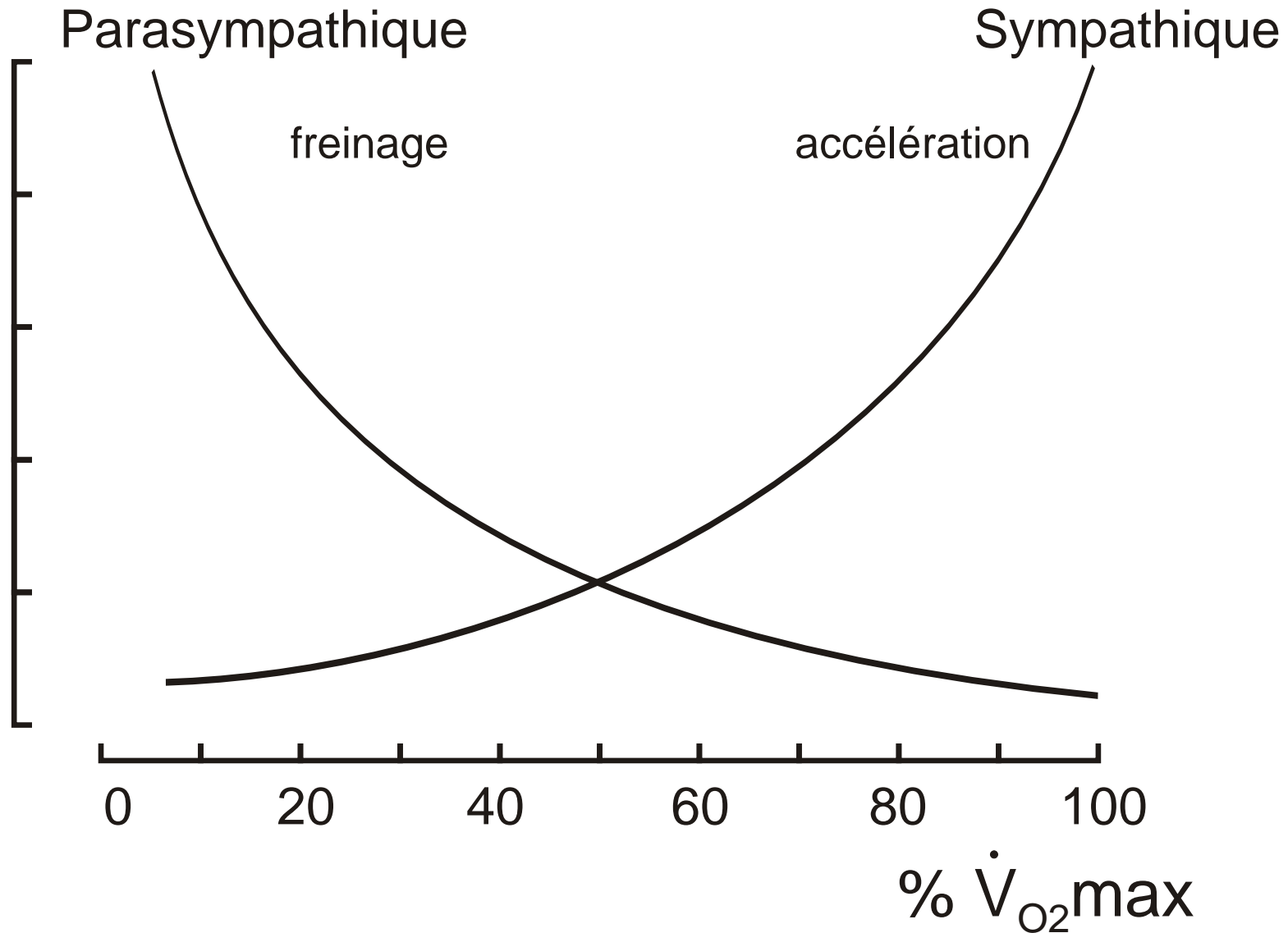
# Mécanismes

# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Mécanismes

- Neurologiques
- Métaboliques

# Actions du système sympathique et du système parasympathique sur la fréquence cardiaque au cours de l'exercice musculaire.



# **Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique**

## **Mécanismes neurologiques**

- Co-activations centrales**
- Afférences musculaires**
- Déplacement du point de consigne des reflexes barorécepteurs**

# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

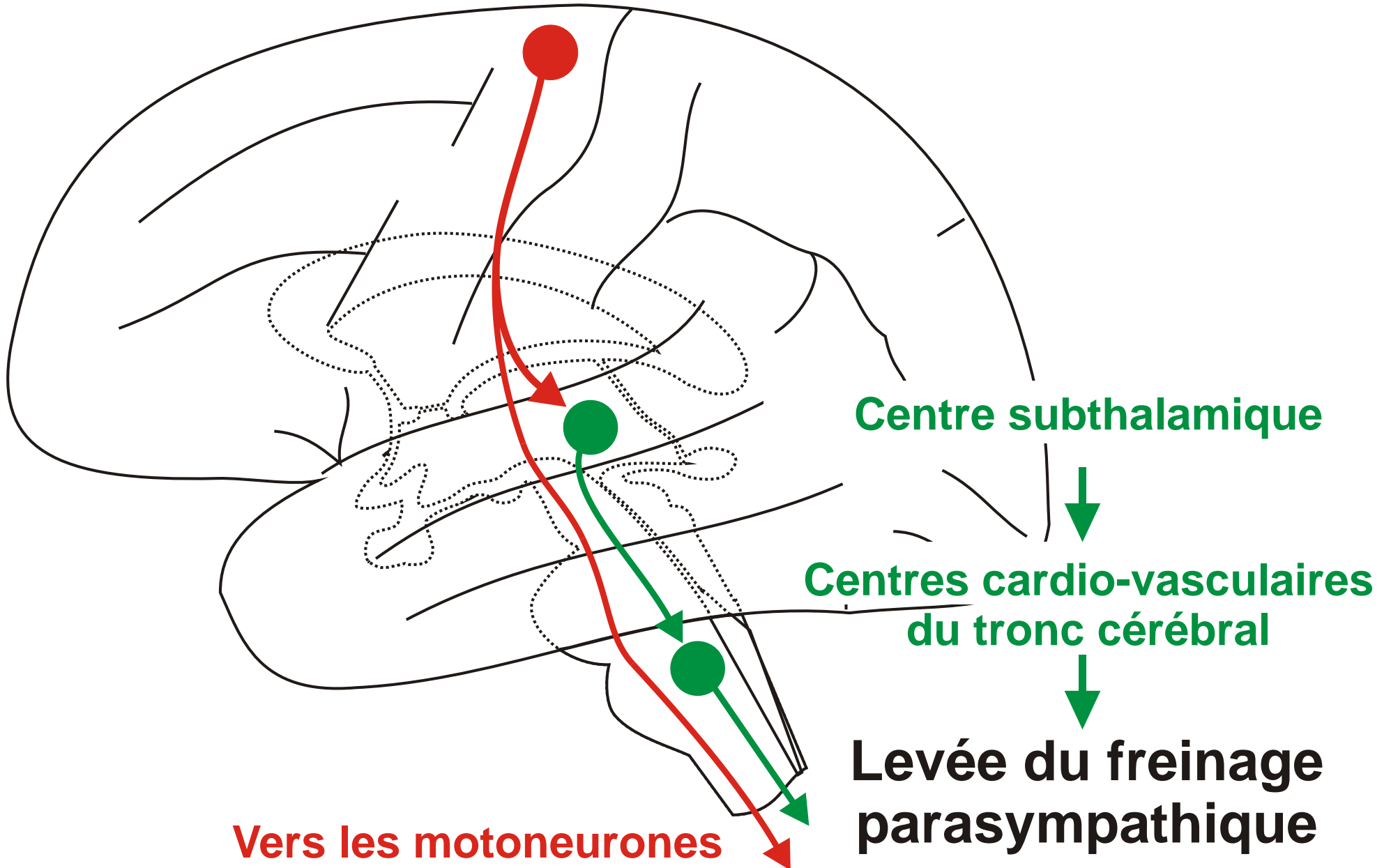
## Mécanismes neurologiques

- **Co-activations centrales**
- Afférences musculaires
- Déplacement du point de consigne des reflexes barorécepteurs

