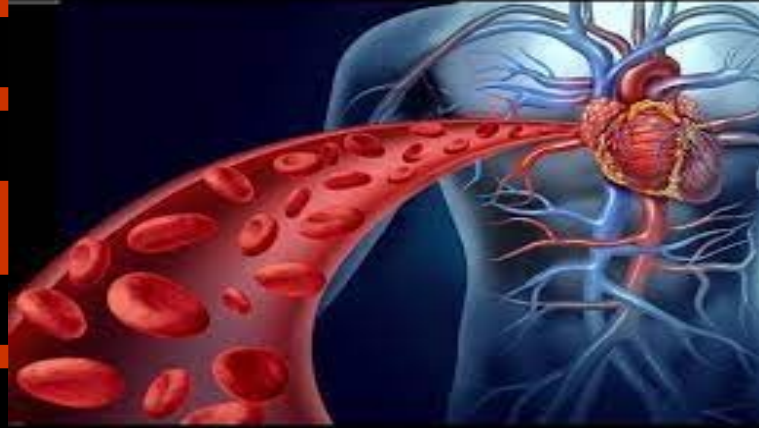


DEBIT CARDIAQUE



Dr A BENSOUAG

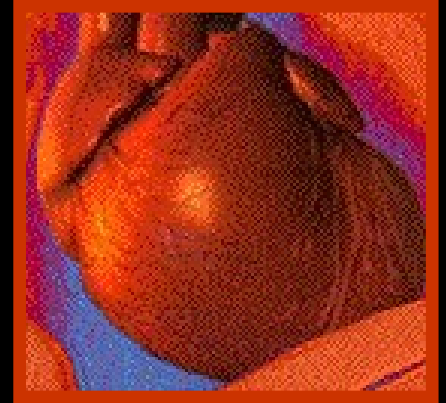
**Maitre assistant en Physiologie
Clinique**

et Médecin du sport



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).

