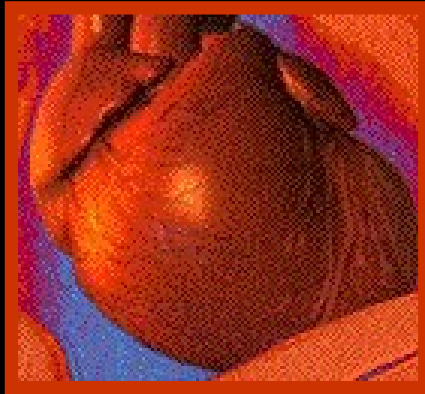


# DEBIT CARDIAQUE

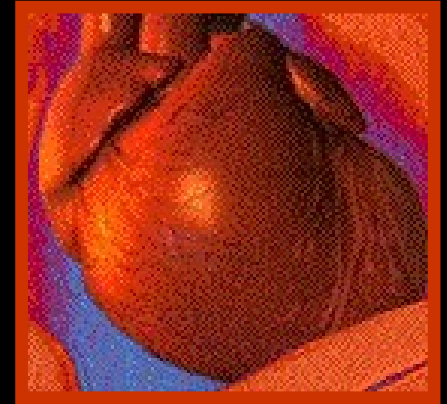


Réalisé par Dr Bensouag



# *PLAN DU COURS*

- *1/-INTRODUCTION*
- *2/- DEFINITION DU DEBIT CARDIAQUE*
- *3/- METHODES DE MESURE*
- *4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS*
- *5/- REGULATION DU DEBIT CARDIAQUE*
- *6/-ADAPTATION DU QC DANS DIFFERENTES SITUATIONS PHYSIOLOGIQUES.*



# **1/-INTRODUCTION**

- La principale fonction de la pompe cardiaque est de fournir une quantité suffisante de sang oxygéné à l'organisme pour couvrir ses besoins métaboliques.
- Cette condition impose une **adaptation instantanée** qui obéit à une **régulation harmonieuse** du système cardiovasculaire.
- L'étude du **débit cardiaque** s'avère être une approche satisfaisante pour apprécier la **qualité de la fonction** de la pompe cardiaque.



## 2/- DEFINITION DU DEBIT CARDIAQUE

- Quantité de sang éjectée par chaque ventricule en une minute (5L/min au repos).
- Le volume systolique (VES) : quantité de sang expulsée par un ventricule à chaque contraction (70ml).

