

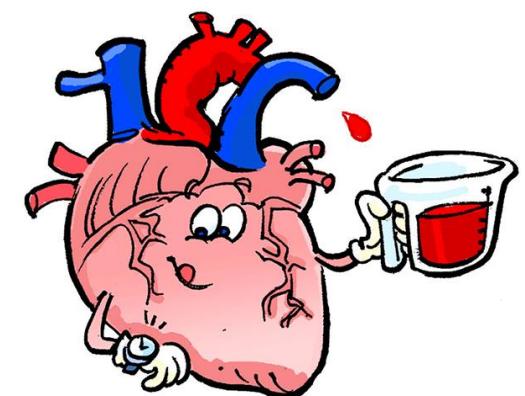


LE DÉBIT CARDIAQUE

UEF 106

Pr Kaouthar Masmoudi

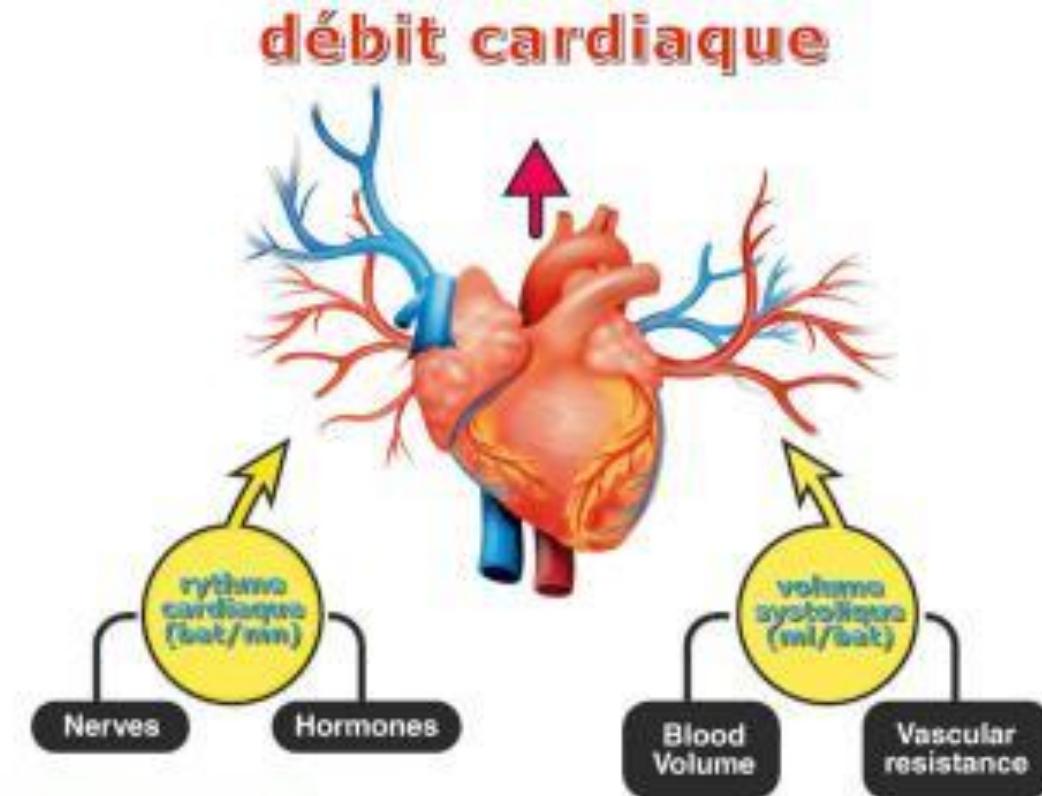
2025- 2026



Définition

$$Q = VES \times FC$$

- Q : débit cardiaque
- VFS : volume d'éjection systolique
- FC : fréquence cardiaque

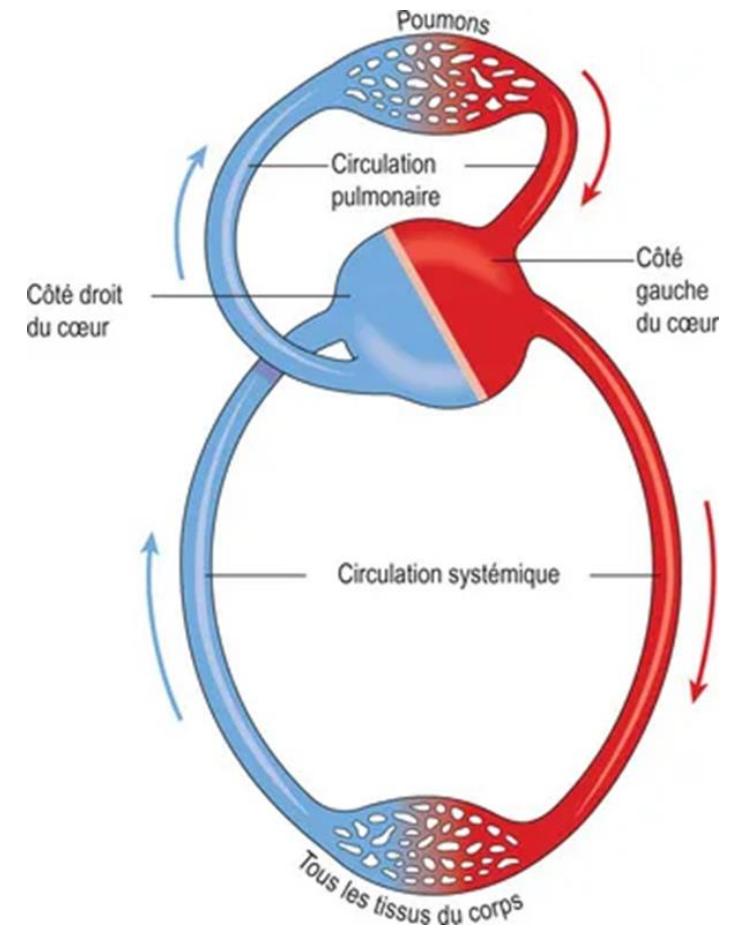


$Q \text{ cœur droit} = Q \text{ cœur gauche}$

$Q \text{ circulation pulmonaire} = Q \text{ circulation systémique}$

$Q \text{ cardiaque : L/min}$

Index cardiaque : L/min/m^2 de surface corporelle



Méthodes de mesure du QC:

- Mesure directe de la valeur moyenne de Q :
 - Méthode de Fick
 - Méthodes de dilution
- Mesure indirecte du Q :
 - Mesure du VES → x FC
 - Méthodes d'imagerie cardiaque : Radiographie, échographie, Doppler

La méthode de Fick directe

- Principe de la conservation de la matière

- Traceur : O₂

- Q cardiaque :