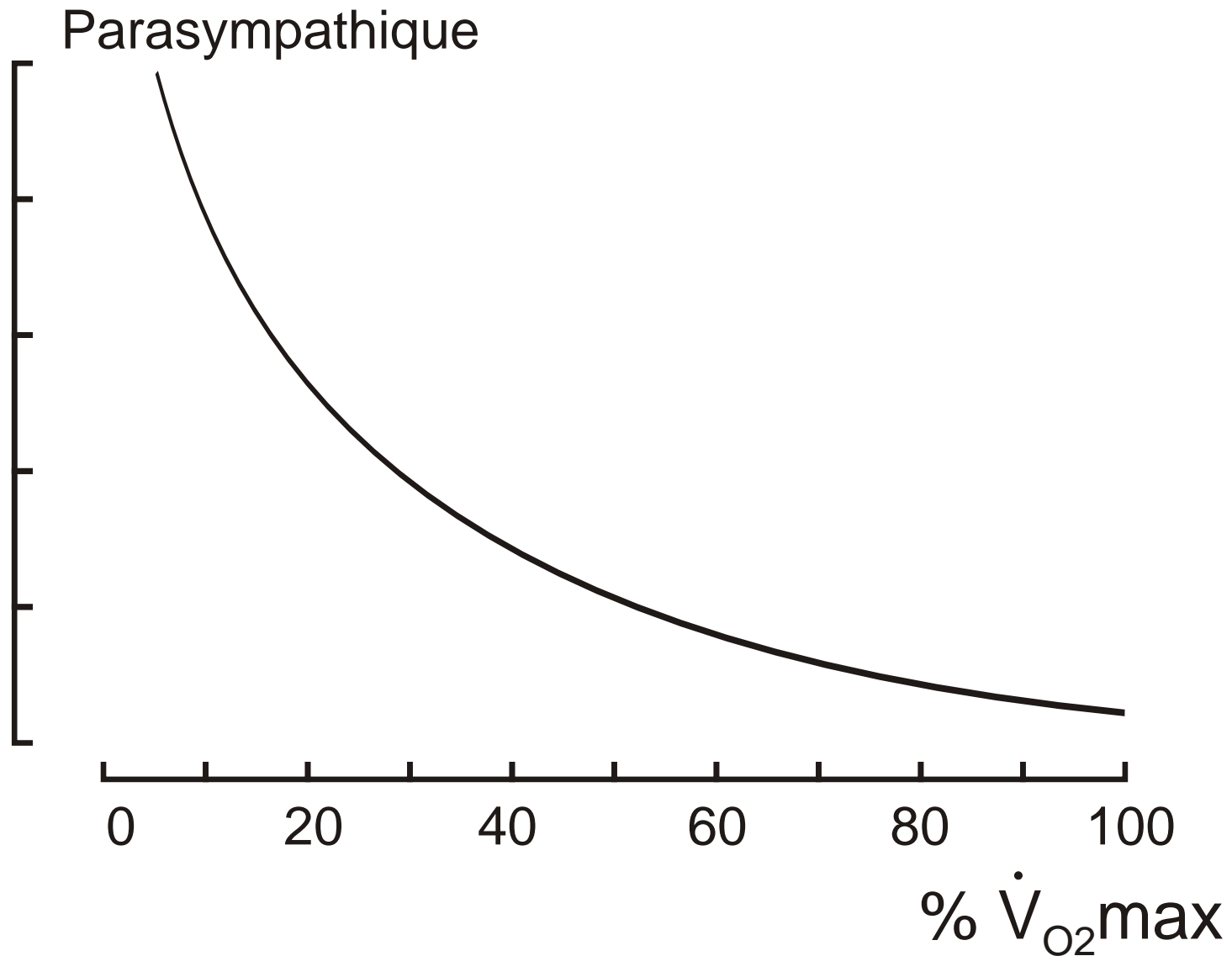


# Co-activation centrale (irradiation corticale)

**Aires motrices corticales**



Activité du système parasympathique au cours de l'exercice musculaire.



# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Mécanismes neurologiques

- Co-activations centrales
- **Afférences musculaires**
- Déplacement du point de consigne des reflexes barorécepteurs

**Afférences musculaires  
mécanorécepteurs de type III**

**+**

**Afférences musculaires  
chémorécepteurs de type IV**



**Systeme nerveux central**

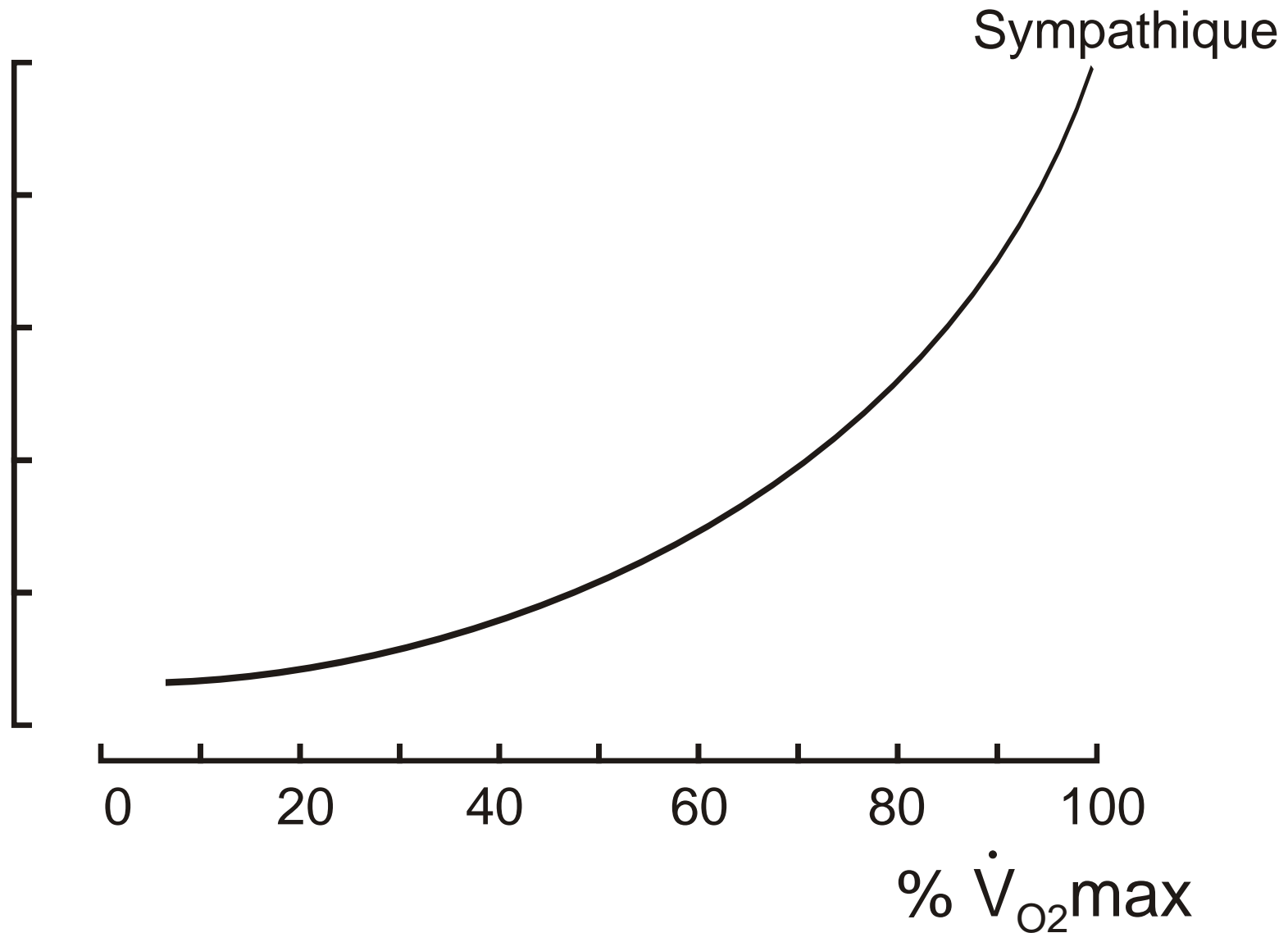


**Augmentation de l'activité sympathique**



**Vasoconstriction**

Activité du système sympathique au cours de l'exercice musculaire.



# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Mécanismes neurologiques

- Co-activations centrales
- Afférences musculaires
- **Déplacement du point de consigne des reflexes barorécepteurs**

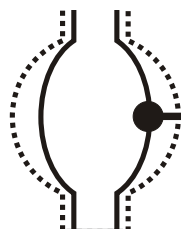
# Adaptations cardio-vasculaires pendant l'exercice dynamique

## Mécanismes neurologiques

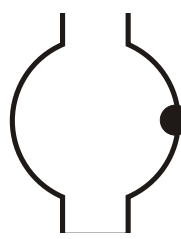
- Co-activations centrales
- Afférences musculaires
- **Déplacement du point de consigne des reflexes barorécepteurs**

**Barorécepteurs aortiques  
et carotidiens**

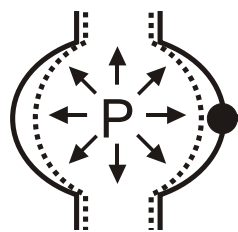
**Potentiels d'action  
(nerfs de Hering et Cyon)**



Pression artérielle basse



Pression artérielle normale

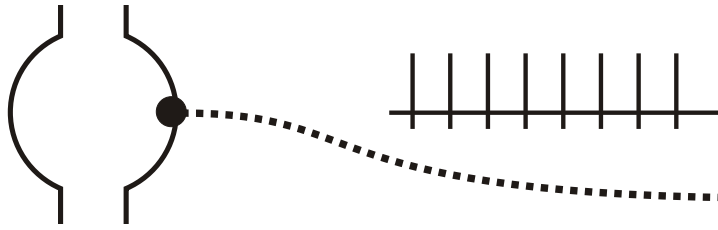


Pression artérielle élevée



# Régulation de la pression artérielle

**Barorécepteurs aortiques et carotidiens**



*Noyau du faisceau solitaire*

**Centres bulbaires**

- Centre cardio-pneumo-entérique
- Centre cardio-accélérateur
- Centres vaso-moteurs bulbaires
  - Centre vaso-presseur
  - Centre vaso-dilatateur

Nerfs vagues



Effet chronotrope —

Nerfs sympathiques cardiaques



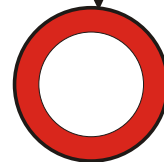
noeud sinusal

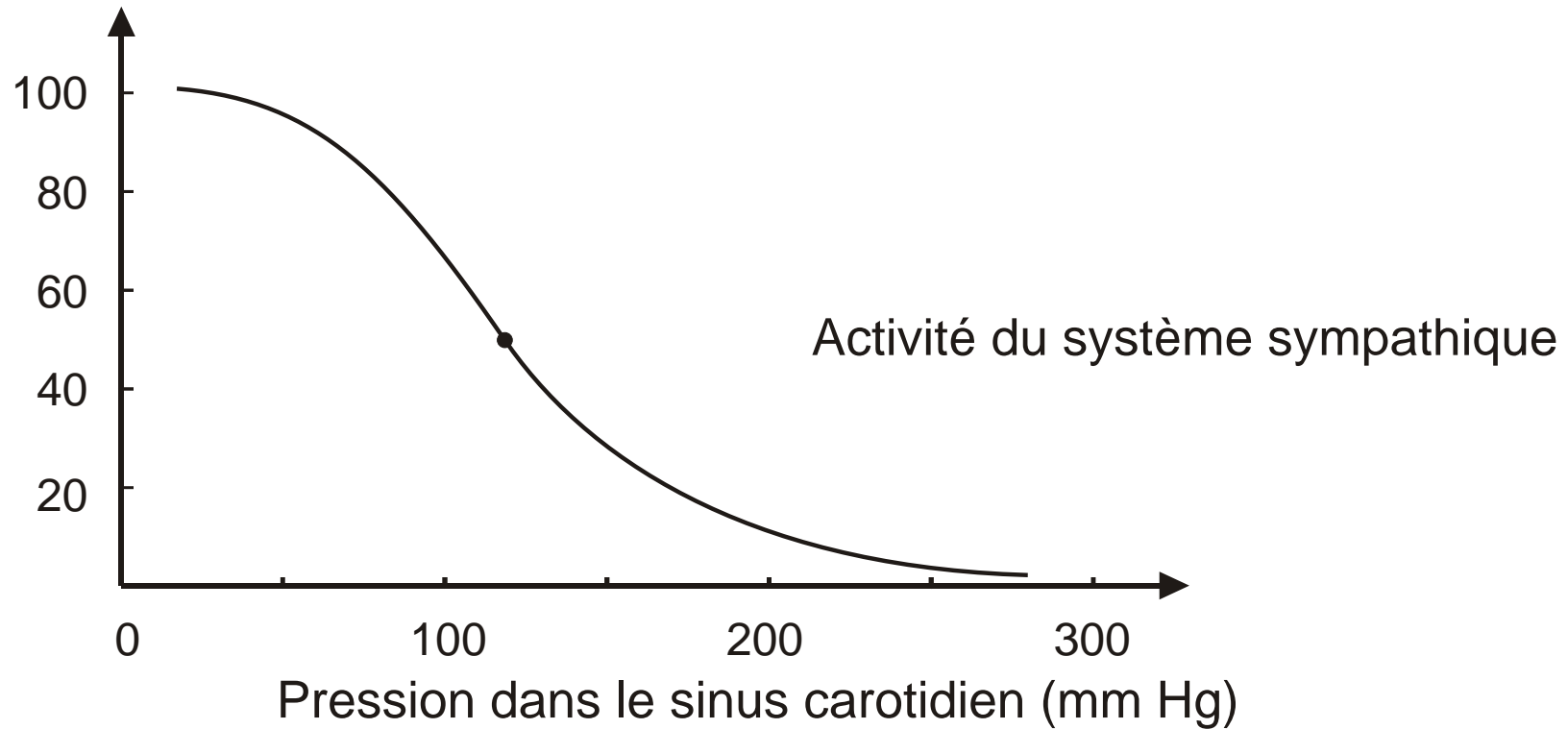
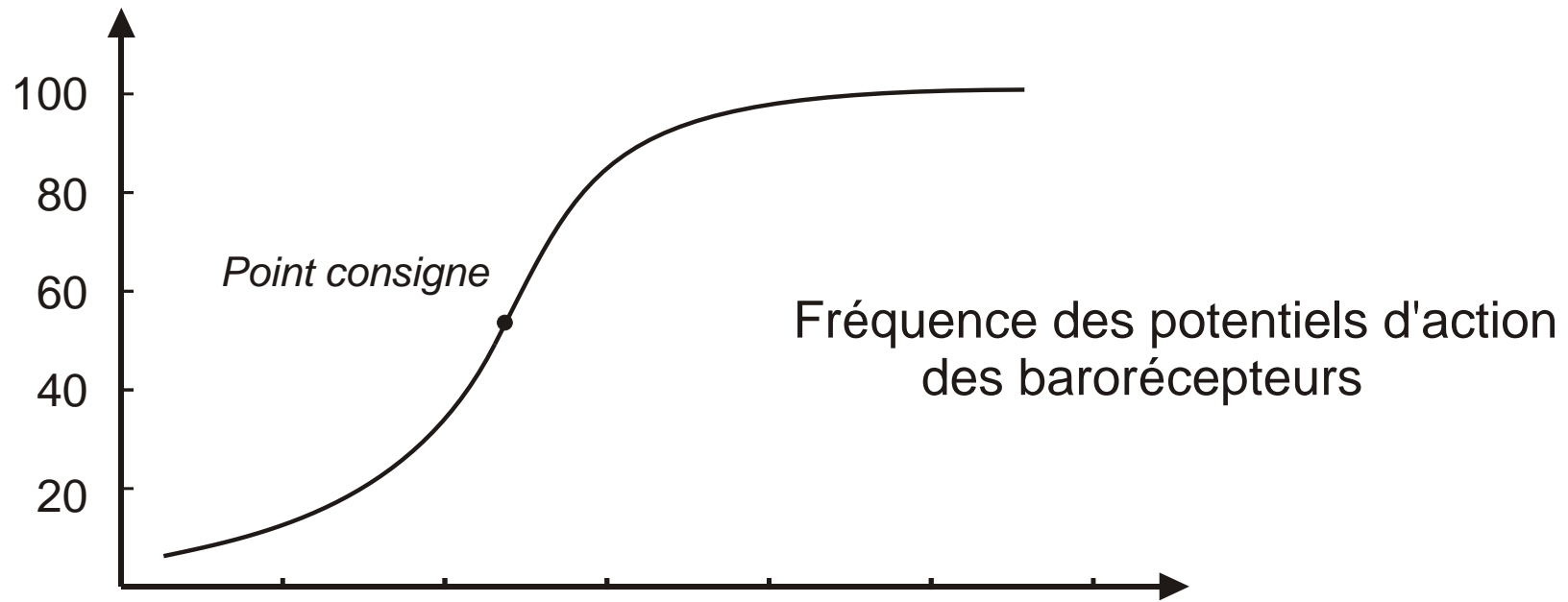
Effet inotrope +