$$Q_c = VES \times F_c$$

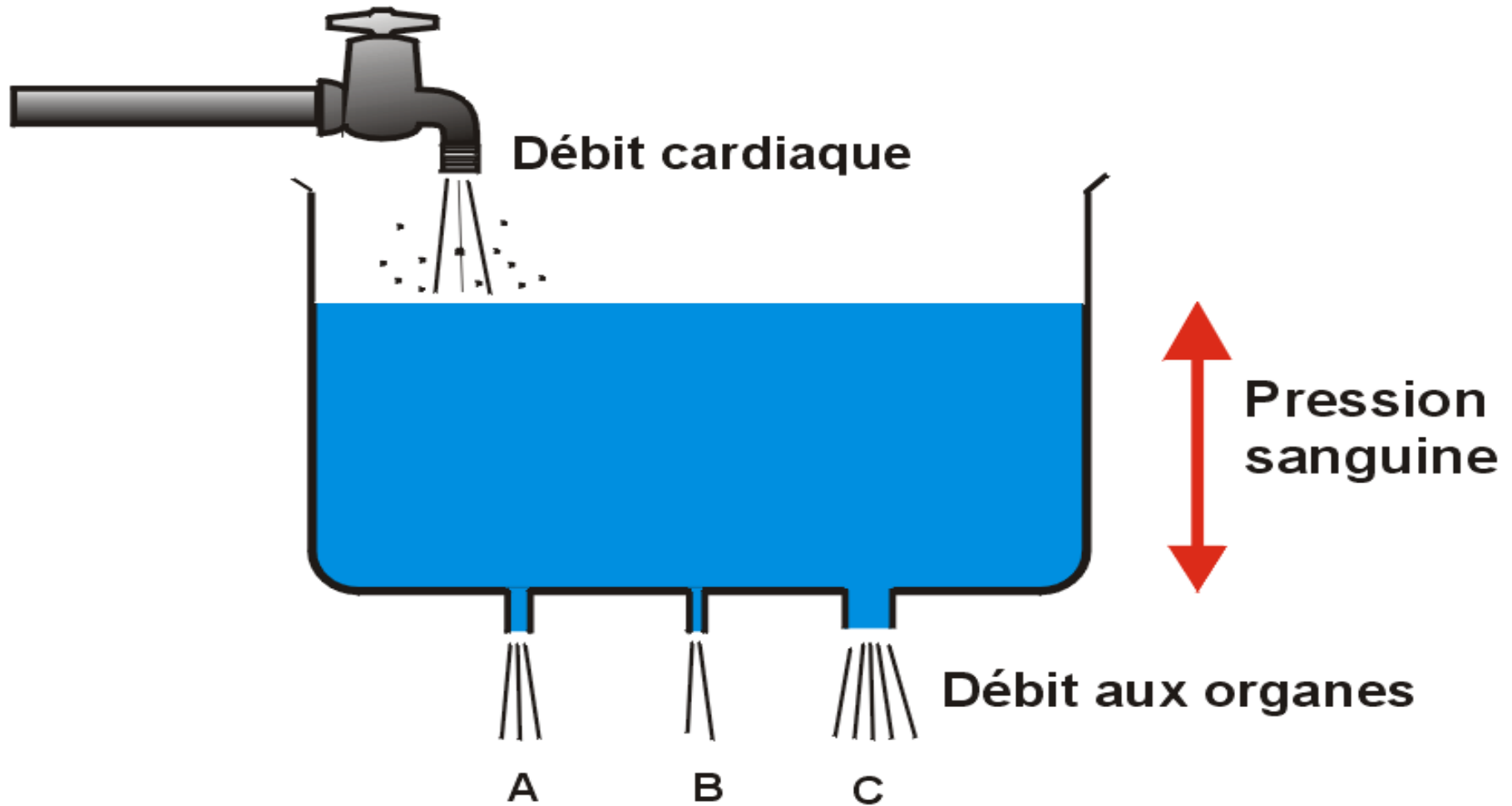
$$VES = VTD (120-130cc) - VTS$$

$$FE = VES/VTD \cong 50 \text{ à } 70\%$$

mesure qui permet d'évaluer la fonction VG  
comme le  $Q_c$ .

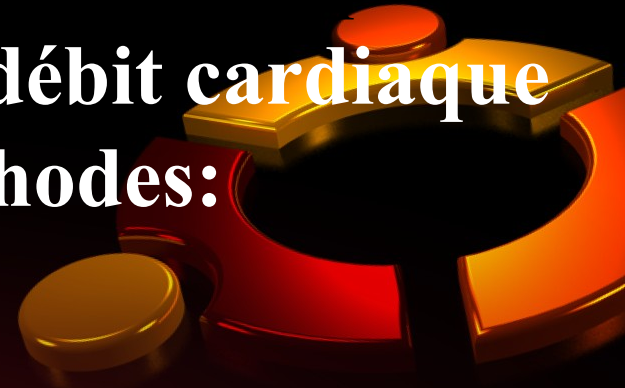


## 2/- DEFINITION DU DEBIT CARDIAQUE



### **3/- METHODES DE MESURE**

- Valeur essentielle de l'appréciation de l'état cardiovasculaire.
- **le débit cardiaque** peut être mesuré par de nombreuses techniques:
- -Les techniques non invasives de mesure: notamment **échocardiographiques**, fondées sur les variations de vitesse
  - En salle de **cathétérisme**, le débit cardiaque est déterminé par plusieurs méthodes:



### 3/- METHODES DE MESURE

- -La méthode **respiratoire de Fick** (mesure de la consommation d'oxygène)
- -La méthode **de dilution** selon le principe de Stewart-Hamilton avec un indicateur coloré (vert d'indocyanine)
- -La méthode **thermique** (froid).



## 3/- METHODES DE MESURE



- 3-A/-La méthode respiratoire de Fick (1870):
- Le principe de Fick stipule que « la quantité d'une substance absorbée ou libérée par un organe est égale au produit du **débit du sang** qui le traverse, par **la différence de concentration C** de cette substance dans les sangs veineux (afférent) et artériel (efférent) ».

$$Q_g \times C_{aO_2} = Q_d \times C_{vO_2} + VO_2$$





- **La consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>)** peut être mesurée grâce à des appareils divers
- **VO<sub>2</sub> = 125 à 145 ml/min/m<sup>2</sup> ou 3 ml/kg de poids.**
- deux prélèvements sont effectués, l'un dans l'AP (artère pulmonaire), l'autre dans une artère périphérique pour la mesure de la **différence artérioveineuse.**

$$\text{DAV} = \text{CaO}_2 - \text{CvO}_2 = 4,2 \text{ vol pour } 100 \text{ ml de sang.}$$


# 3/- METHODES DE MESURE



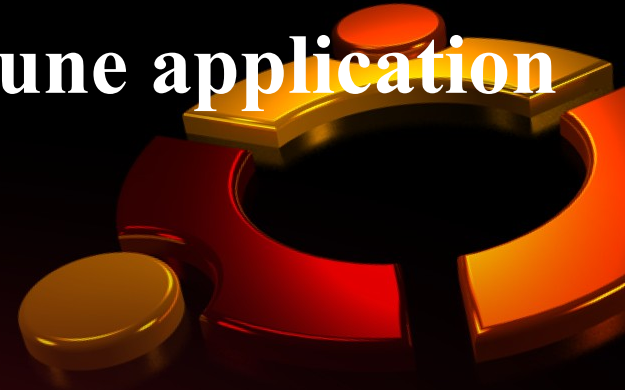
## 1/-Le principe de Fick direct à l'O<sub>2</sub>