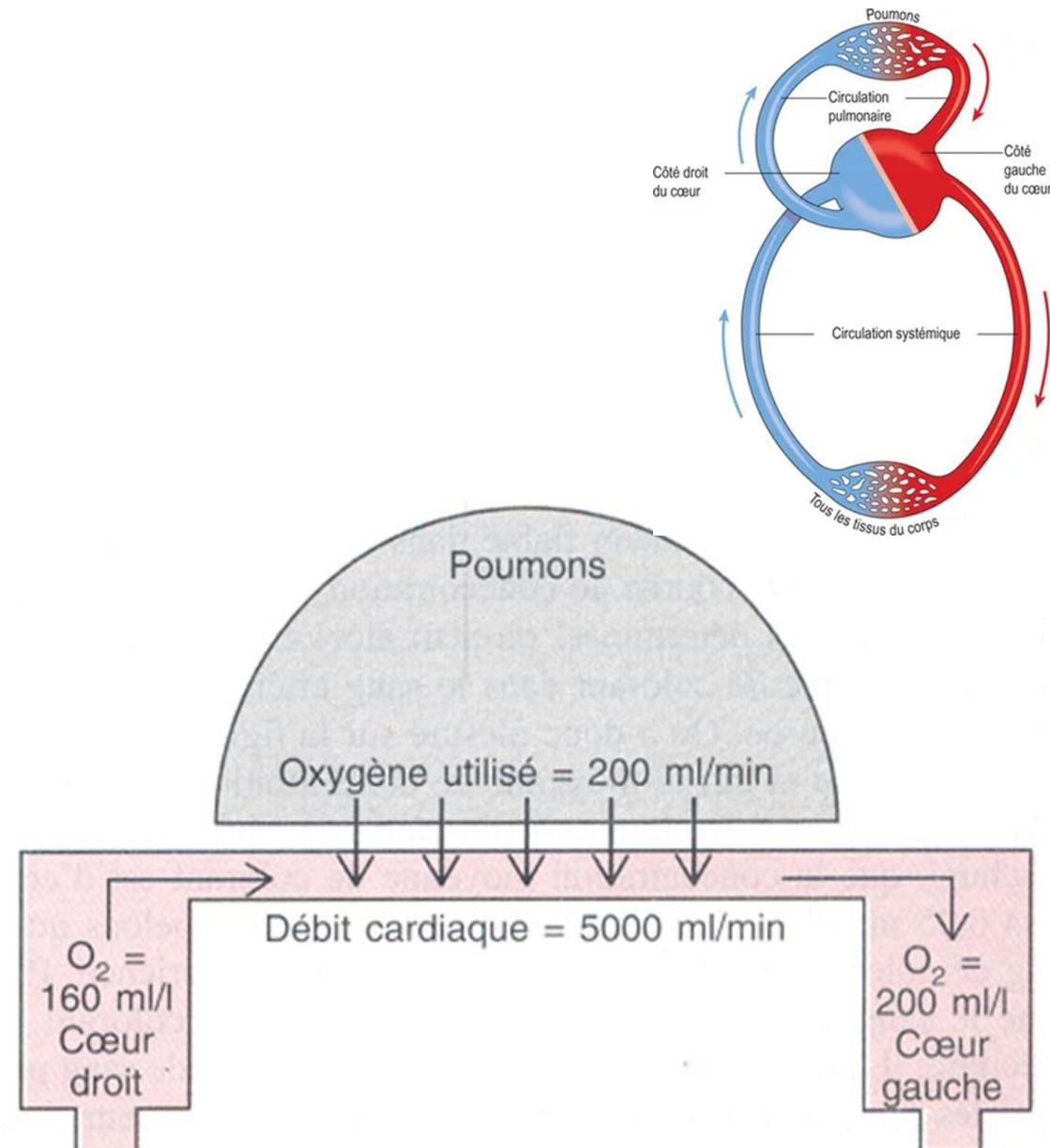
cœur droit → circulation pulmonaire → cœur gauche

sang veineux oxygénation du sang sang artériel

CvO₂ VO₂ CaO₂

$$Q \times CaO_2 = Q \times CvO_2 + VO_2$$

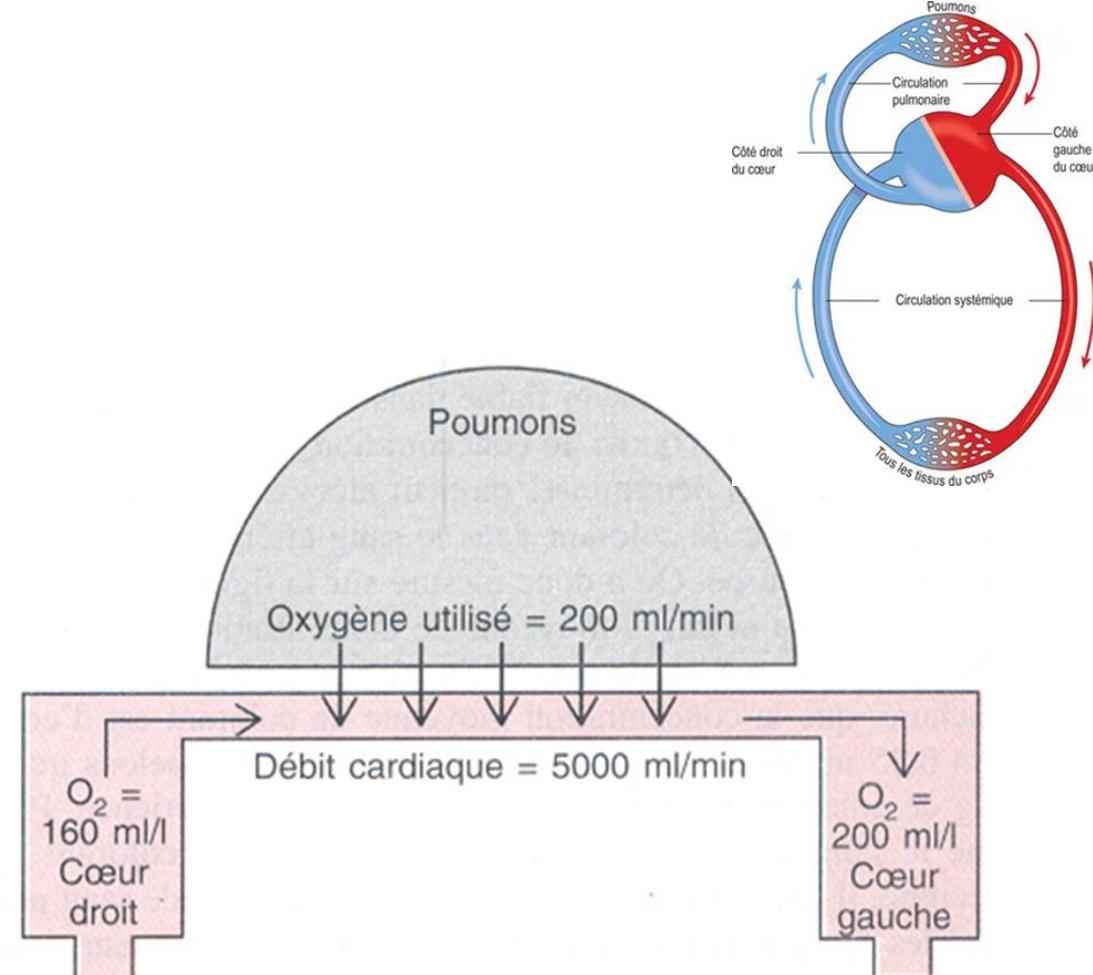
$$Q = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$$



Détermination du débit cardiaque. Le principe de Fick.