$$Q_c = VES \times F_c$$

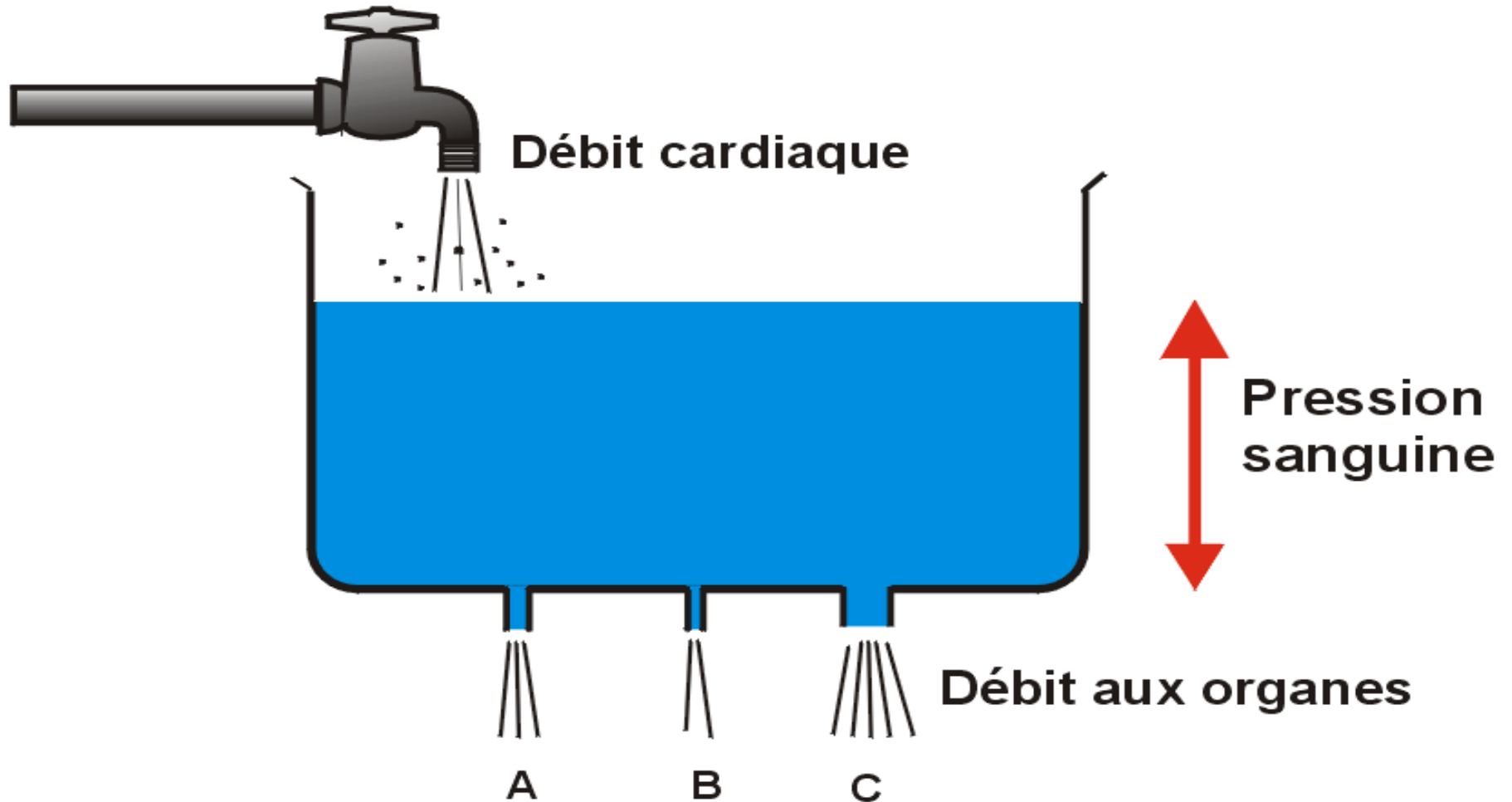
$$VES = VTD (120-130cc) - VTS$$

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

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

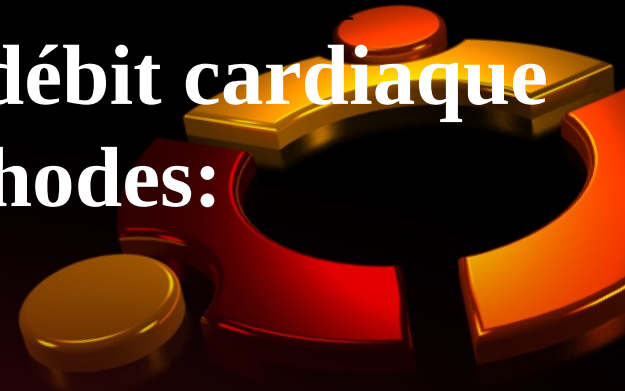


2/- DEFINITION DU DEBIT CARDIAQUE



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) ».

$$Q_g \times CaO_2 = Q_d \times CvO_2 + VO_2$$



- **La consommation d'oxygène (VO_2)** peut être mesurée grâce à des appareils divers
- $\text{VO}_2 = 125 \text{ à } 145 \text{ ml/min/m}^2 \text{ ou } 3 \text{ ml/kg de poids.}$
- deux prélèvements sont effectués, l'un dans l'AP (artère pulmonaire), l'autre dans une artère périphérique pour la mesure de la **différence artério-veineuse.**