Effet chronotrope +

**Centres sympathiques médullaires**

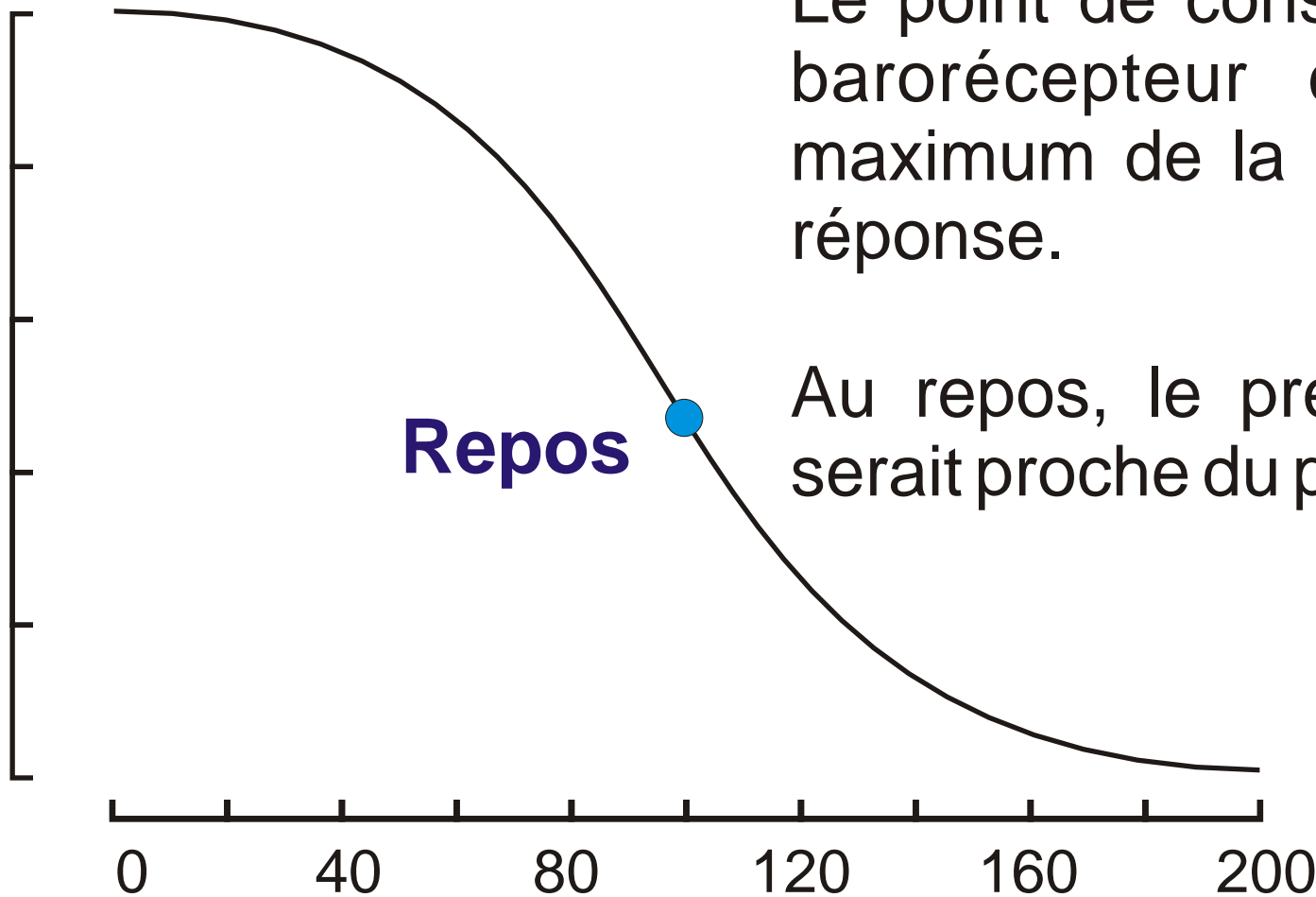
Nerfs sympathiques (artères, artérioles et veines)





# Réponse sympathique des barorécepteurs au repos et à l'exercice

## Activité sympathique

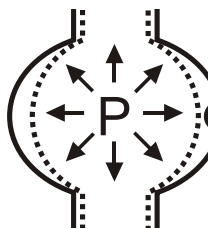


Le point de consigne du réflexe barorécepteur correspond au maximum de la sensibilité de la réponse.

Au repos, la pression artérielle serait proche du point consigne.

**Pression artérielle (mm Hg)**

# Barorécepteurs aortiques et carotidiens



# Réactions à une augmentation de la pression artérielle



Noyau du faisceau solitaire

## Centres bulbaires

- Noyau du faisceau solitaire
- Centre cardio-pneumo-entérique
- Centre cardio-accélérateur
- Centres vaso-moteurs bulbaires
  - Centre vaso-presseur
  - Centre vaso-dilatateur

Nerfs vagues



Effet chronotrope -

noeud sinusal

Nerfs sympathiques cardiaques



Effet inotrope +

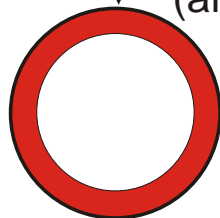
## Centres sympathiques médullaires

Nerfs sympathiques (artères, artérioles et veines)