La méthode de Fick directe

- Qté d'O₂ parvenant aux poumons/ min :
 - par l'Artère pulmonaire
 - Sang veineux mêlé
 - Q x CvO₂
- Qté d'O₂ sortant des poumons/ min
 - Par les veines pulmonaires
 - Sang artérialisé
 - Q x CaO₂
- Prélèvement d'O₂
 - Qté d'O₂ fixée par le sang au dépens de l'air alvéolaire
 - Qté d'O₂ consommée par les tissus de l'organisme
 - VO₂



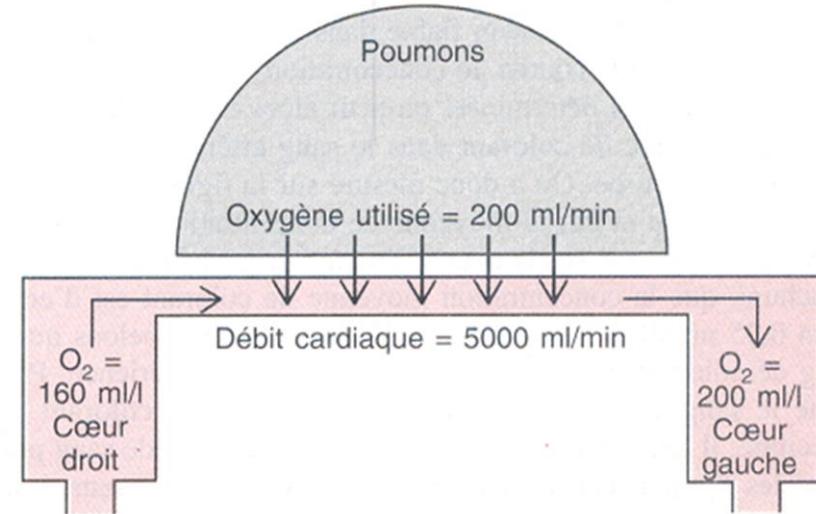
Détermination du débit cardiaque. Le principe de Fick.

$$Q \times \text{CaO}_2 = Q \times \text{CvO}_2 + \text{VO}_2$$

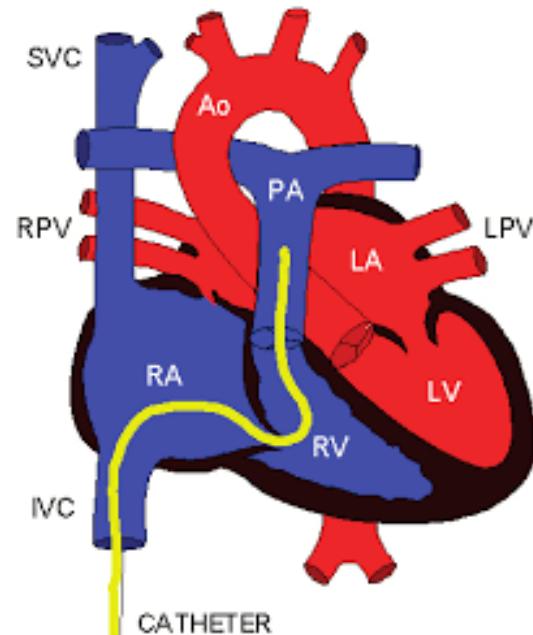
$$Q = \text{VO}_2 / (\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2)$$

La méthode de Fick directe

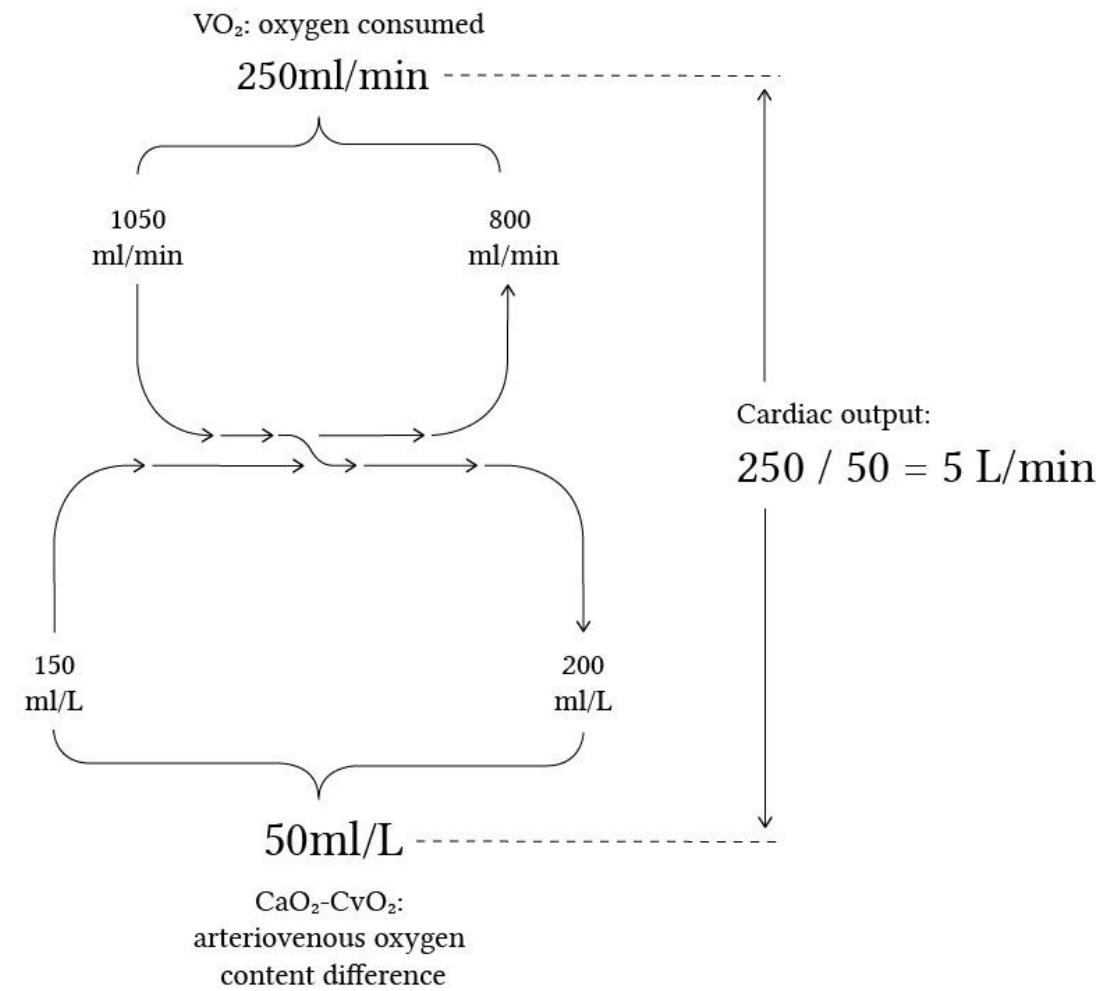
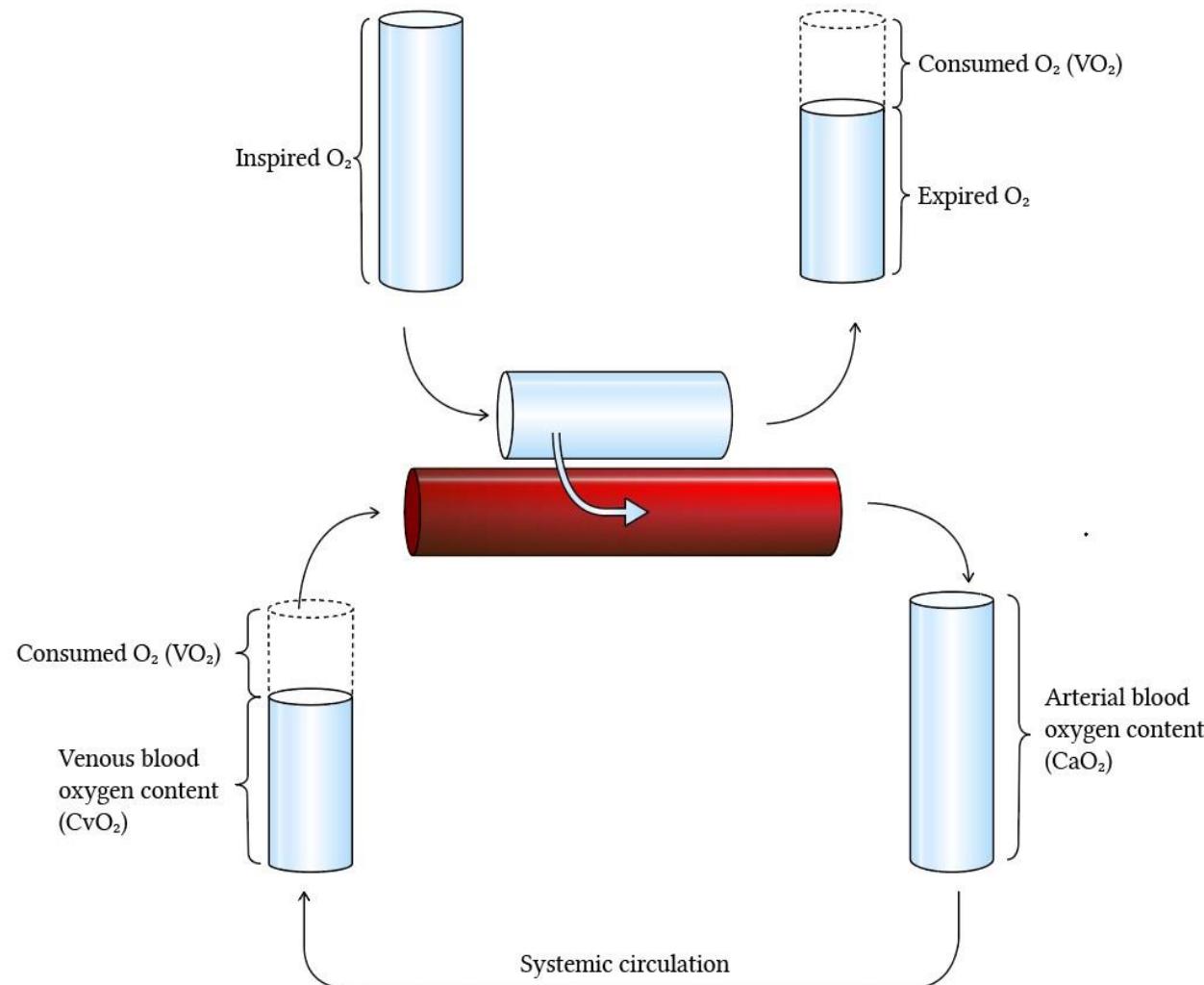
- $Q \times CaO_2 = Q \times CvO_2 + VO_2$
- $Q = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$
- → mesure de :
 - VO_2 : facile
 - CaO_2 : prélèvement artériel
 - CvO_2 : difficile :
 - Prélèvement dans le VD ou l'artère pulmonaire
 - **Cathétérisme cardiaque droit**