### Fick appliqué à l'apport d'oxygène dans le circuit circulatoire



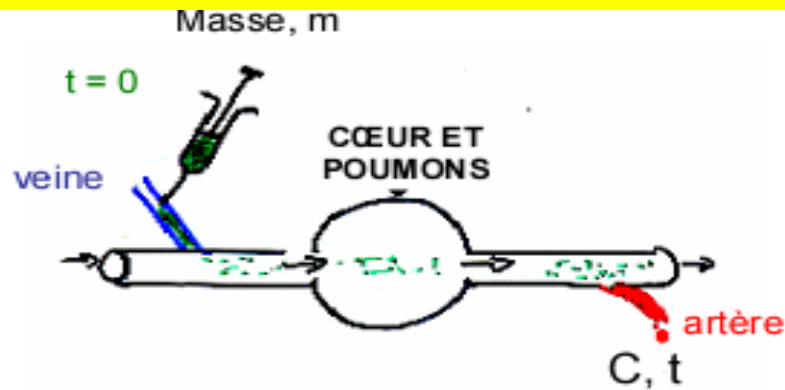
## 3-B/-La méthode de dilution selon le principe de Stewart-Hamilton

- - Fondée sur l'analyse des courbes de dilution, obtenues après **injection sous forme d'embole** d'un **indicateur**.
- - Introduites par Stewart (1847) et généralisées grâce aux travaux de Hamilton (1929).
- - Ces méthodes constituent aussi une application du principe de Fick.



# 3/- METHODES DE MESURE

## • 2/-Le principe de dilution d'un indicateur



$$C = M/V \Rightarrow V = M/C$$

$$\text{Débit (V/t)} = \frac{\text{masse de l'indicateur}}{\text{concentration ( C ) x temps ( t )}}$$

Exemple : à t = 0, on injecte 2 mg d'indicateur

à t = 20s, on prélève du sang artériel  
⇒ concentration = 1 mg/l

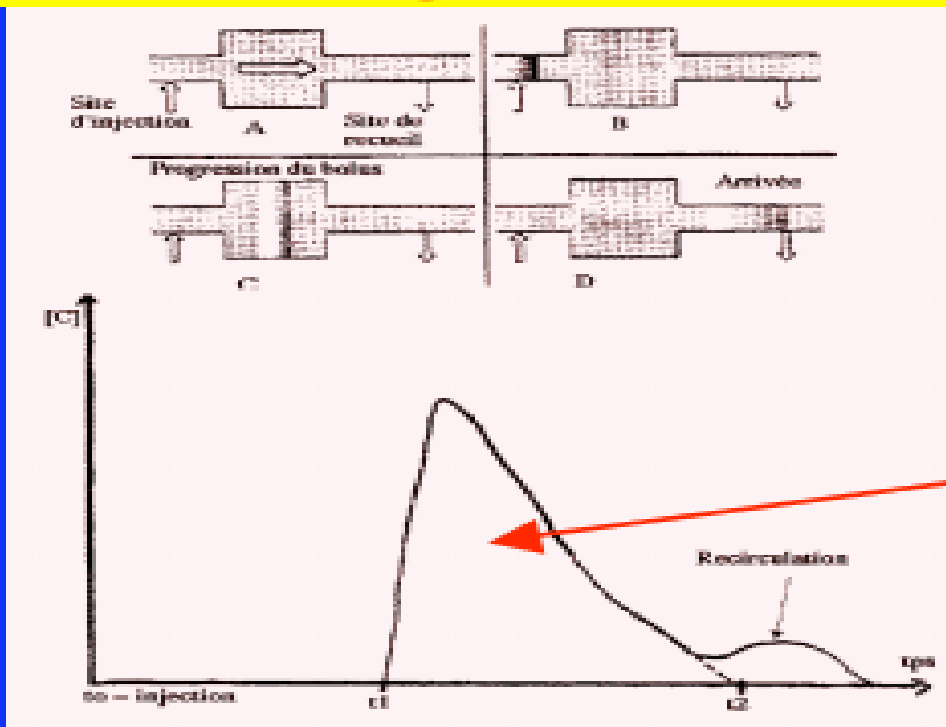
$$D = \frac{2}{1 \times 20} = 0,1 \text{ l/s} = 2 \text{ l/ } 20\text{s} = \mathbf{6 \text{ l/ mn}}$$

Savineau 2007

# 3/- METHODES DE MESURE

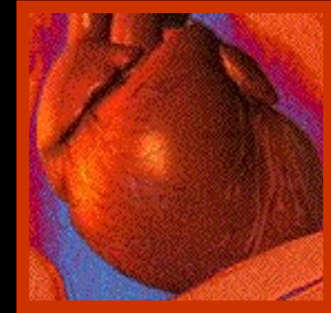
## • 2/-Le principe de dilution d'un indicateur

**Mesure  $Q_c$  : apport d'un bolus d'indicateur (Stewart-Hamilton)**



$$Q_c = \frac{m}{\int_0^t C dt}$$

# 4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS



- A l'état stable le  $Q_c = 5,5 \pm 1 \text{ L / mn}$
- Pour rendre comparable les mesures faites chez des sujets de morphologie différente on utilise **l'index cardiaque =  $Q_c / \text{Surface corporelle}$** .
- L'index cardiaque est normalement égal à  $3,55 \pm 0,75 \text{ l/min/m}^2$ .



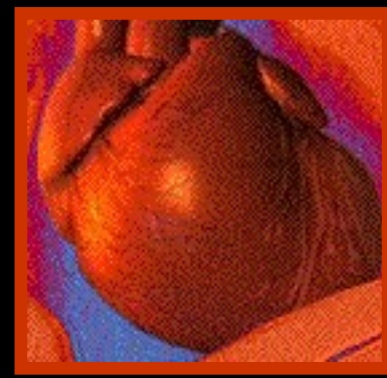
# 4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS



- Le débit cardiaque est susceptible à de **grandes variations** en fonction de l'état de l'organisme.
- Pour un même état physiologique, la valeur du débit cardiaque est **variable d'un individu à un autre**, car le QC dépend du **poids et de la taille**. C'est pour cela que le QC est plutôt exprimé sous une autre forme : l'index cardiaque =  $Qc / \text{Surface corporelle (m}^2\text{)}$ .