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


3/- METHODES DE MESURE



• 1/-Le principe de Fick direct à l'O₂

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



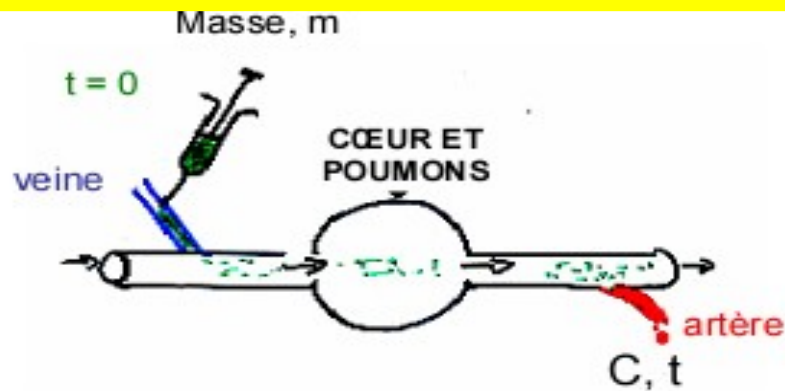
3-B/-La méthode de dilution selon le principe de Stewart-Hamilton

- - Fondée sur l'analyse des courbes de dilution, obtenues après **injection sous forme d'embolo** 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

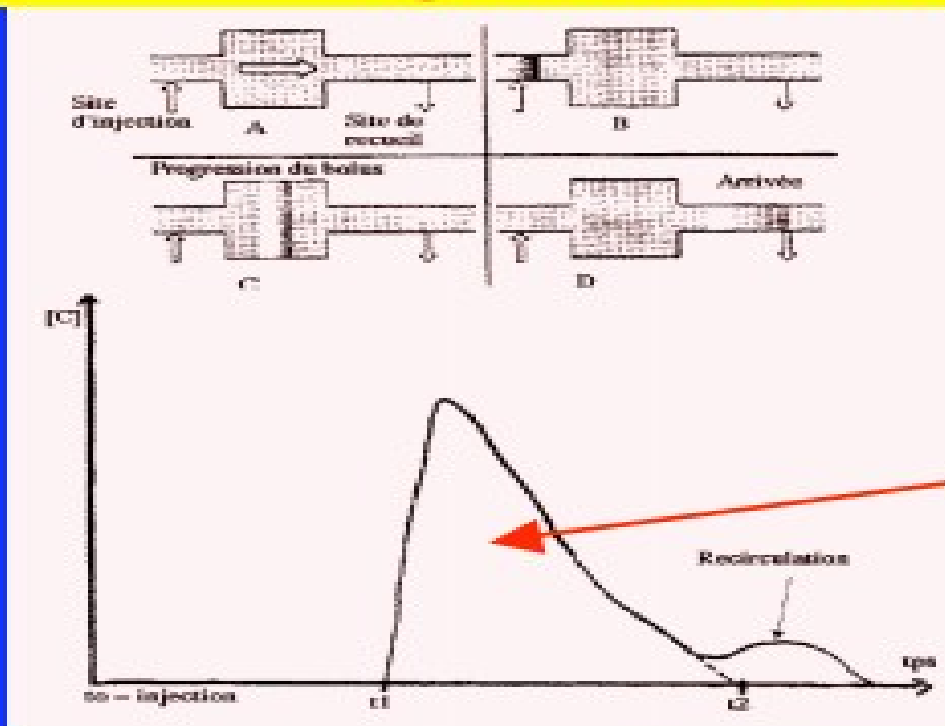
$$D = \frac{2}{1 \times 20} = 0,1 \text{ l/s} = 2 \text{ l/20s} = \mathbf{6 \text{ l/ mn}}$$

Savineau 2007

3/- METHODES DE MESURE

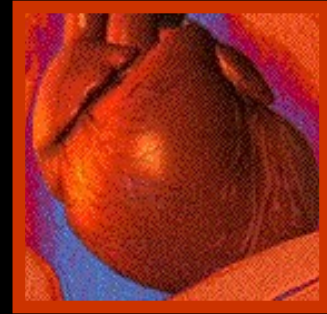
- 2/-Le principe de dilution d'un indicateur

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 $3,55 \pm 0,75 \text{ l/min/m}^2$.