Détermination du débit cardiaque. Le principe de Fick.



La méthode de Fick directe

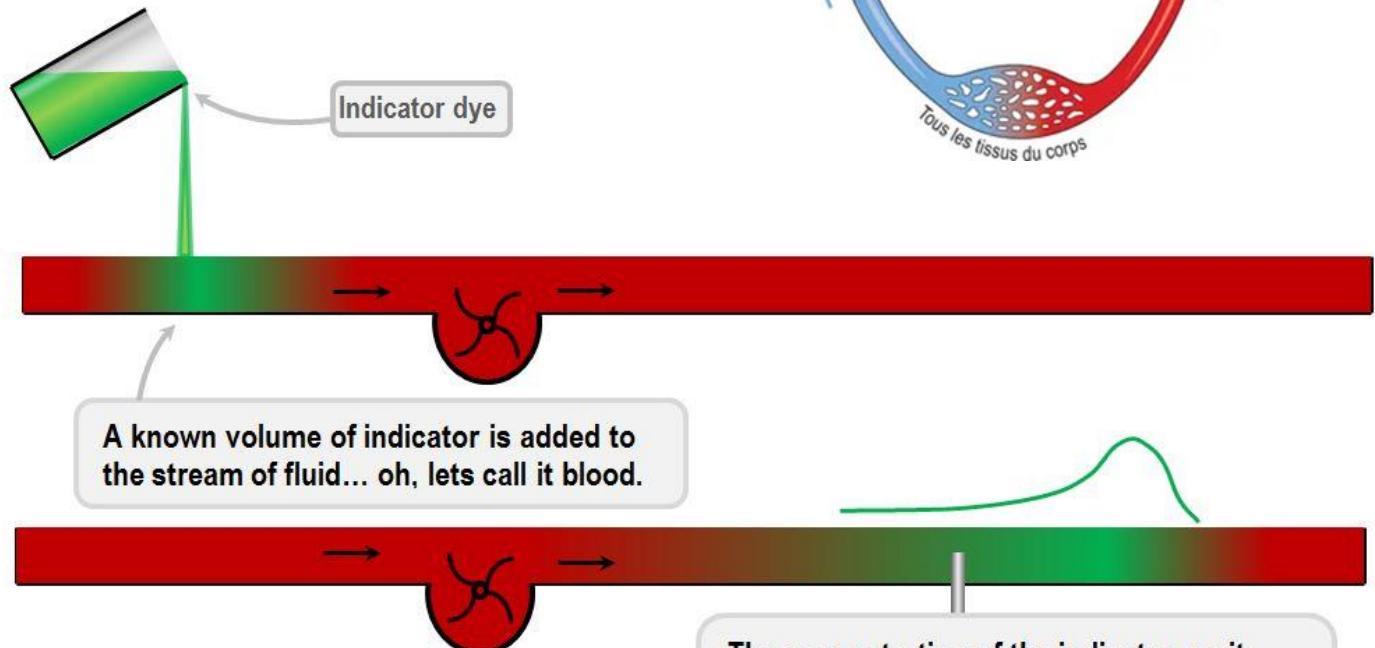


Les méthodes de dilution

- Principe général :
 - Principe de conservation de la matière de Stewart hamilton
- Traceur : substance étrangère à l'organisme
 - Exemple : indicateur coloré