# 4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS

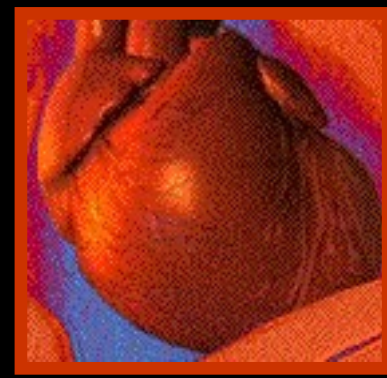


- Le débit cardiaque est plus élevé chez l'enfant (index = 4 l/min/m<sup>2</sup>).
- Il est plus faible de 15 % environ chez la femme.
- Il diminue en orthostatisme, avec l'âge et l'hypothermie ; il peut ainsi être considérablement réduit dans la technique de l'hypothermie contrôlée.
- Il augmente au cours de la grossesse, avec la température, l'altitude, l'hypoxie, l'émotion, la tachycardie et l'effort.





# 4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS



## Variations pathologiques :

-Le débit cardiaque **augmente** en cas:

-de fistule artério-veineuse.

-d'avitaminose B1.

-d'hyperthyroïdie.

-d'anémie.

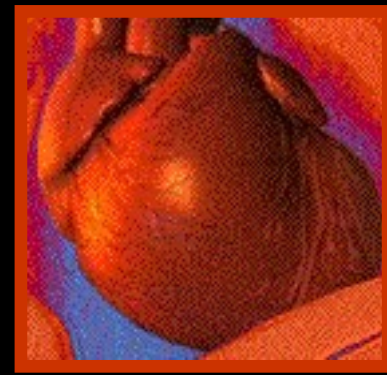
-Il **diminue** avec

-l'hypothyroïdie.

-l'insuffisance cardiaque.



# 5/- REGULATION DU DEBIT CARDIAQUE

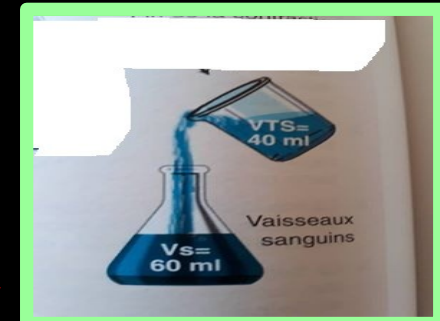


$$DC = FC \times VES$$

## REGULATION



- Nerveuse
- Hormonale



- Pré charge
- Post charge
- Contractilité

# A / Régulation de la FC:

**Facteurs influençant l'automatisme sinusal:**



## A1-Système nerveux autonome

$\uparrow$  *Sympa*  $\rightarrow$   $\uparrow$  *Fréquence card.*  $\rightarrow$   $\uparrow$  *Débit cardiaque*

$\uparrow$  *Para*  $\rightarrow$   $\downarrow$  *Fréquence card.*  $\rightarrow$   $\downarrow$  *Débit cardiaque*

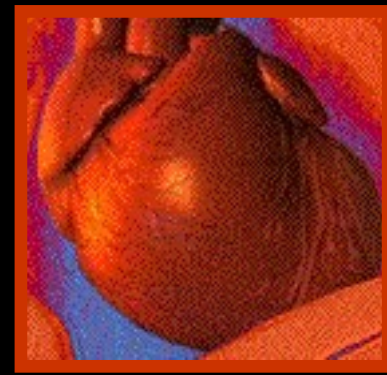
## A 2-Système endocrinien

**-Catécholamines plasmatiques**

**-Hormones thyroïdiennes**



## A / Régulation de la FC:



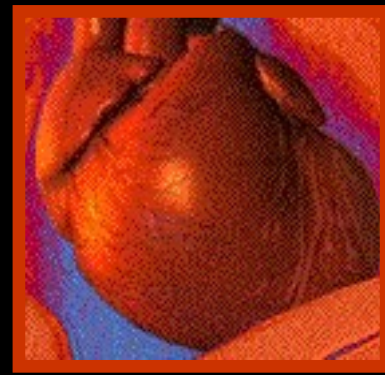
-**L'augmentation isolée** de la FC n'entraîne pas obligatoirement une **augmentation du Qc** sauf si le VES reste **constant** ou à fortiori **augmente** .



## **B / Régulation du VES:**

**Le VES dépend de :**

- ≡ La Pré charge**
- ≡ La Post charge**
- ≡ La Contractilité**



## ⇨ 1-La pré charge

Fin du remplissage ventriculaire, valves fermés,  
le volume du sang contenu dans le ventricule  
et la pression qui y règne correspondent au  
Volume et à la pression Télé Diastolique (VTD, PTD).

### **La Loi de Franck Starling**

A l'échelle élémentaire ce remplissage détermine  
la longueur du sarcomère.