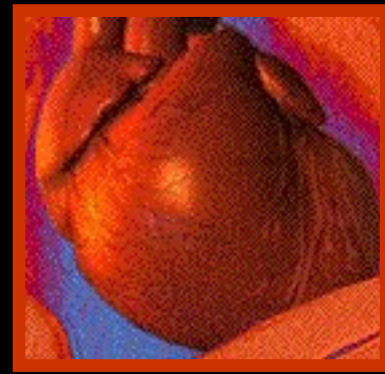
4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS



- 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 = $Q_c / \text{Surface corporelle (m}^2\text{)}$.



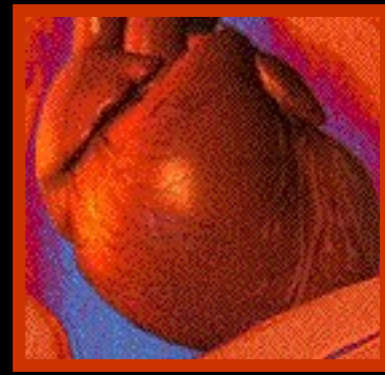
4/- VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE ET VARIATIONS



- Le débit cardiaque est plus élevé chez l'enfant (index = 4 l/min/m²).
- 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.

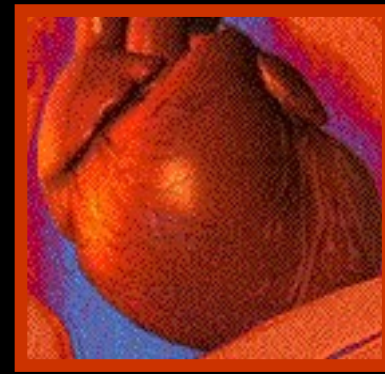
-Il **diminue** avec

- l'hypothyroïdie.

- l'insuffisance cardiaque.



5/- REGULATION DU DEBIT CARDIAQUE

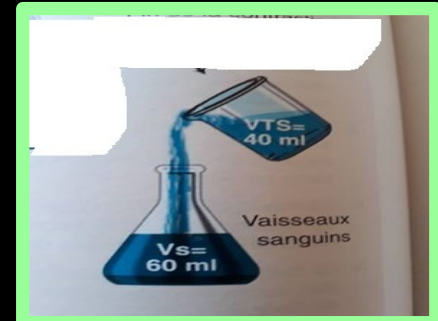


$$DC = FC \times VES$$

REGULATION



- Nerveuse
- Hormonale



- Pré charge
- Post charge
- Contractilité

A / Régulation de la FC:

Facteurs influençant l'automatisme sinusal:

A1-Système nerveux autonome

□ *Sympa* → □ *Fréquence card.* → □ *Débit cardiaque*

□ *Para* → □ *Fréquence card.* → □ *Débit cardiaque*

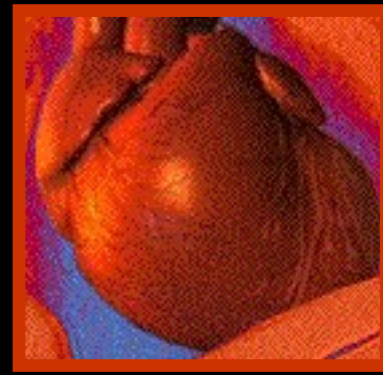
A 2-Système endocrinien

-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** .



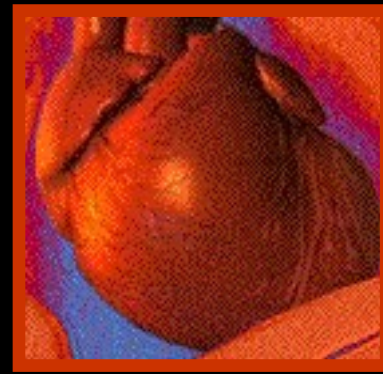
B / Régulation du VES:

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^{++}
- Digitaline

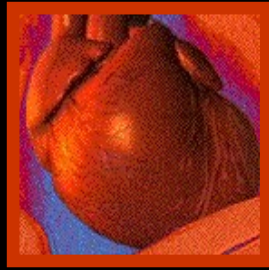


Négatifs:

- 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



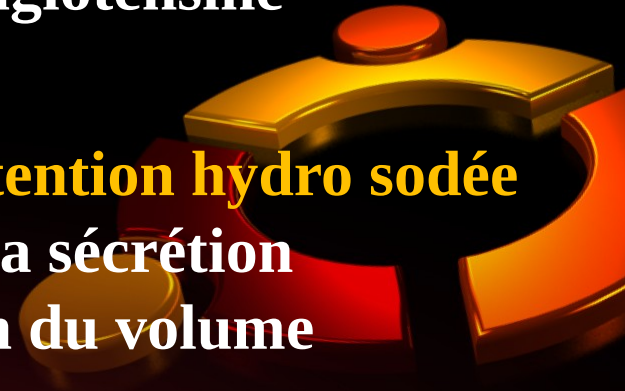
L'↑ du Qc entre le 2ème et le 6ème mois

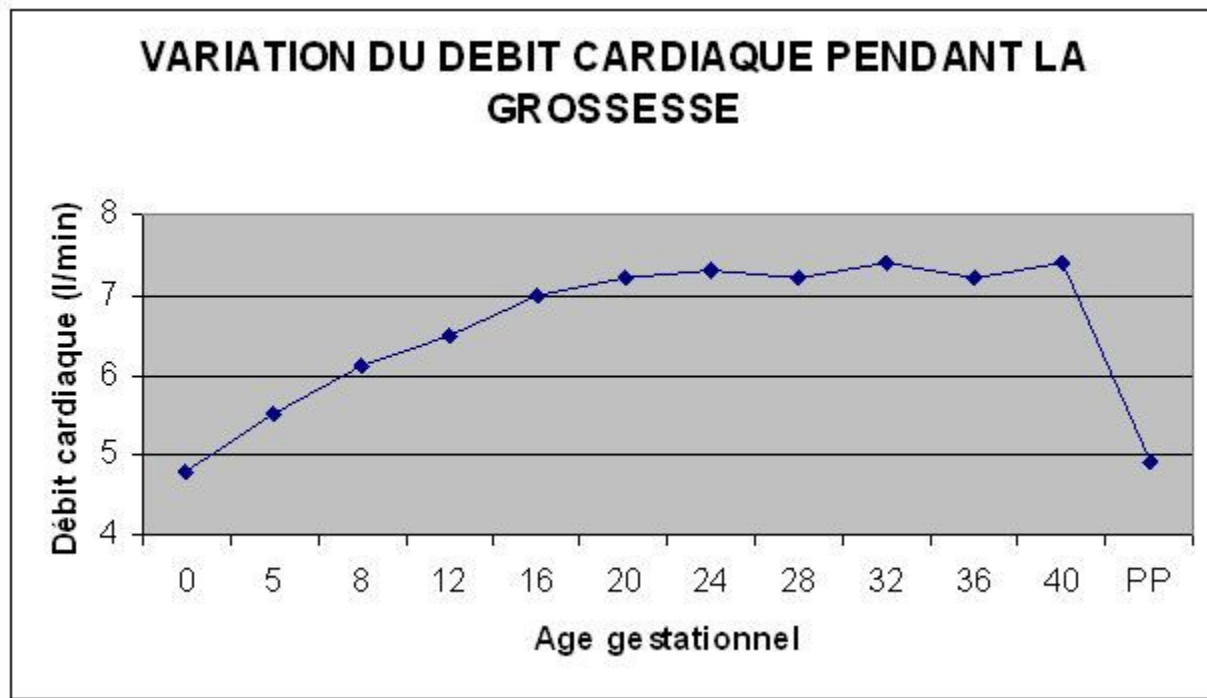
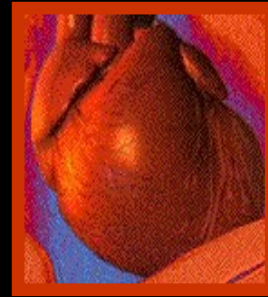
La ↓ de ce Qc est observée vers la fin de la grossesse

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 **rétenction 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.