Méthodes de dilution

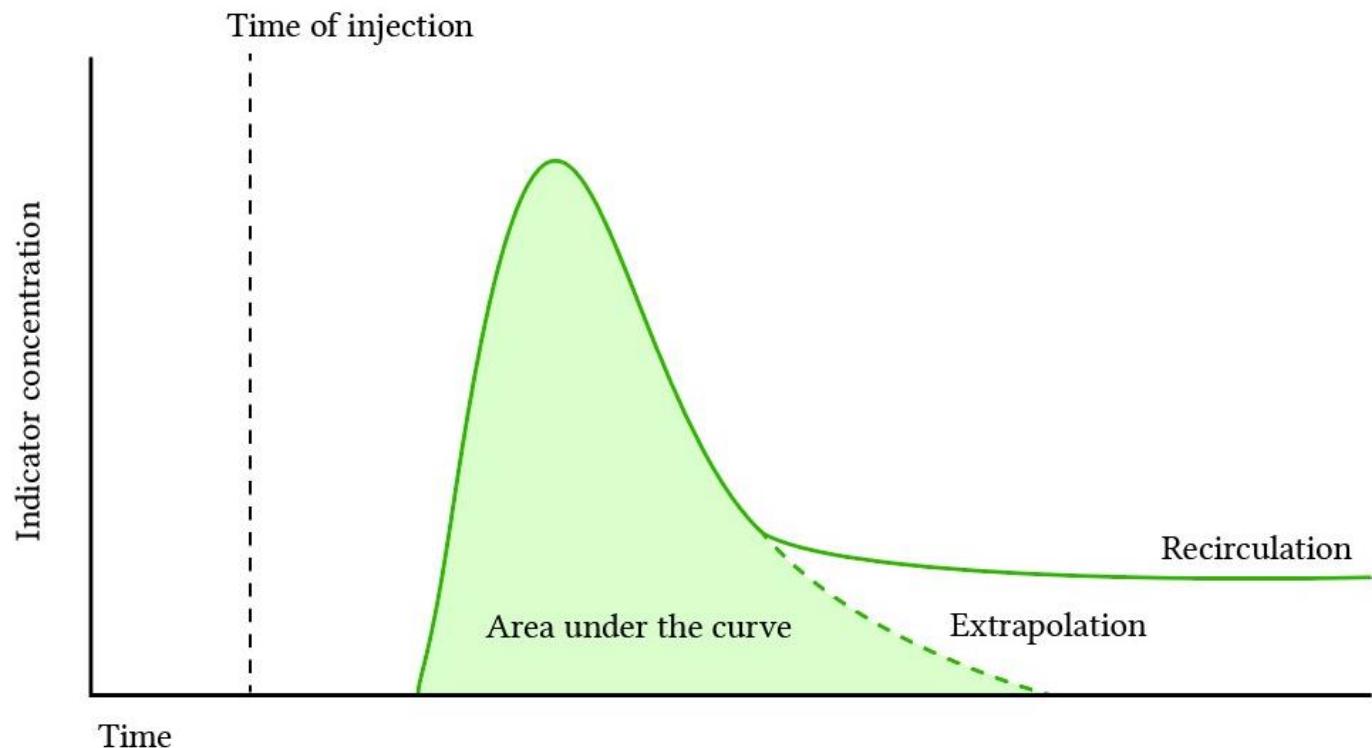
- V systémique → cœur droit → circulation pulmonaire → cœur gauche → circulation artérielle
- Injection :
 - Veine systémique
 - Instantanée
 - Substance colorée
 - Quantité M
- Volume de dilution sanguin : V
- Concentration moyenne : C_m :
 - $C_m = M / V$



The concentration of the indicator, as it passes by the detector, can be plotted as a curve of concentration over time.

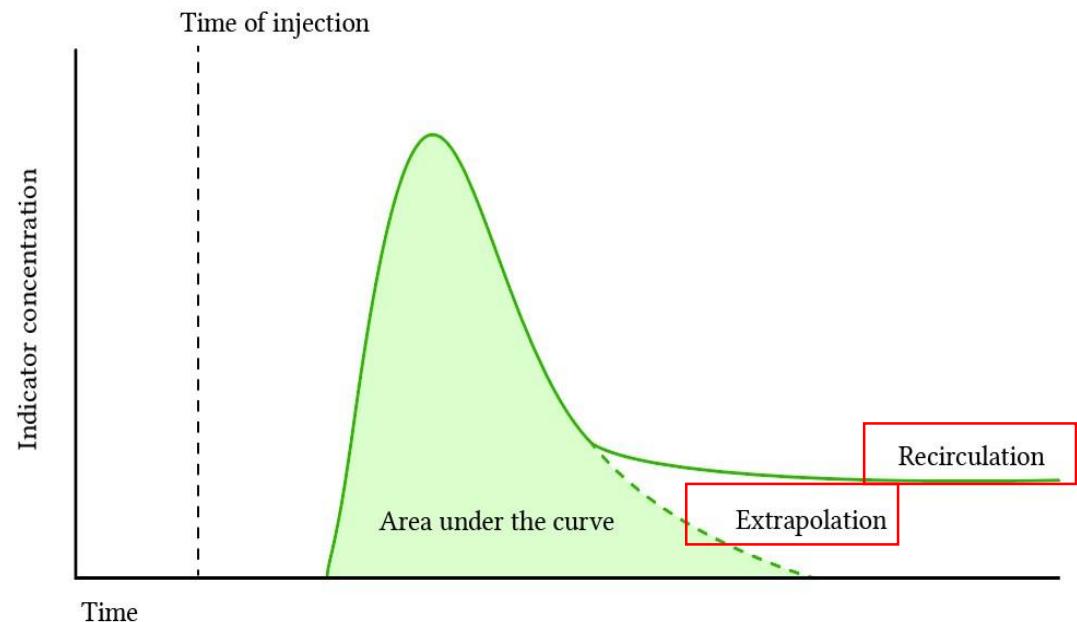
Méthodes de dilution

- Prélèvement :
 - artériel
 - Concentration $C(t)$
- Courbe :
 - $c(t)$ en fonction du temps
 - Courbe de dilution
 - T_0 : Temps d'injection
 - t_1 : la courbe commence à s'élever
 - t_2 : revenir au point 0
- $C_m : M/V$
 - l'intégrale de la courbe $C(t)$ / le temps t_2-t_1 soit Δt .
- Déterminer $V / \Delta t \rightarrow Q$:
rapporter cette valeur à la minute



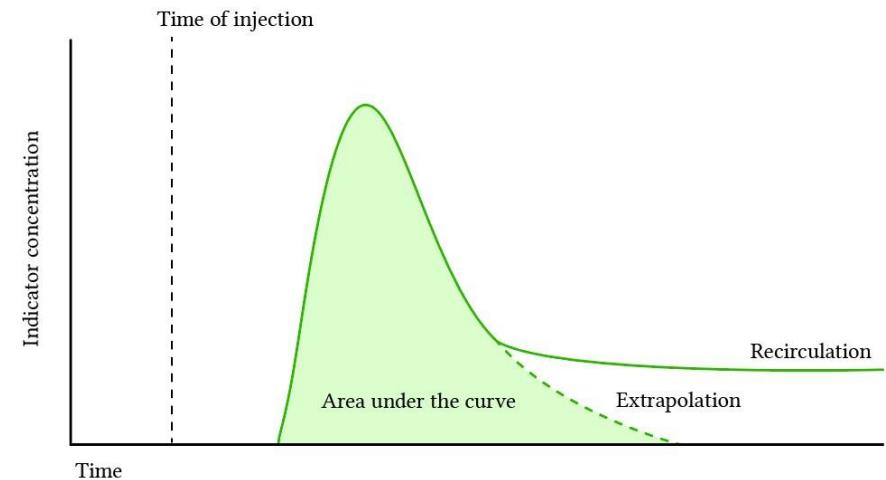
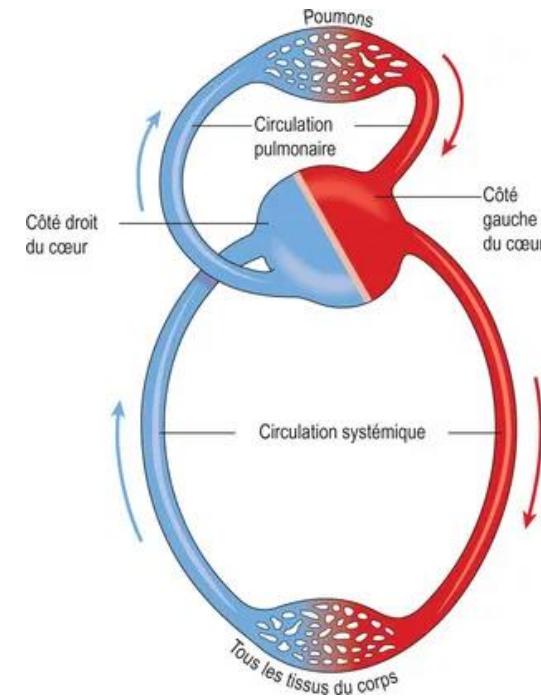
Méthodes de dilution