↑ Le retour veineux au cœur : *loi de F Starling*

↑ *retour veineux*



↑ *volume de sang dans les oreillettes*



↑ *étirement des oreillettes*

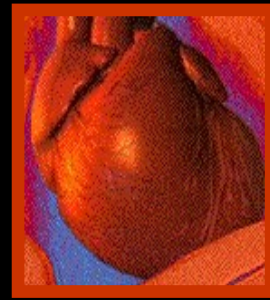


↑ *Force de contraction*





## 2-Contractilité:



- Rôle **important** dans l'ajustement du Qc.
- Elle représente **la vitesse de raccourcissement** des éléments contractiles et reflète à l'échelle élémentaire l'activité **ATPasique** de la myosine.
- Elle dépend de la **concentration du Ca ++** qui joue un rôle important dans la dépolarisation et l'interaction des protéines contractiles.
- La quantité d'ion Ca ++ délivrée aux protéines contractiles détermine le **degré de raccourcissement** des fibres et finalement le volume éjecté





# Contrôle de la force de contraction ventriculaire

## Facteurs Inotropes

### Positifs:

- Catécholamines circulantes (adrénaline)
- Angiotensine
- Ca<sup>++</sup>

### Négatifs:

- Hyperkaliémie
- Acidose
- Hypoxie
- Acétylcholine
- Bêtabloqueurs



### 3-La post charge:



- C'est l'ensemble **des résistances** que doit vaincre le VG au moment de l'éjection .
- A l'éjection le VG doit vaincre :
  - Des **forces d'inertie** de l'accélération de la masse sanguine.
  - Des **forces capacitives** : Distensibilité des parois aortiques .
  - Des **forces résistives** : -vasomotricité artériolaire  
-viscosité sanguine

L'ensemble de ces résistances , de cette inertance et de cette capacitance permet de définir l'impédance artérielle .



• 6/-ADAPTATION DU QC DANS DIFFERENTES SITUATIONS PHYSIOLOGIQUES.



1 - La digestion



↑ Qc de **30 %** avec **redistribution** du sang vers le tractus digestif.

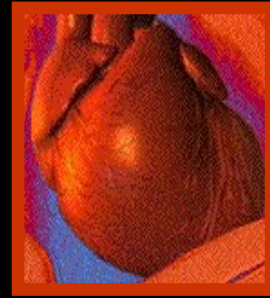
2 - La chaleur



↑ Dilatation veineuse  $\rightleftharpoons$  ↑ du Qc par ↑ du RV dans le but d'éliminer le surplus de chaleur



### 3 - La grossesse



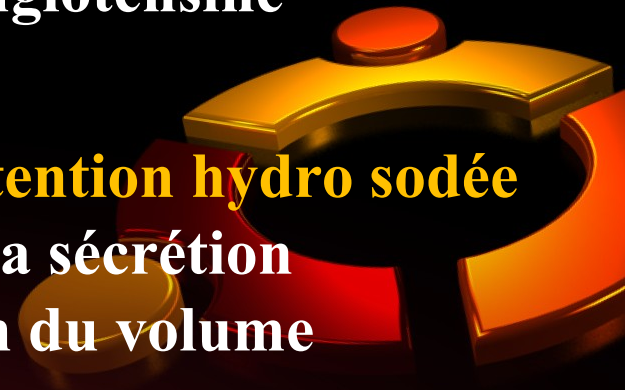
L'↑ du Qc entre le **2ème** et le **6ème** mois

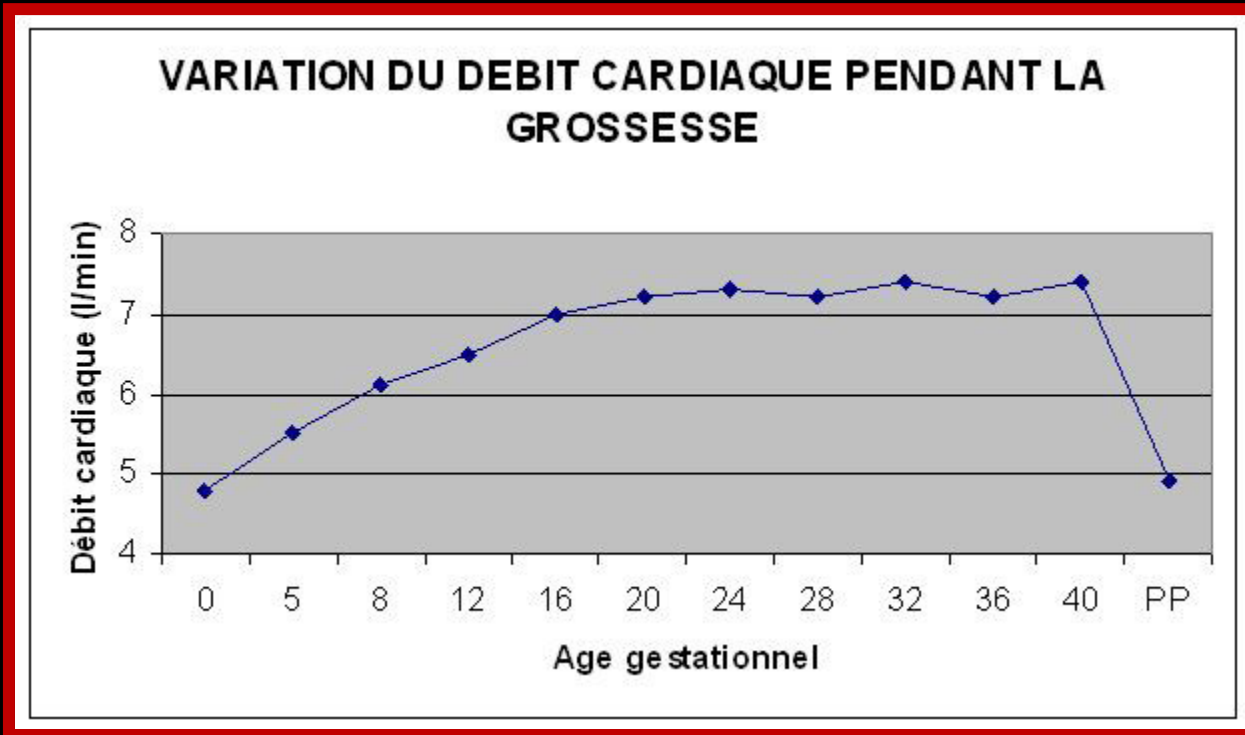
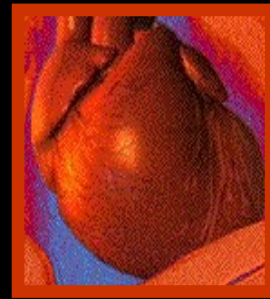
La ↓ de ce Qc est observée vers la **fin de la grossesse**