Effet chronotrope +

**Bradycardie**



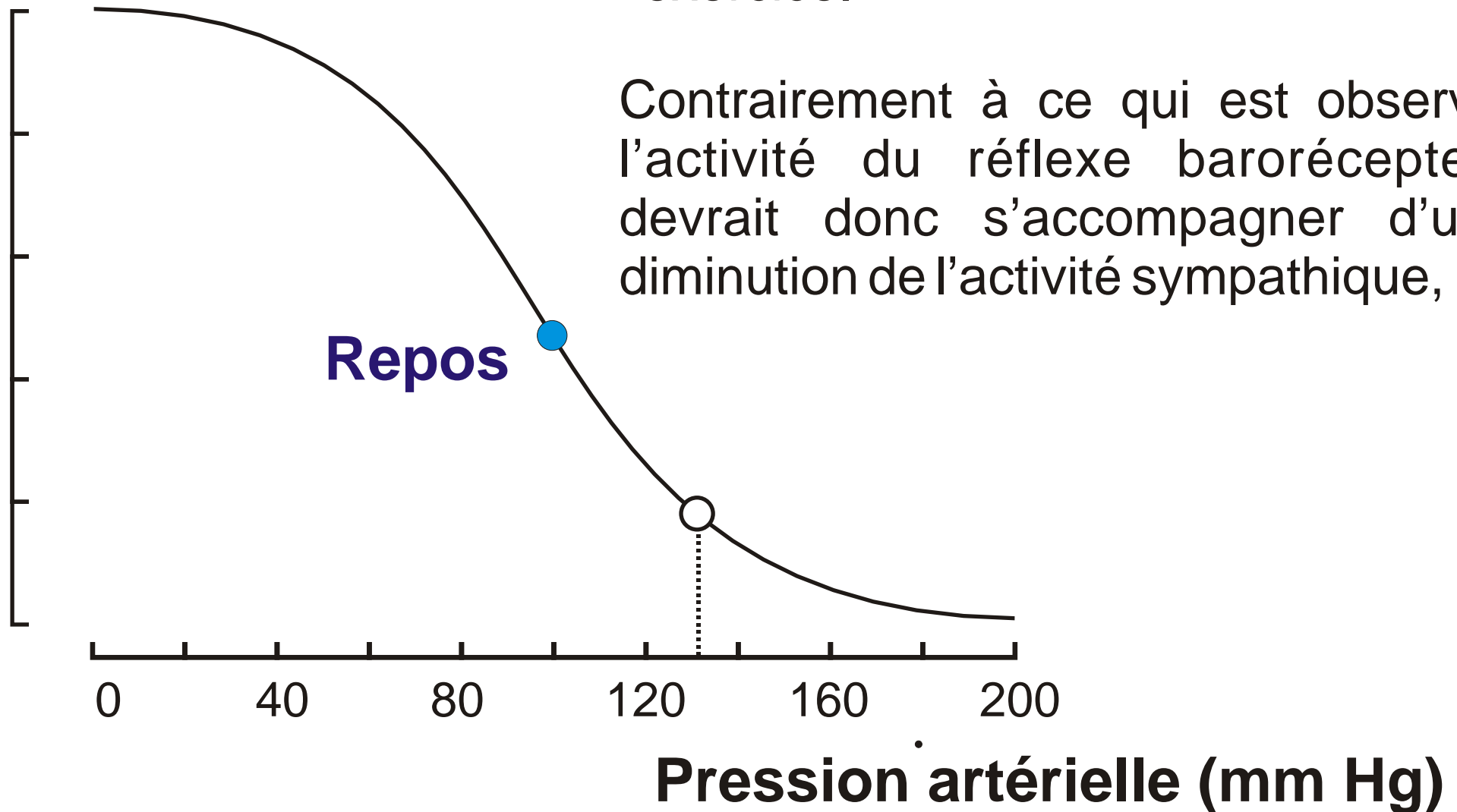
**Vasodilatation passive**

# Réponse sympathique des barorécepteurs au repos et à l'exercice

## Activité sympathique

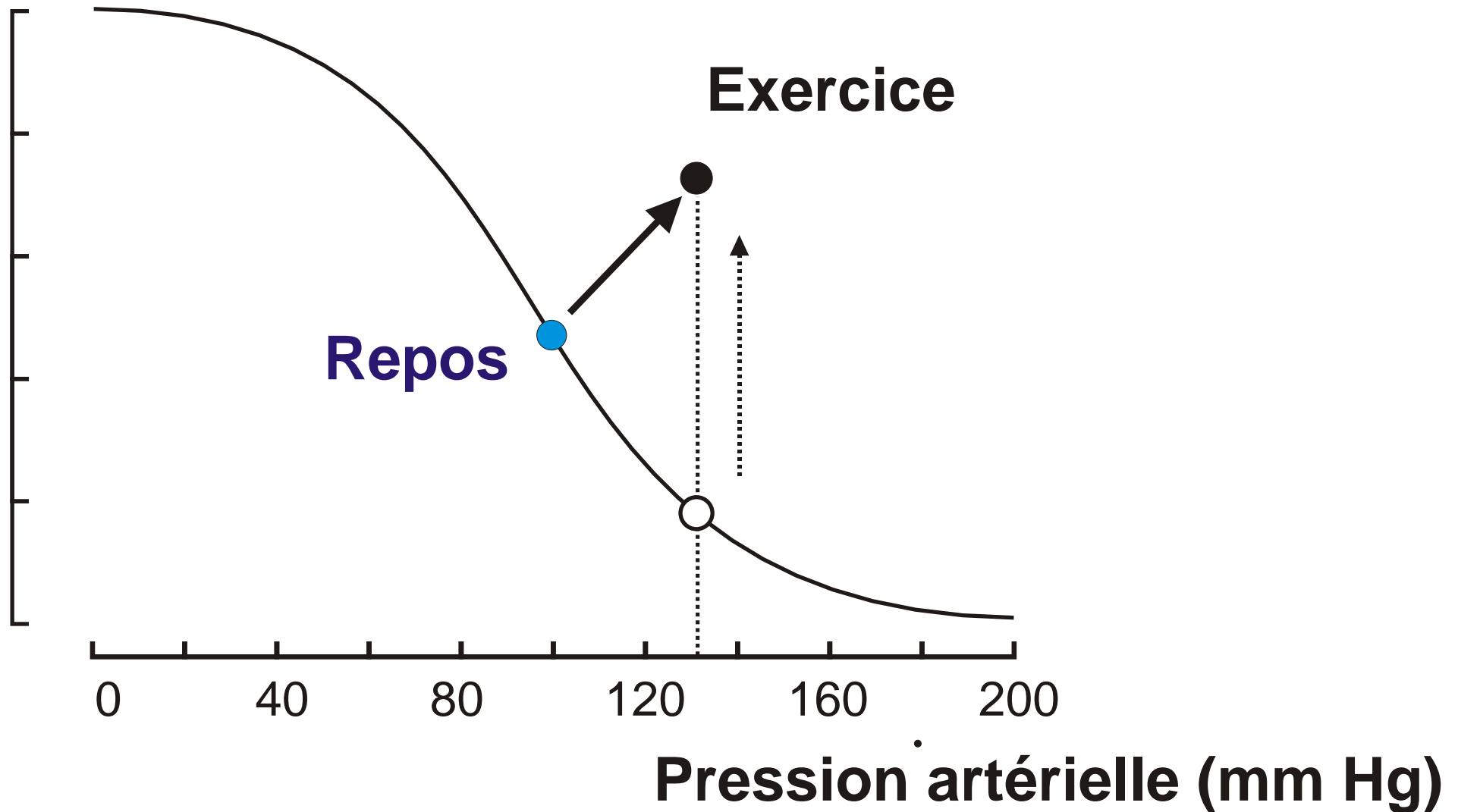
La pression artérielle est élevée à l'exercice.

Contrairement à ce qui est observé, l'activité du réflexe barorécepteur devrait donc s'accompagner d'une diminution de l'activité sympathique, .