- Système circulatoire : fermé
 - les molécules de l'indicateur persistent dans le sang
 - $C(t)$ ne revient pas à zéro après le passage
- On parle de RECIRCULATION
- Résolution pratique :
 - Extrapolation de la courbe de première dilution
 - → déterminer le point t_2



Méthodes de dilution

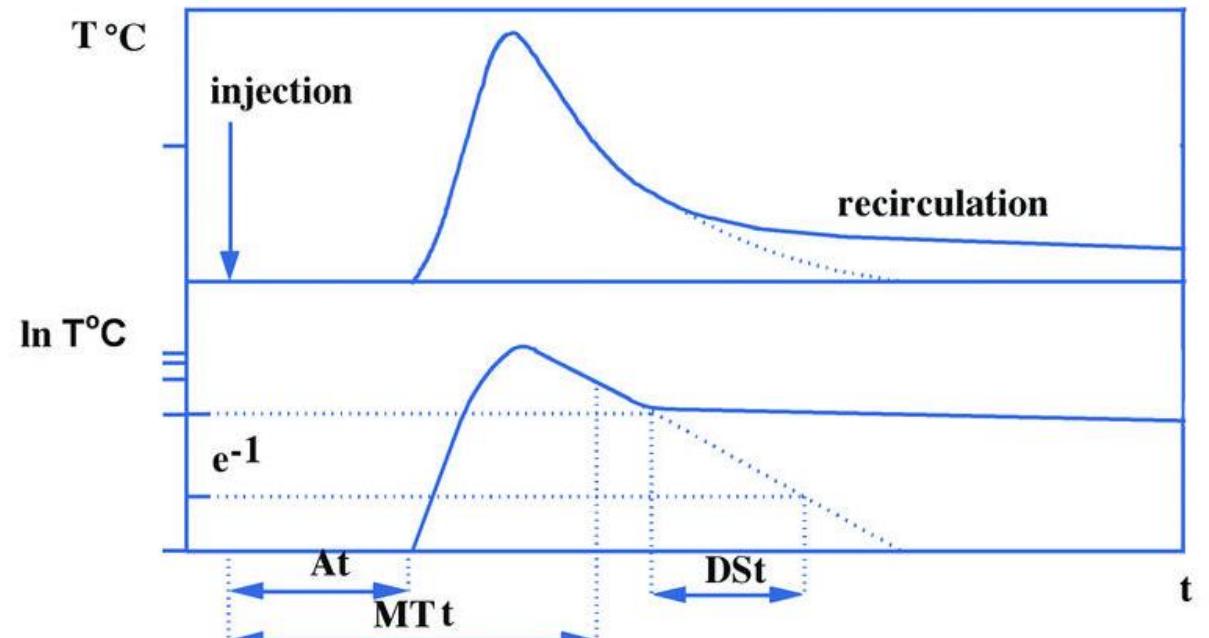
- En pratique
- Injection d'une quantité M de colorant dans une veine superficielle (pli du coude)
- Recueil : par ponction artérielle (Artère fémorale ou artère humérale)
- Appareil qui mesure en continu $c(t)$
- Courbe de première circulation
- Calculer le débit cardiaque



Méthodes de dilution

Autres indicateurs

- Substances radio-actives
- Thermodilution



MTt: temps de transit moyen
Passage de 50% de
l'indicateur thermique

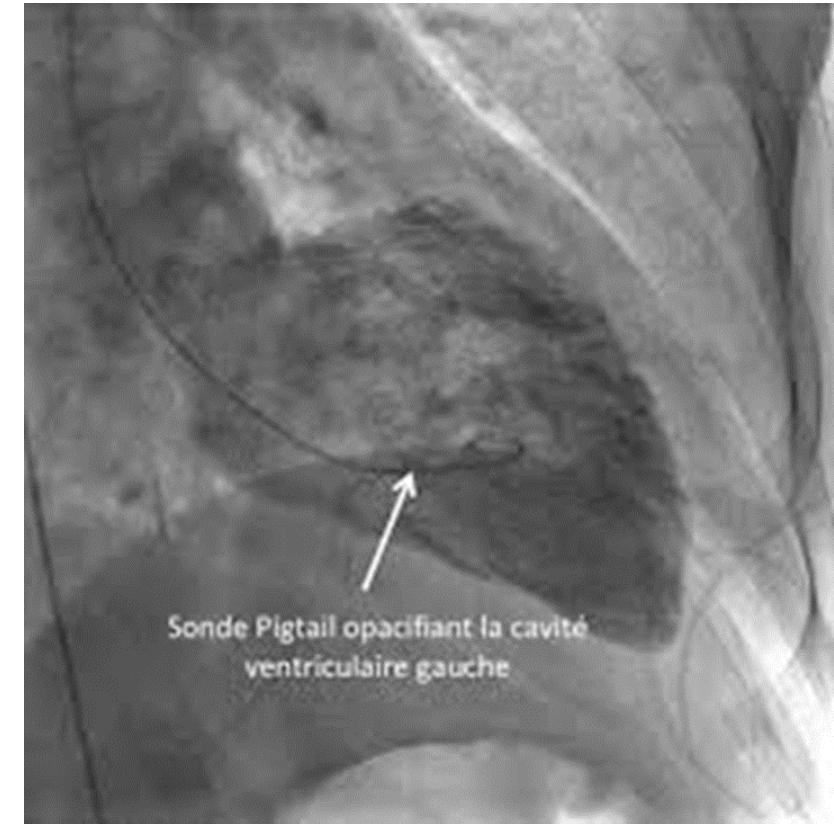
DSt : temps de décroissance

LES MÉTHODES UTILISANT LES IMAGERIES CARDIAQUES

- Méthode radiographique (ventriculographie)
- Méthodes ultrasonores

Méthode radiographique (ventriculographie)

- Cathétérisme cardiaque
- Injection d'un produit de contraste dans les ventricules
- Rendre visible la cavité ventriculaire à la radiographie
- Mesurer la surface
- Déterminer la surface de section transversale :
 - Ventriculographie bi-plan
- → Déterminer le volume ventriculaire :
 - En téldiaastole
 - En télésystole



Méthode radiographique (ventriculographie)