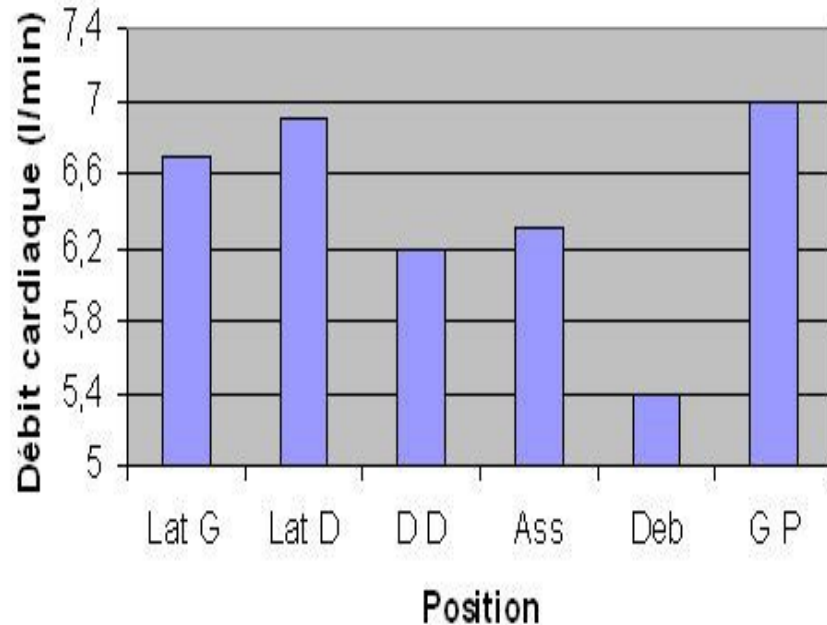
Il dépend de la **position maternelle**:

-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** entrainant une hypotension maternelle, une diminution de la perfusion utero-placentaire, qui à son tour peut entrainer et un ralentissement du rythme cardiaque foetal.

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



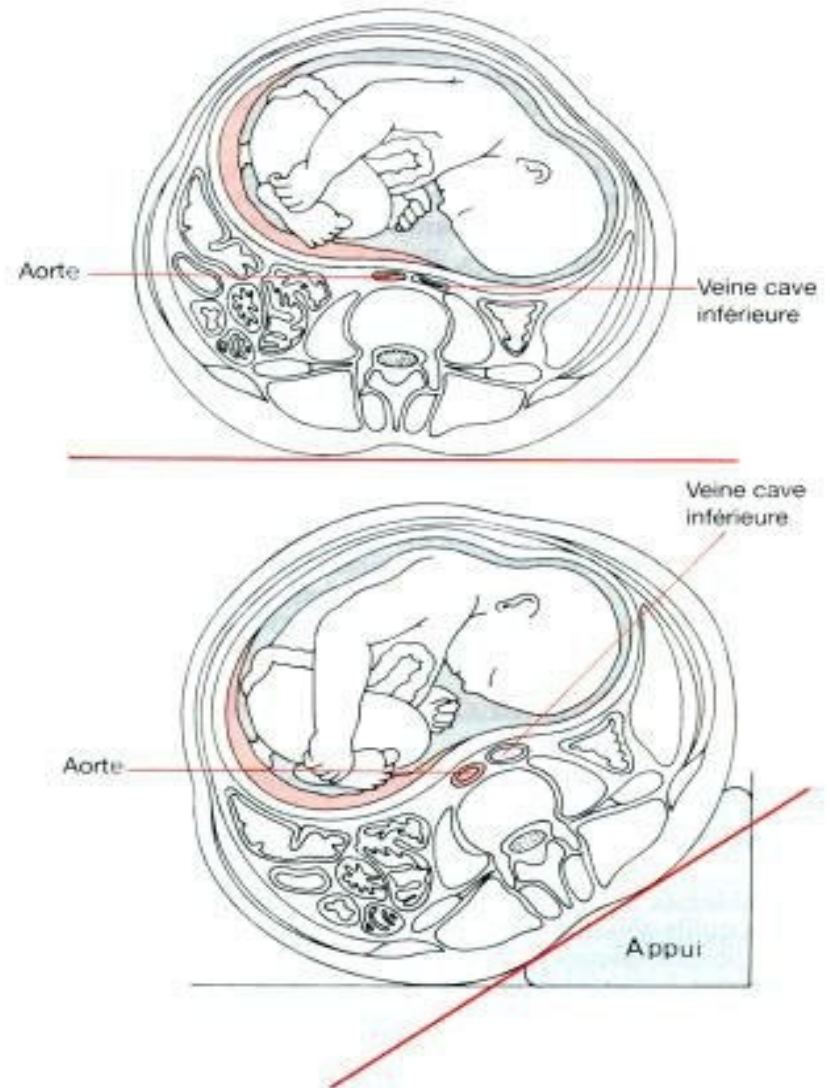
Effet de la position sur le débit cardiaque, chez la femme enceinte