Ces variations peuvent être expliquées par un ou plusieurs facteurs :

-L'installation d'une **vasodilatation artérielle** très précoce qui pourrait expliquer l'augmentation du débit cardiaque et précéderait l'activation du système rénine-angiotensine-aldostérone,

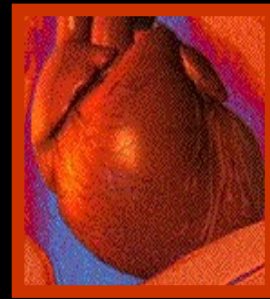
-**L'hypervolémie** qui est l'expression de la **réétention hydro sodée** due aux **œstrogènes** et de l'augmentation de la sécrétion d'aldostérone. Il en résulte une augmentation du volume plasmatique.





***0-40 : semaines d'aménorrhée ; PP : post-partum.***





Il dépend de la **position maternelle**:

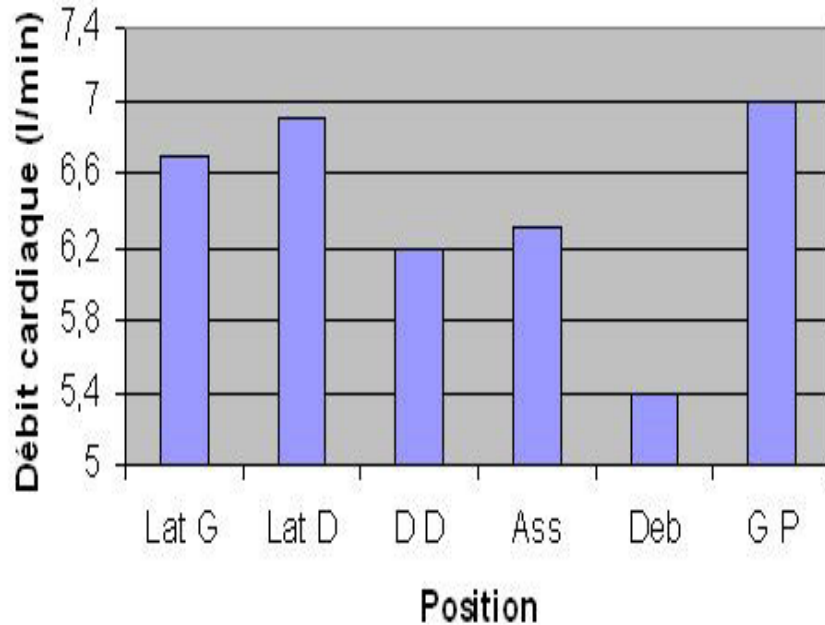
-Dès la 24eme SA, en **décubitus dorsal**, une **compression de la veine cave inferieure** par l'utérus gravide peut **réduire le retour veineux** et de ce fait, **le volume d'éjection systolique** entraînant une hypotension maternelle, une diminution de la perfusion utero-placentaire, qui à son tour peut entraîner et un ralentissement du rythme cardiaque fœtal.

-Il est plus élevé en **décubitus latéral gauche** car **la veine cave est moins compressée** par l'utérus qui est en **dextro-rotation**.