- Volume d'éjection systolique = volume télodiastolique - volume télésystolique
$$VES = VTD - VTS$$
- Valeur moyenne sur plusieurs cycles

$$Q = VES \times FC$$

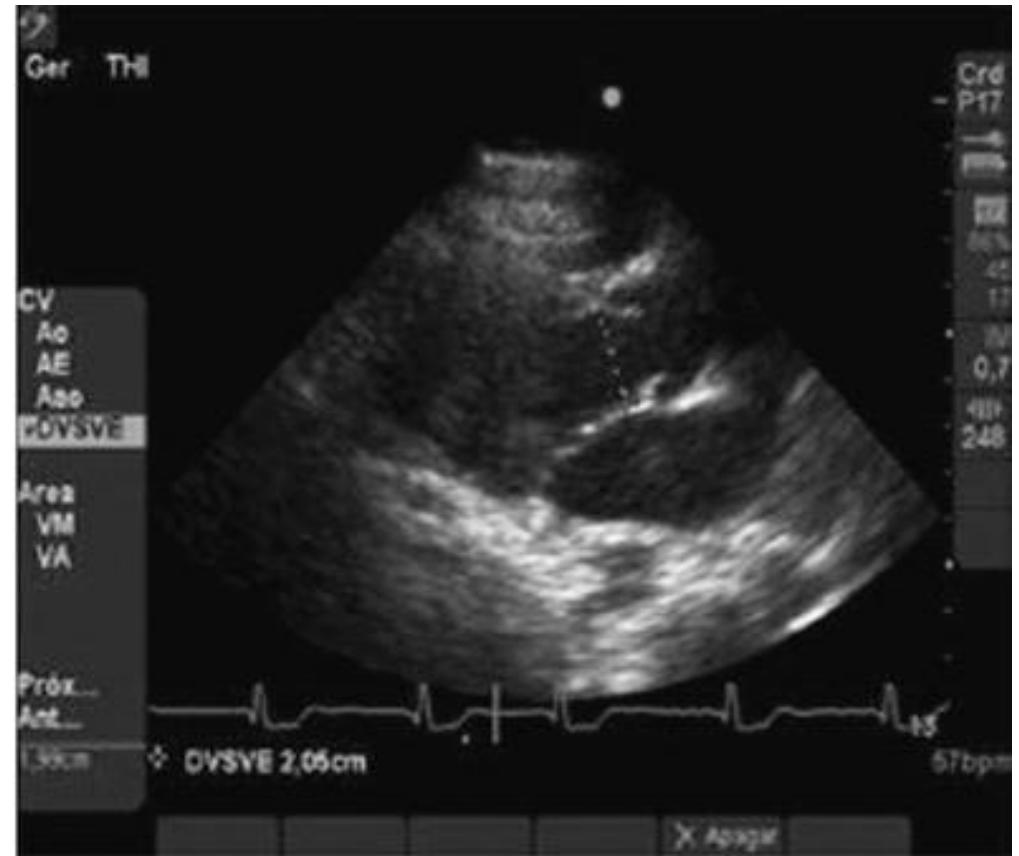


Méthodes ultrasonores

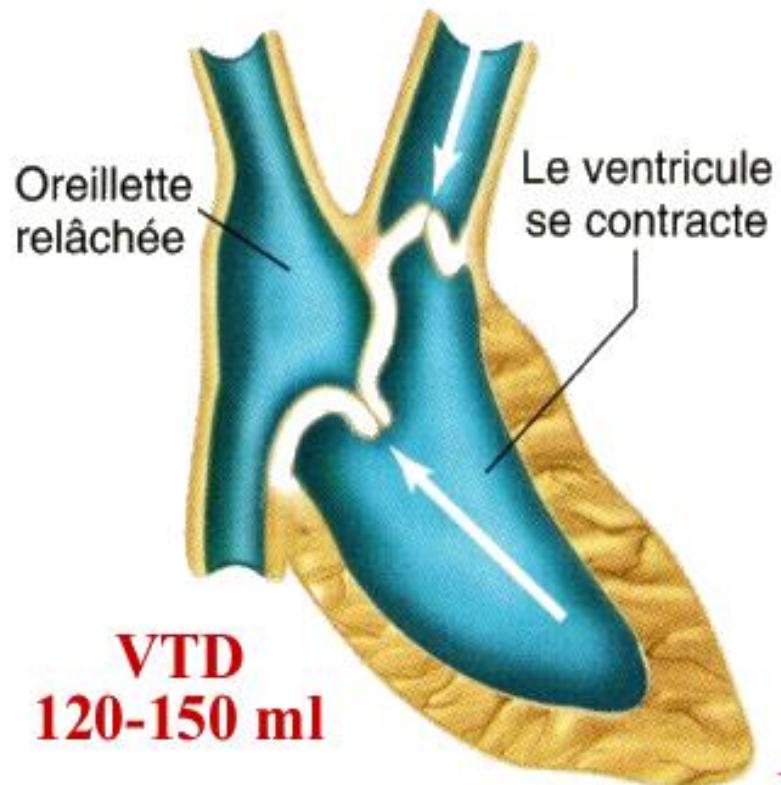
- Par échocardiographie
- Par échographie-doppler

Par échocardiographie

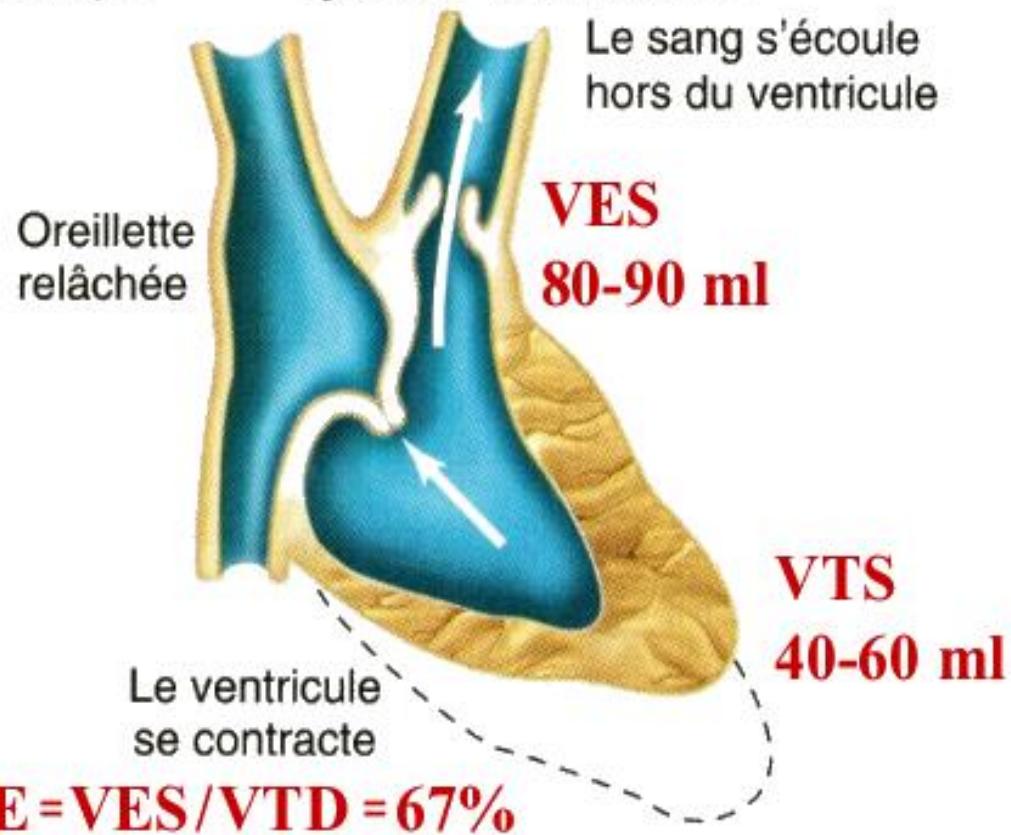
- Modes :
 - M : monodimensionnel
 - 2D : bidimensionnel
- → mesurer le volume ventriculaire :
 - En télédiastole
 - En télésystole
- $VES = VTD - VTS$
- $Q = VES \times FC$