# Réponse sympathique des barorécepteurs au repos et à l'exercice

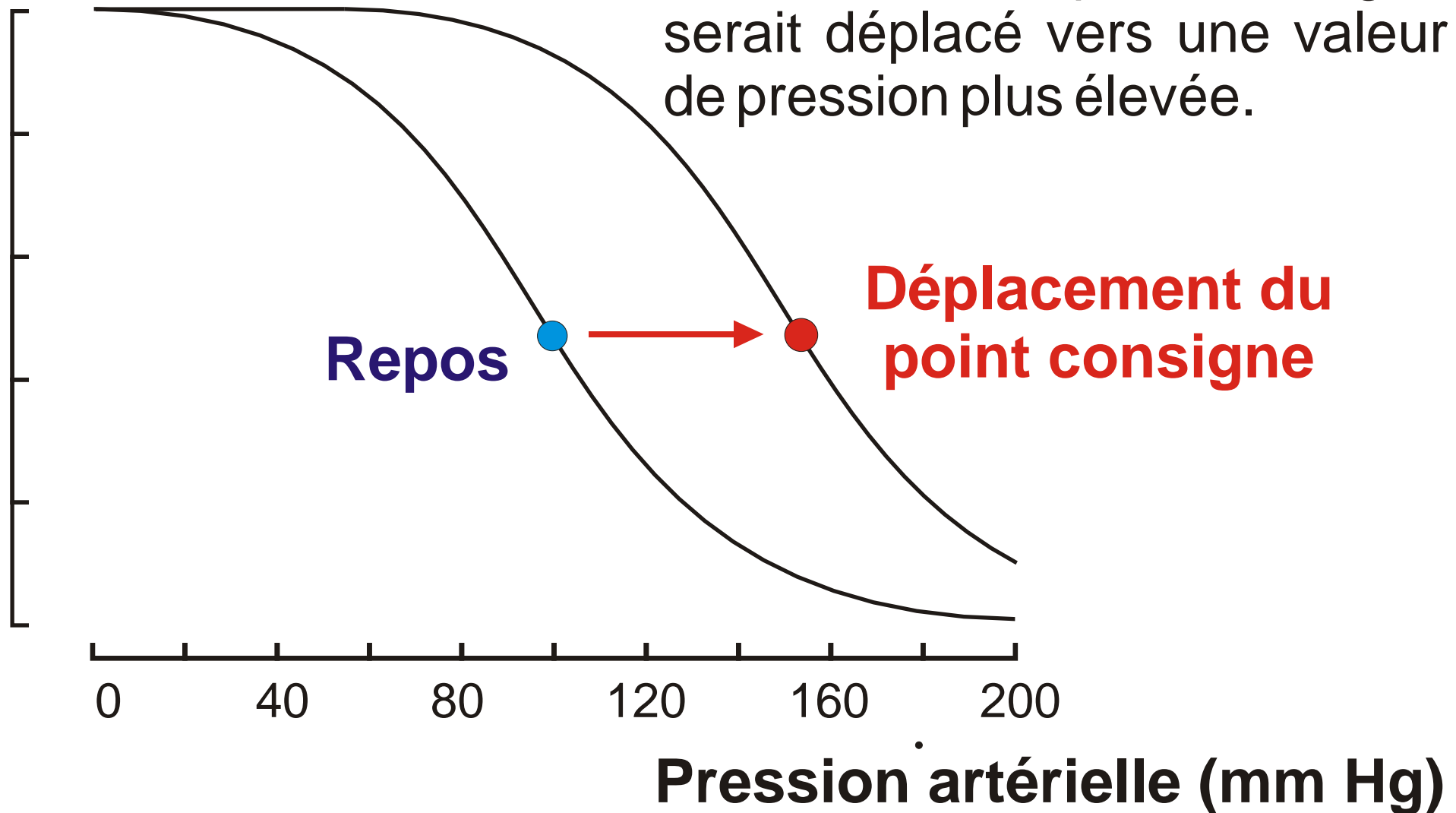
Activité sympathique



# Réponse sympathique des barorécepteurs au repos et à l'exercice

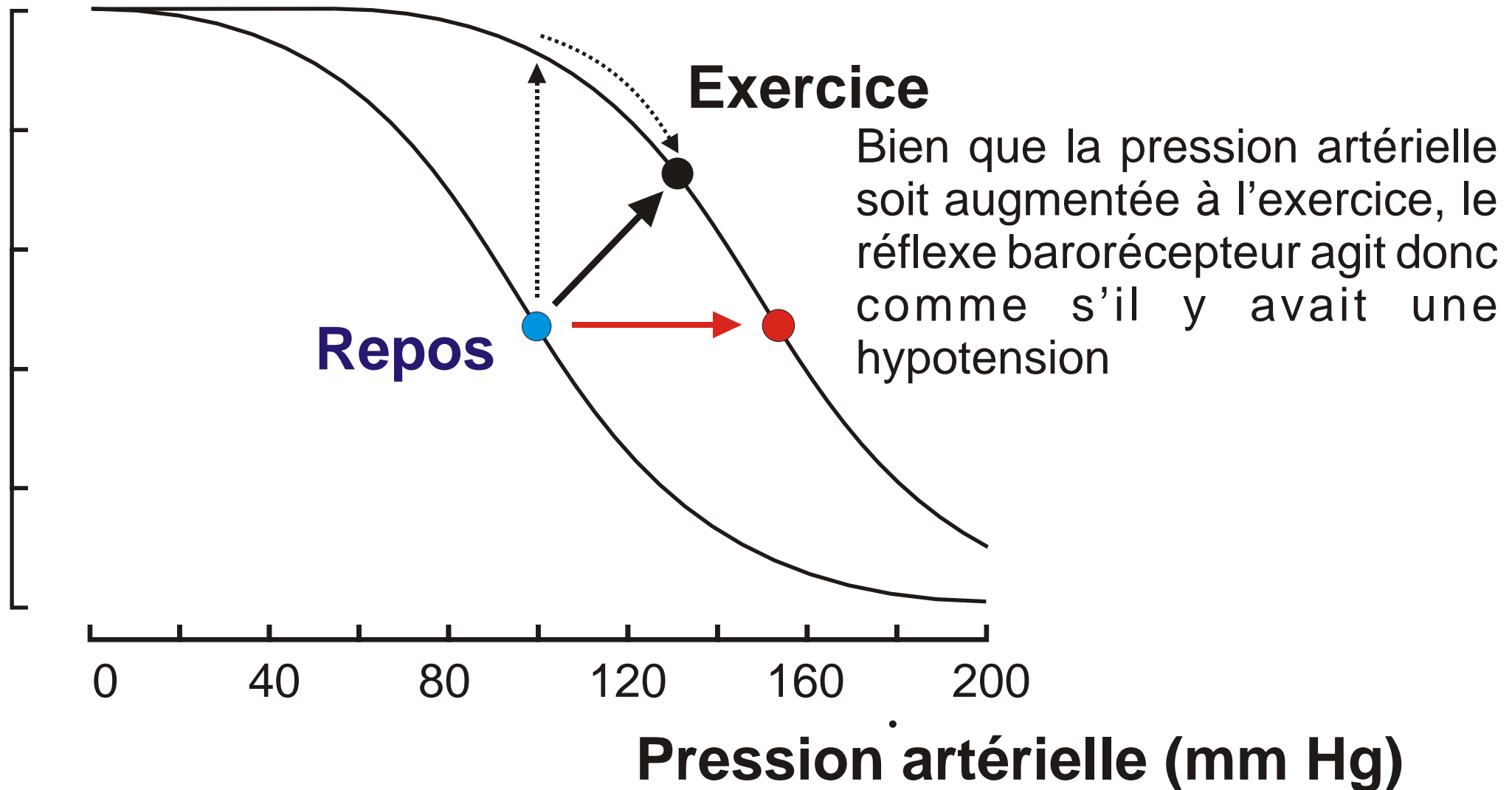
## Activité sympathique

A l'exercice, le point consigne serait déplacé vers une valeur de pression plus élevée.



# Réponse sympathique des barorécepteurs au repos et à l'exercice

## Activité sympathique





**Barorécepteurs aortiques et carotidiens**

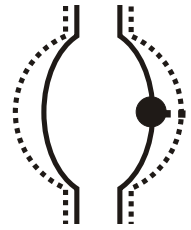
# Réactions à une diminution de la pression artérielle

**Centres bulbaires**

- Noyau du faisceau solitaire
- Centre cardio-pneumo-entérique
- Centre cardio-accélérateur
- Centres vaso-moteurs bulbaires
  - Centre vaso-presseur
  - Centre vaso-dilatateur

**Centres sympathiques médullaires**

*Noyau du faisceau solitaire*



Nerfs vagues



**Effet chronotrope -**

noeud sinusal

Nerfs sympathiques cardiaques



**Effet inotrope +**

**Effet chronotrope +**

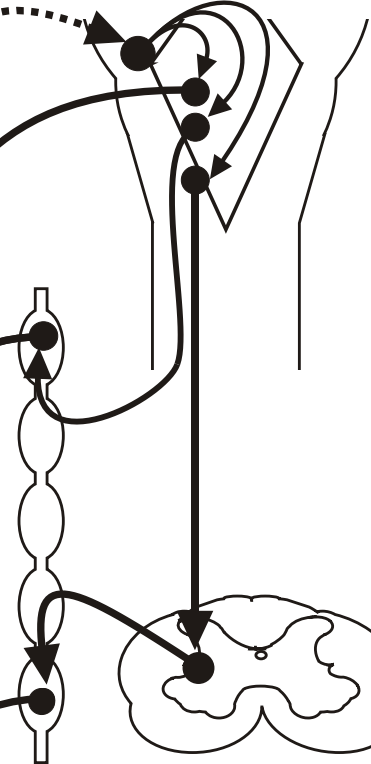
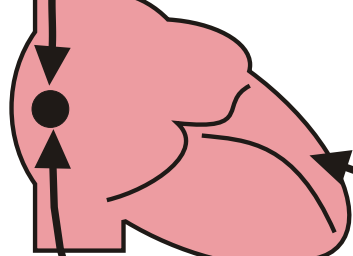
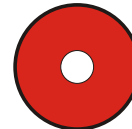
**Tachycardie**

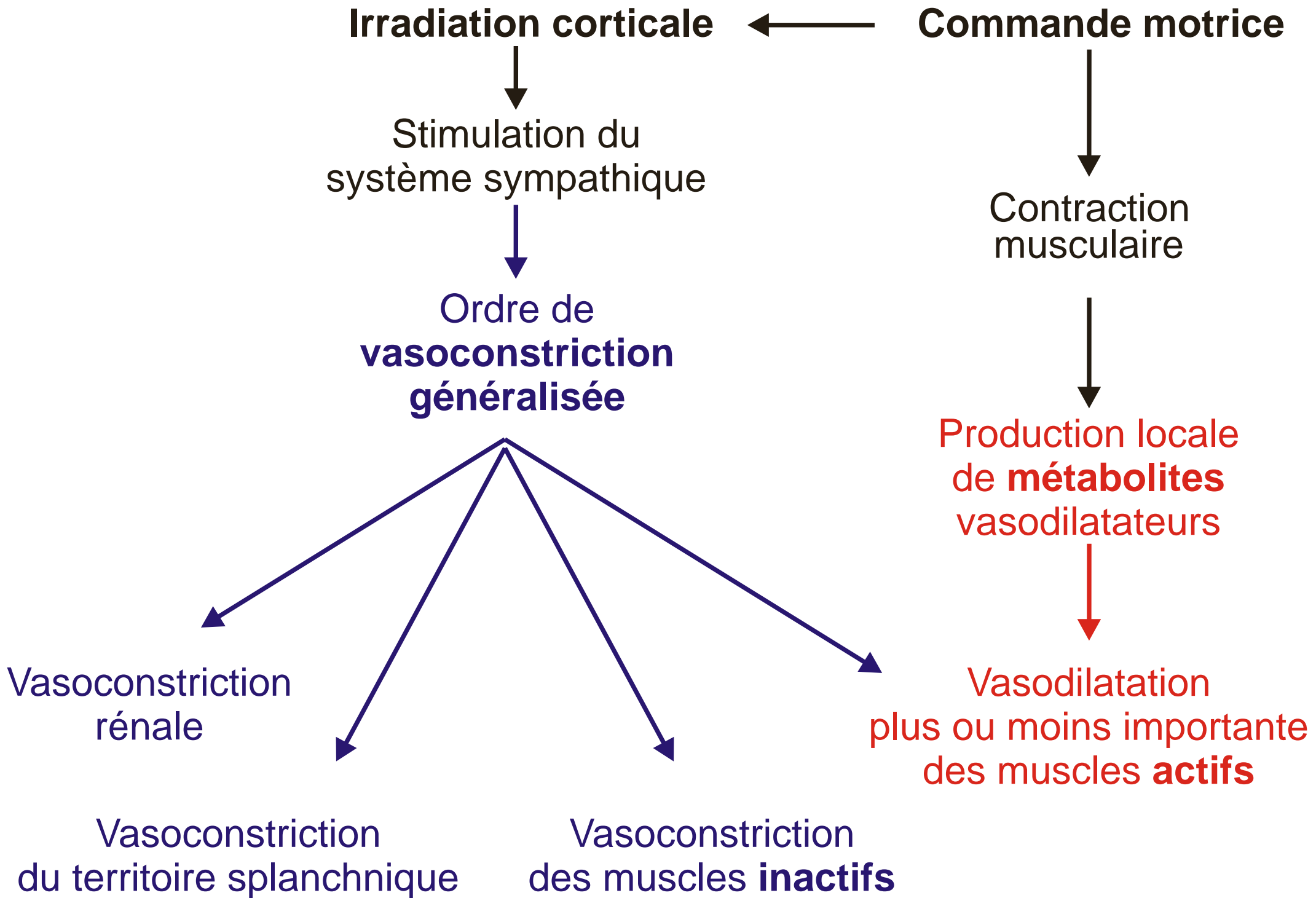
Nerfs sympathiques (artères, artérioles et veines)