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 PaO₂.

- La FiO₂ = 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 O₂) \Longrightarrow **Hypoxie**

- ↓ PaO₂ \Longrightarrow stimulation des **chémorécepteurs carotidiens**

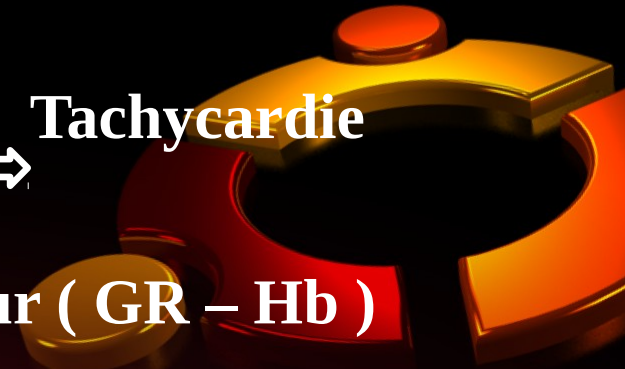
- \Longrightarrow avec deux conséquences :

- L'hyperventilation

- L'activation du système adrénergique \Longrightarrow **Tachycardie**

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

dans le but de transporter plus d'O₂ \Longrightarrow **Polyglobulie**



5 - Exercice musculaire



- Stimulation sympathique importante :

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

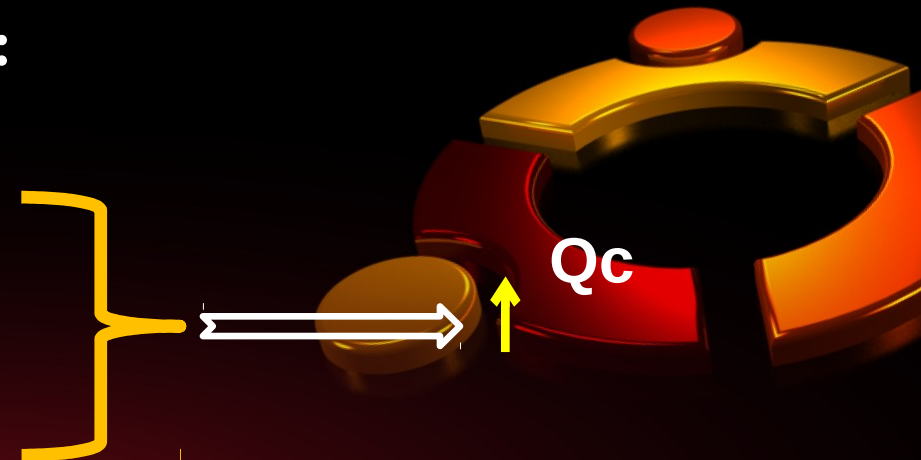
- Dilatation des Vx , artérioles et sphincters pré capillaires :