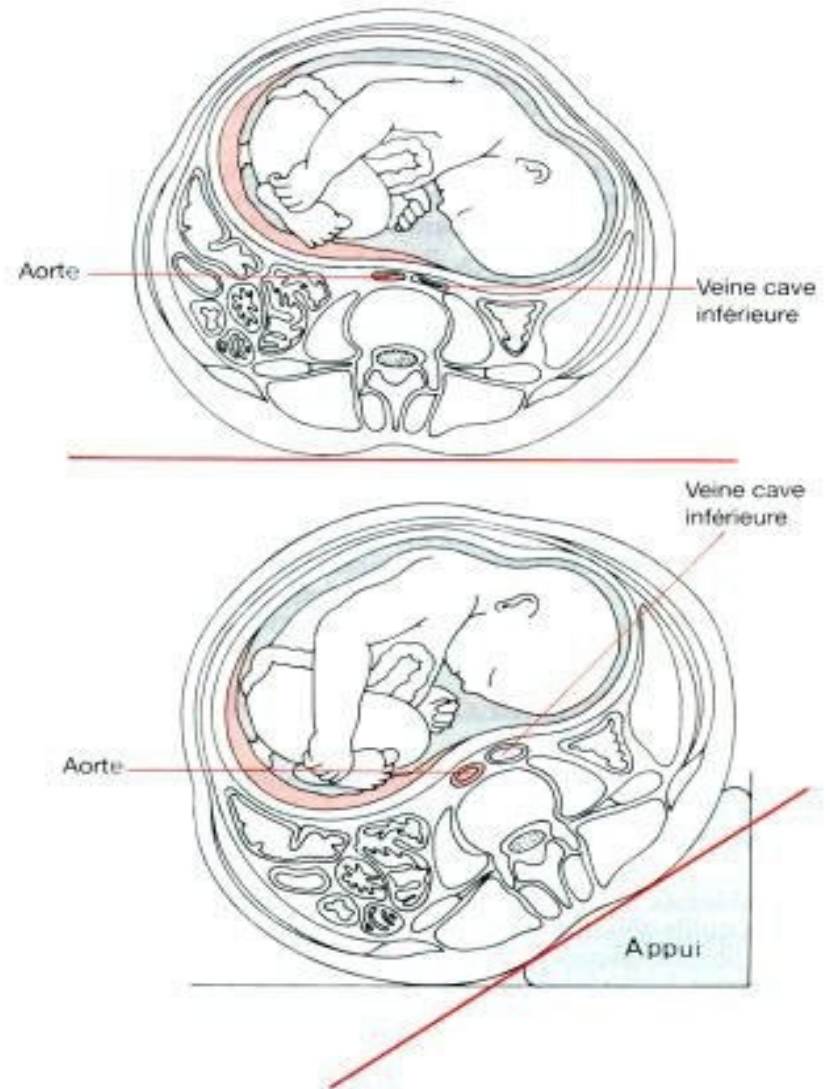


## Effet de la position sur le débit cardiaque, chez la femme enceinte



**Lat G : décubitus latéral gauche ; Lat D : décubitus latéral droit ; DD : décubitus dorsal ; Ass : assis ; Deb : debout ; GP : genu-pectoral.**

**Effet de la position sur le débit cardiaque, chez la femme enceinte**



**Compression de la veine cave inférieure et sa prévention par le décubitus latéral gauche**

## 4 - Altitude



↑ Qc en réponse à l'**hypoxie** induite par le **niveau d'altitude** suite à la ↓ de la PaO<sub>2</sub>.

- La FiO<sub>2</sub> = 0,21 ( 21 % ) elle reste **constante** au sommet du mont **EVREST** comme au niveau de la mer .

- ↓ de la pression Baro en altitude ( ↓ P atm O<sub>2</sub> )  $\rightleftharpoons$  **Hypoxie**

- ↓ PaO<sub>2</sub>  $\rightleftharpoons$  stimulation des **chémorécepteurs carotidiens**

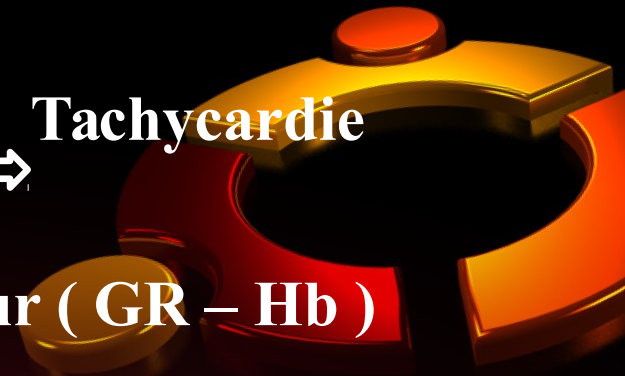
- avec deux conséquences :

- L'hyperventilation

- L'activation du système adrénérgique  $\rightleftharpoons$  **Tachycardie**

- L'organisme réagit par une ↑ du transporteur ( GR – Hb )

dans le but de transporter plus d'O<sub>2</sub>  $\rightleftharpoons$  **Polyglobulie**





# 5 - Exercice musculaire



- Stimulation sympathique importante :

- $\uparrow$  Fc
- $\uparrow$  Inotropisme  $\rightleftharpoons$   $\uparrow$  VES  $\rightleftharpoons$   $\uparrow$  Qc jusqu'à x 4-5
- $\uparrow$  Veinoconstriction