(artères, artérioles et veines)



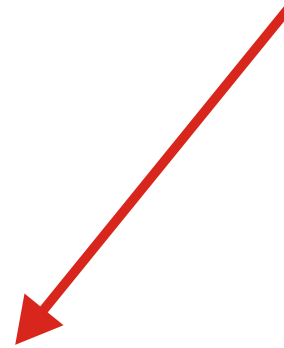
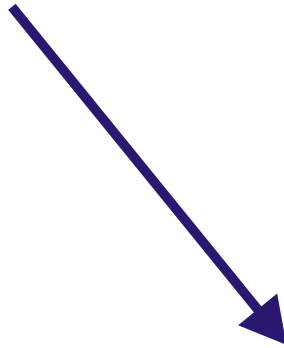
**Vasoconstriction active**





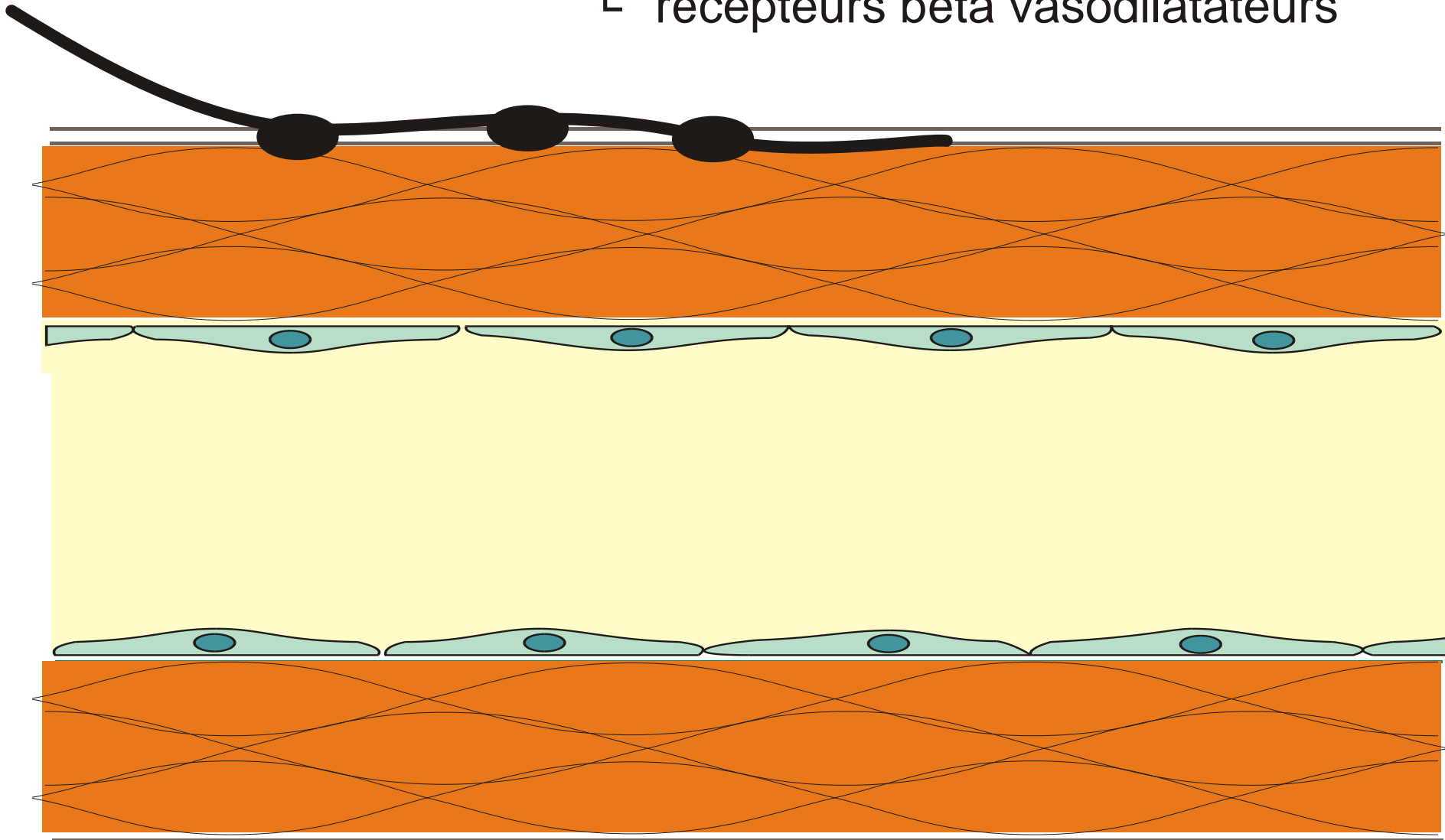
Ordre de  
**vasoconstriction  
généralisée**