- \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



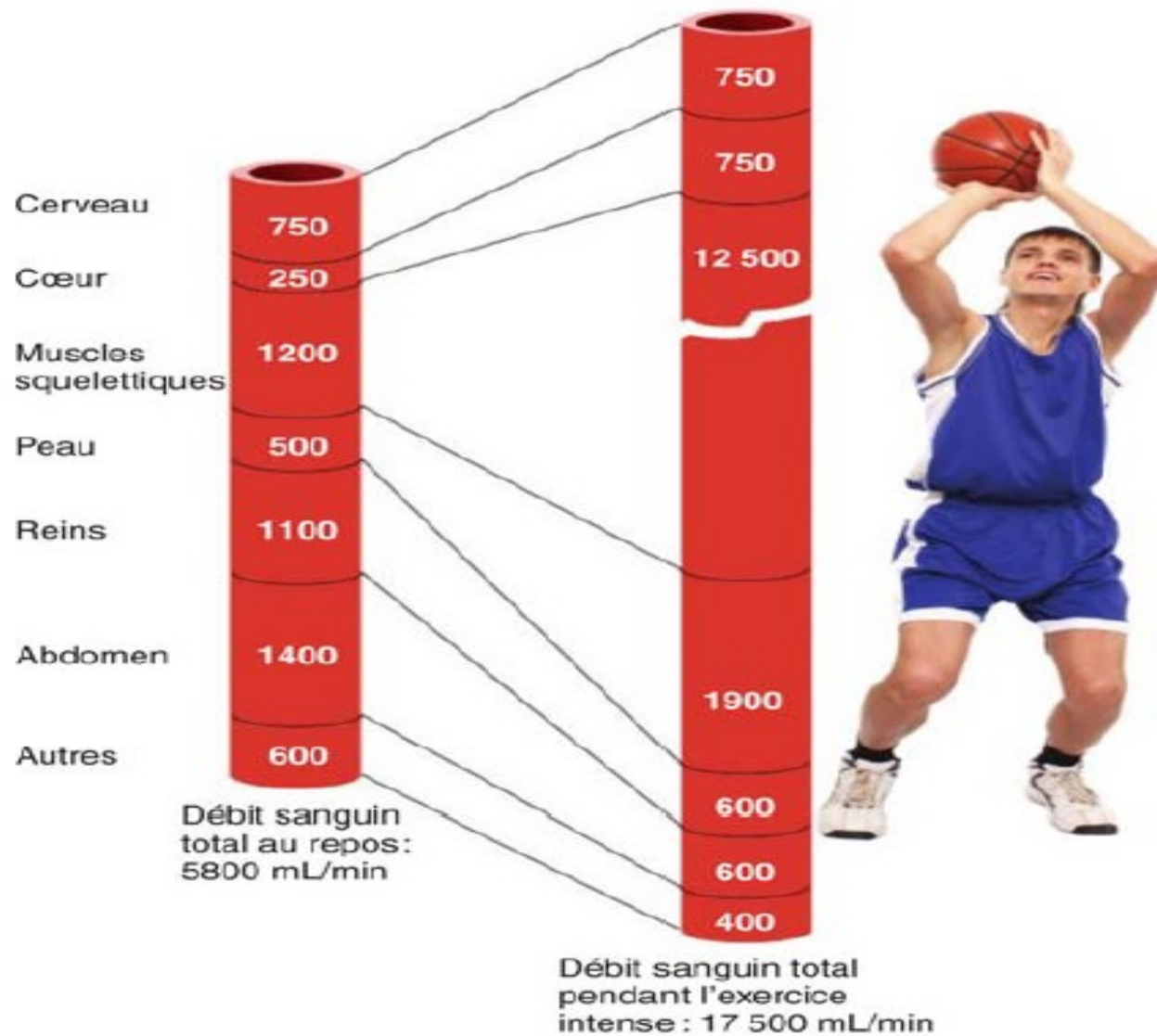


Figure 19.13 Répartition du débit sanguin, au repos et pendant l'exercice intense.

MERCI DE VOTRE

ATTENTION