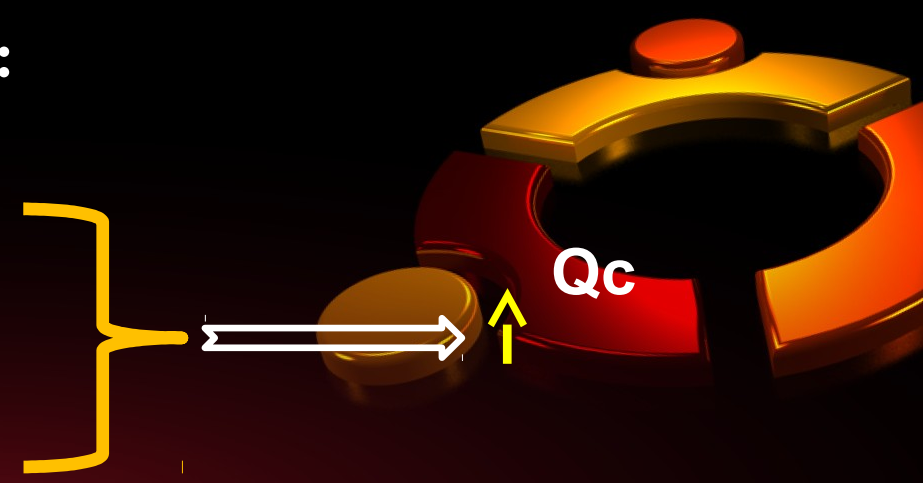
- Dilatation des Vx , artérioles et sphincters pré capillaires :

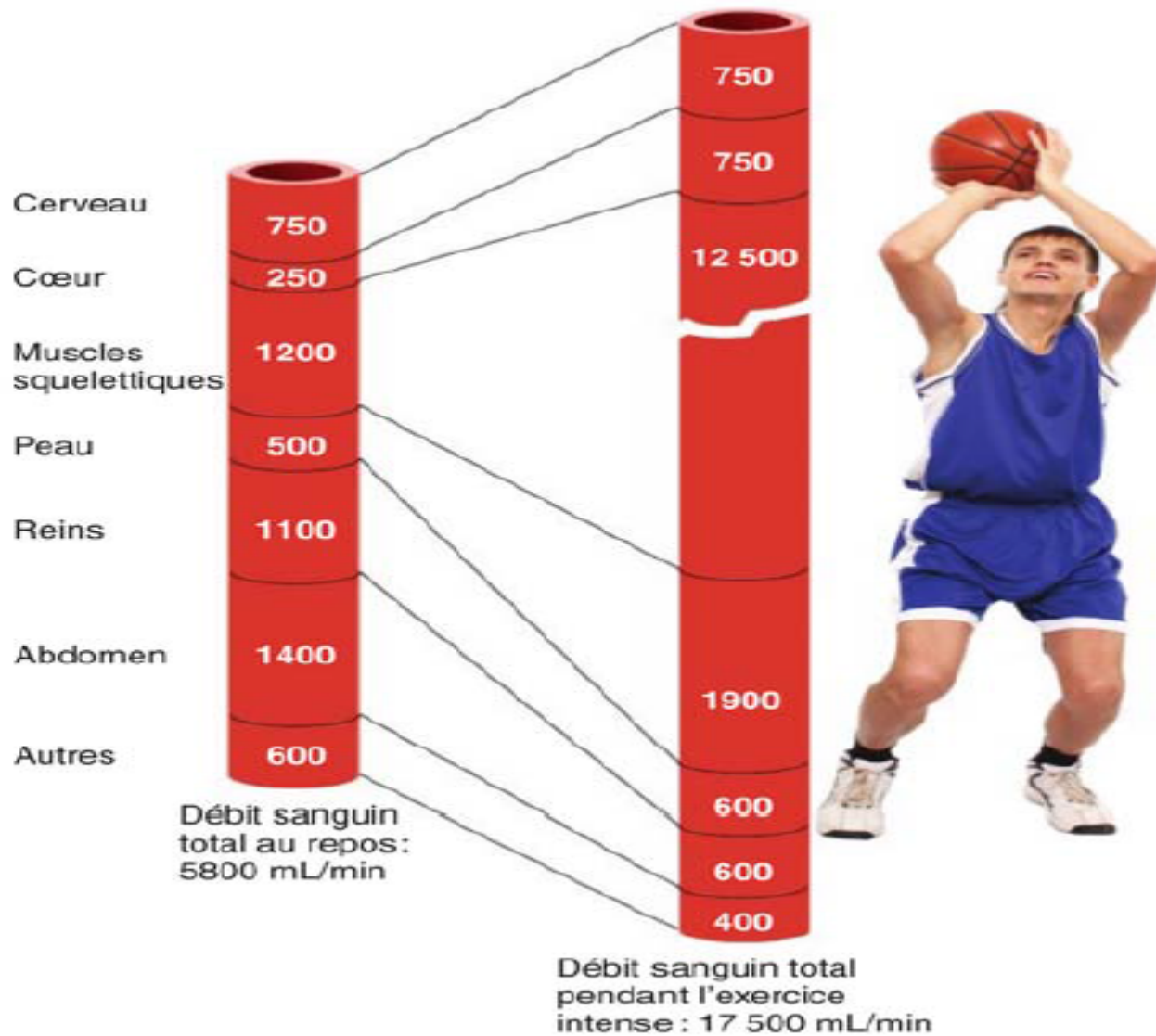
- $\downarrow$  de la post charge
- redistribution du sang aux muscles en activité

- Mécanisme d'adaptation à l'effort:

$\uparrow$  Catécholamines

Post charge  
 $\downarrow$   
Pré charge  
 $\uparrow$   
Inotropisme  
 $\uparrow$





**Figure 19.13** Répartition du débit sanguin, au repos et pendant l'exercice intense.

**MERCI POUR VOTRE**

**ATTENTION**