Production locale  
de **métabolites**  
vasodilatateurs

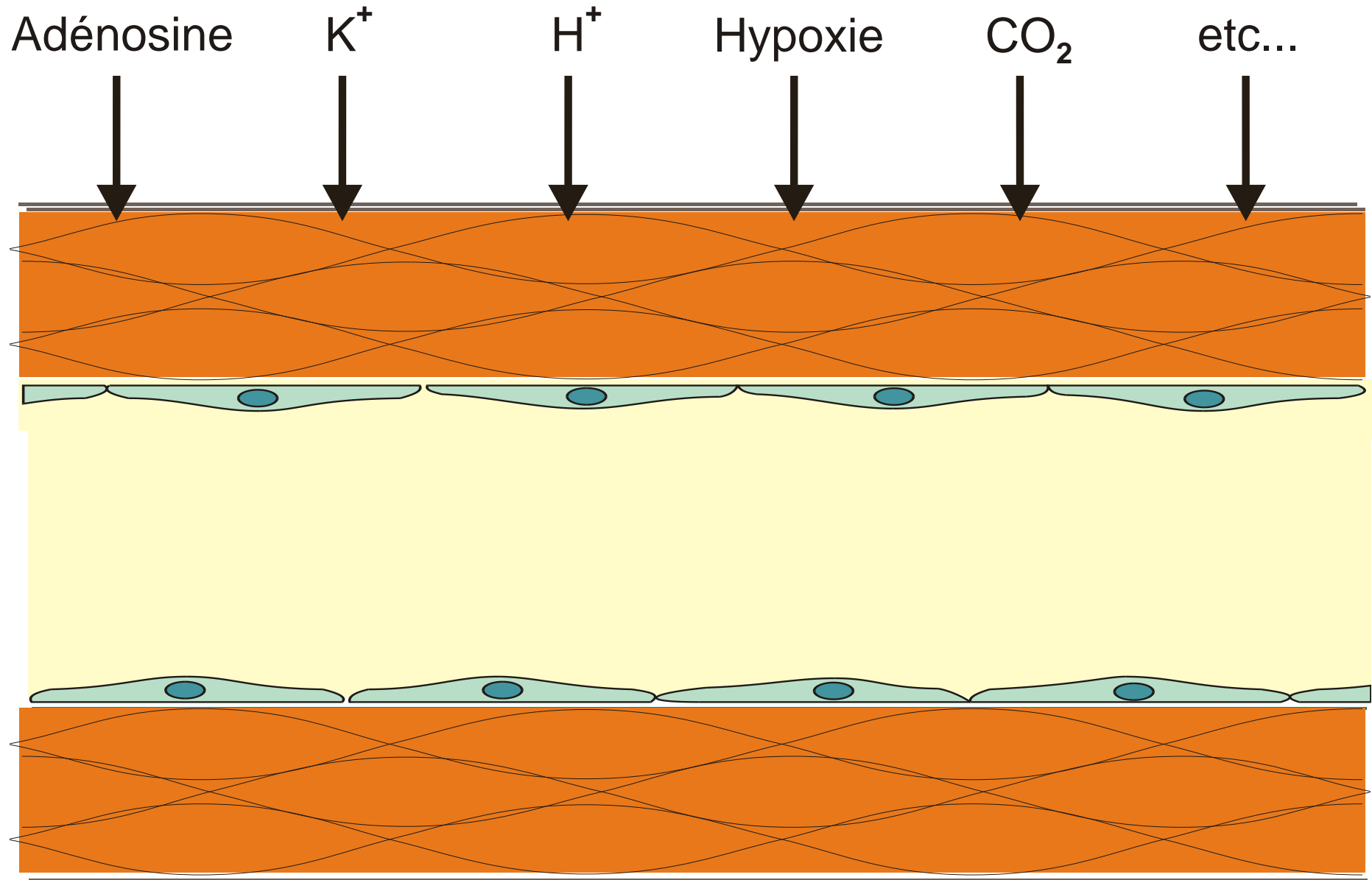


**Vasodilatation**  
plus ou moins importante  
des artérioles des muscles **actifs**

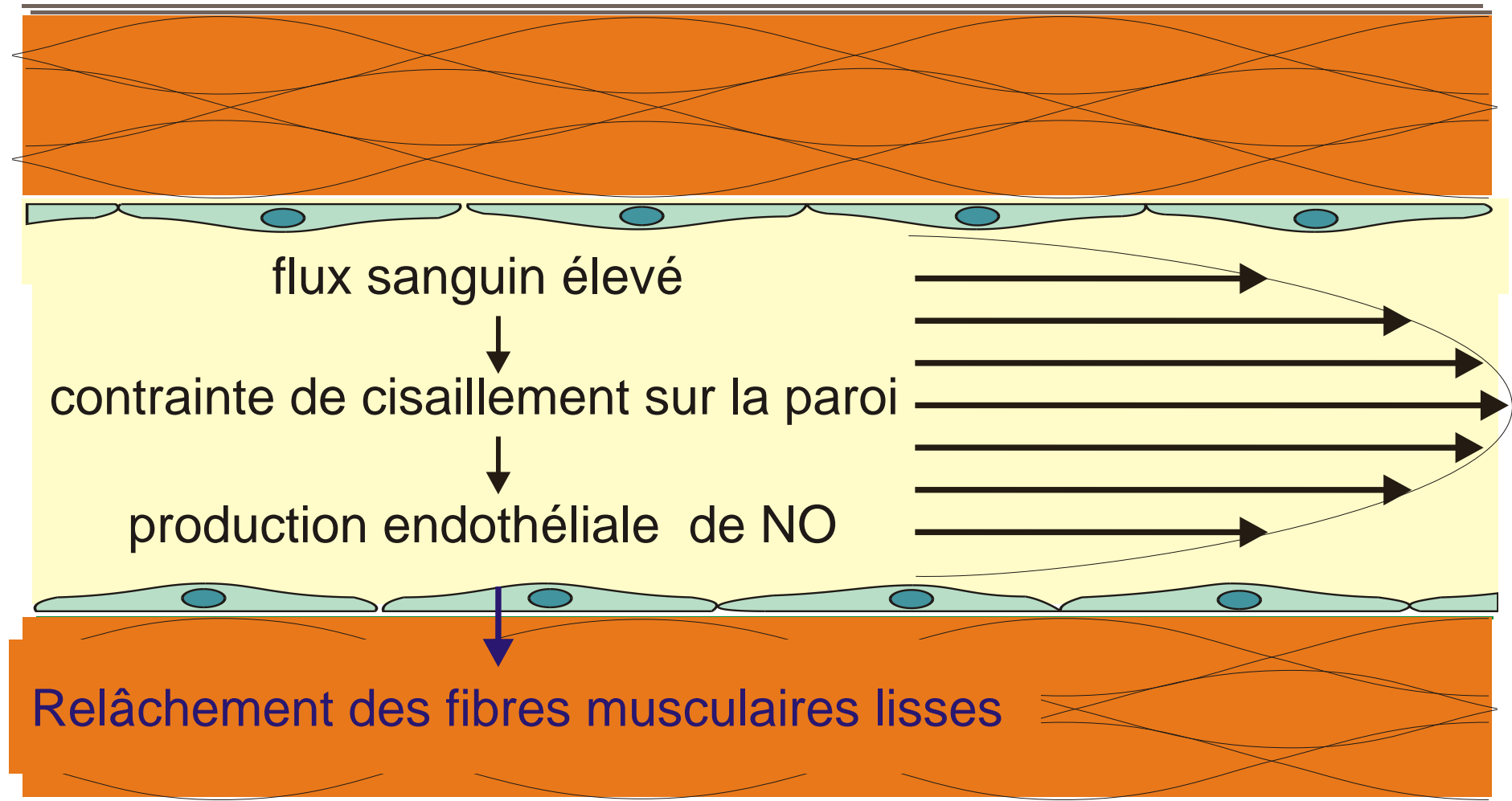
**innervation sympathique** [ récepteurs alpha vasoconstricteurs  
récepteurs bêta vasodilatateurs



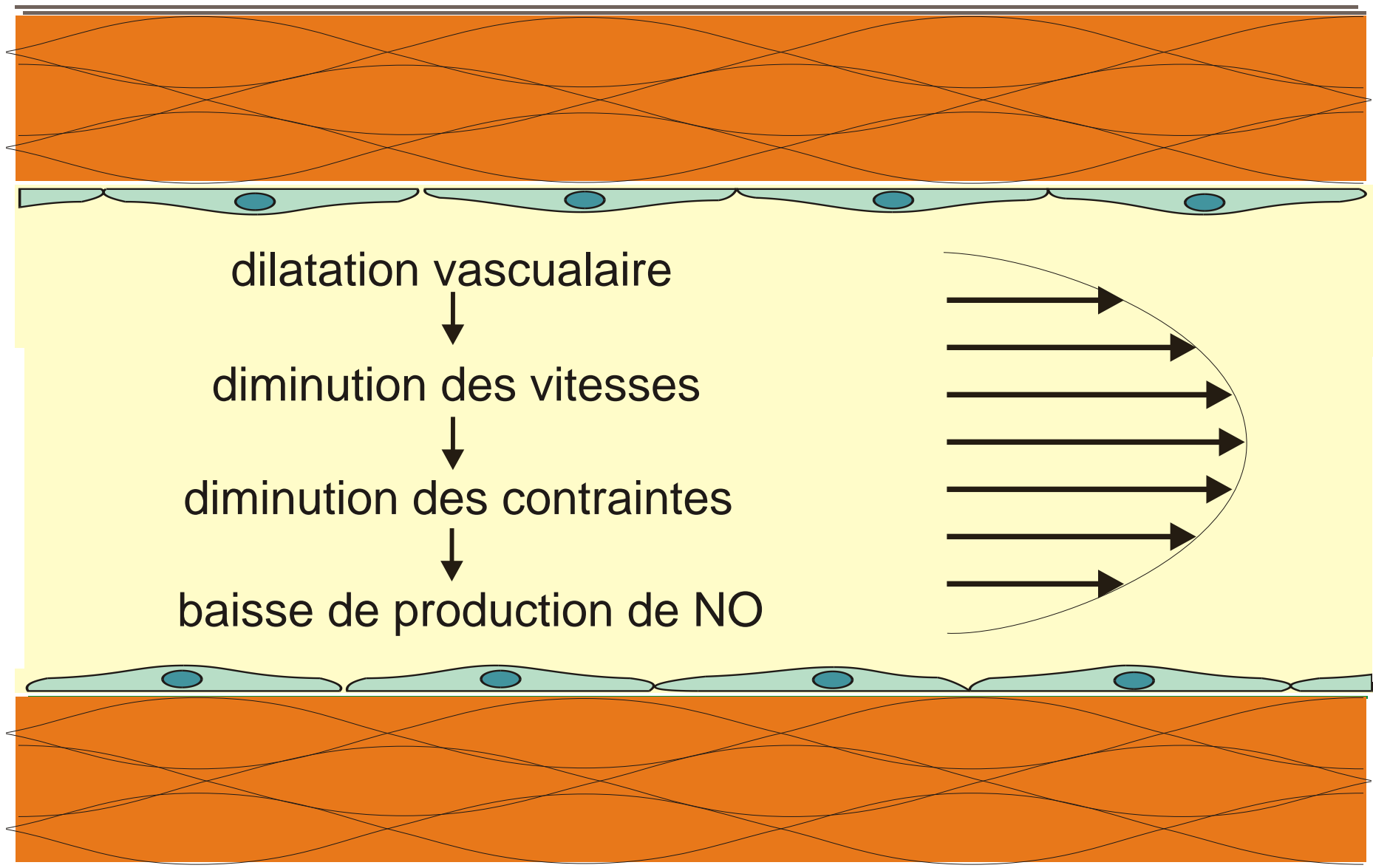
# Métabolites musculaires potentiellement vasodilatateurs



# Effet de l'élévation du flux sanguin sur la production de monoxyde d'azote ( NO) par les cellules endothéliales



# Effet de l'élévation du flux sanguin sur la production de monoxyde d'azote ( NO) par les cellules endothéliales



**Métabolites vasodilatateurs**



**Vasodilatation artériolaires**



**Ouverture des capillaires**



**Augmentation du débit sanguin musculaire**



**Augmentation du débit dans les troncs artériels en amont**



**Augmentation des contraintes endothéliales  
et production de NO**



**Dilatation des gros troncs artériels  
en amont des muscles actifs**