Contraction ventriculaire isovolumétrique

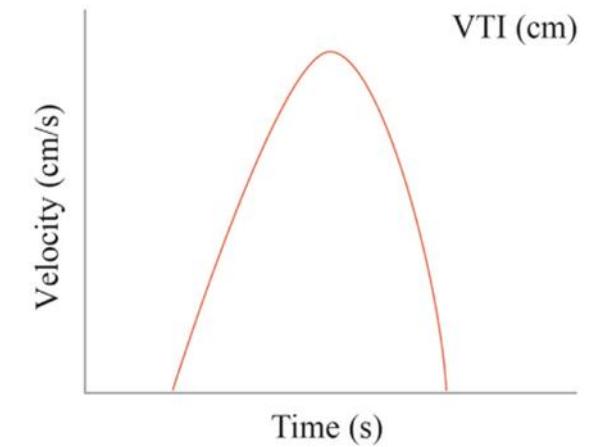
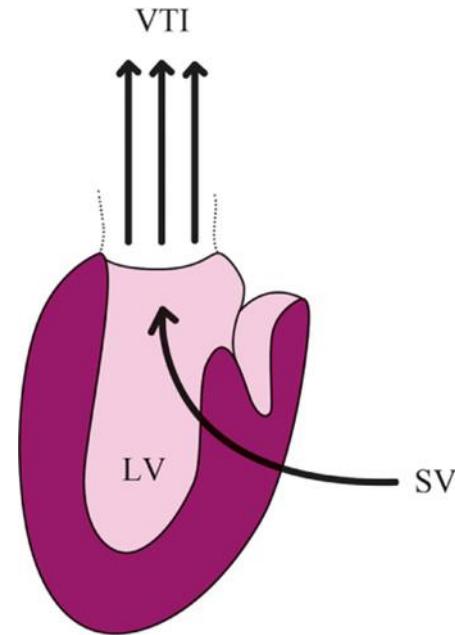
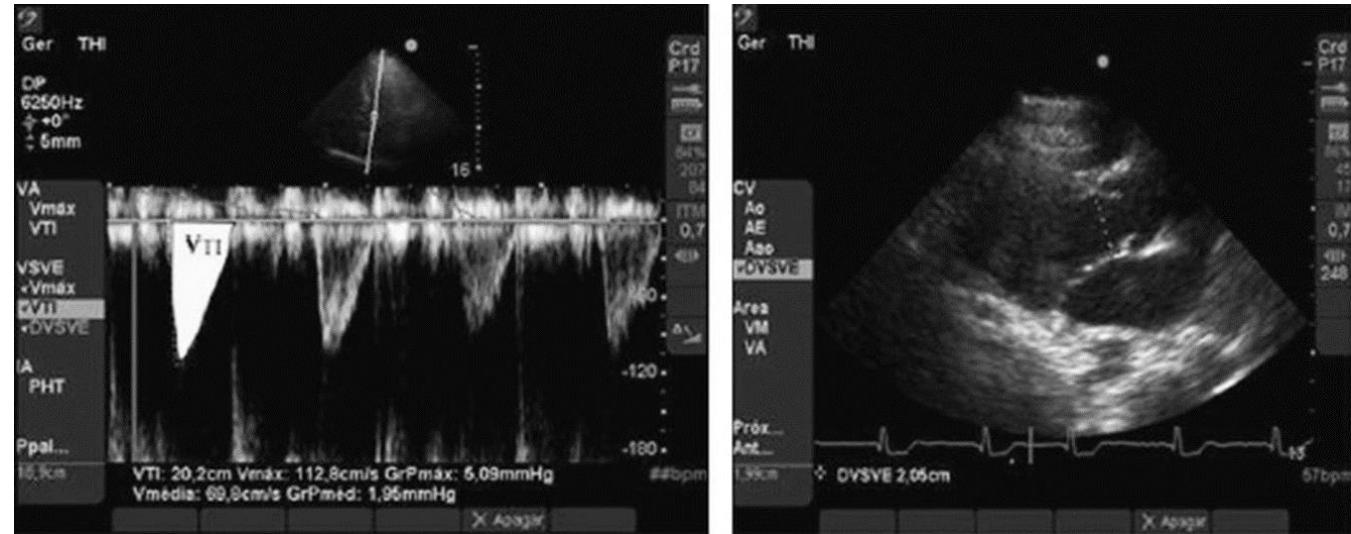


Éjection ventriculaire



Par échographie-doppler

- Mesurer :
 - La surface d'ouverture des valvules
 - La vitesse du flux
- → déterminer Q



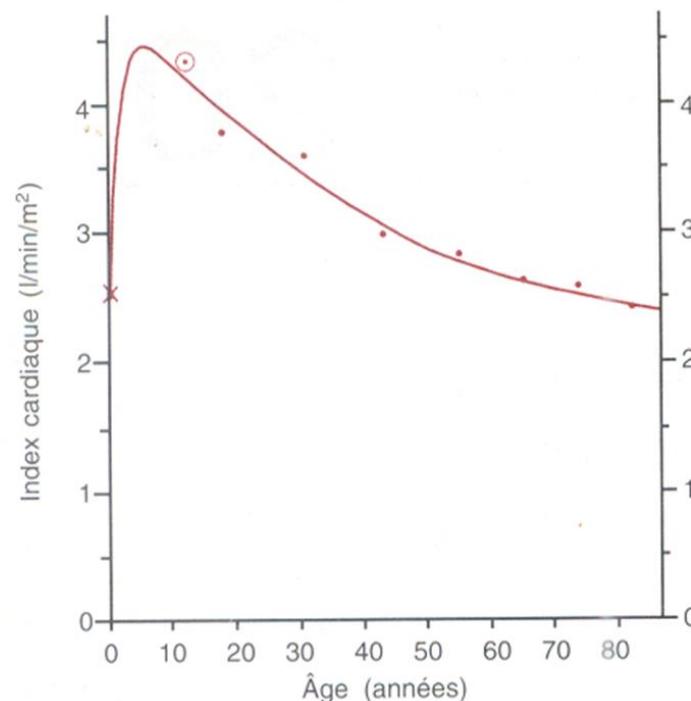
LES VALEURS DU DÉBIT CARDIAQUE

- Valeur à l'état de repos et en décubitus
- Conditions de diminution
- Conditions d'augmentation

Valeur à l'état de repos et en décubitus

État de base :

- FC = 70 cycles /min VES : 75 ml \rightarrow $Q = 5 - 5.5 \text{ l/min}$
- Surface corporelle moyenne = 1.75 m² \rightarrow Index cardiaque : 3 l/min / m²
- Pas de différence selon le genre
- Variation en fonction de l'âge





Conditions de diminution du débit cardiaque

Lors du passage en position debout : orthostatisme

- ↘ immédiate et +++ : 10-30%
- Cause :
 - Accumulation du sang dans les membres inférieurs par la pesanteur
 - → ↘ retour veineux
- Mécanismes régulateurs →
 - ↑ Q
 - Mais, toujours < Q en position couchée (clinostatisme)

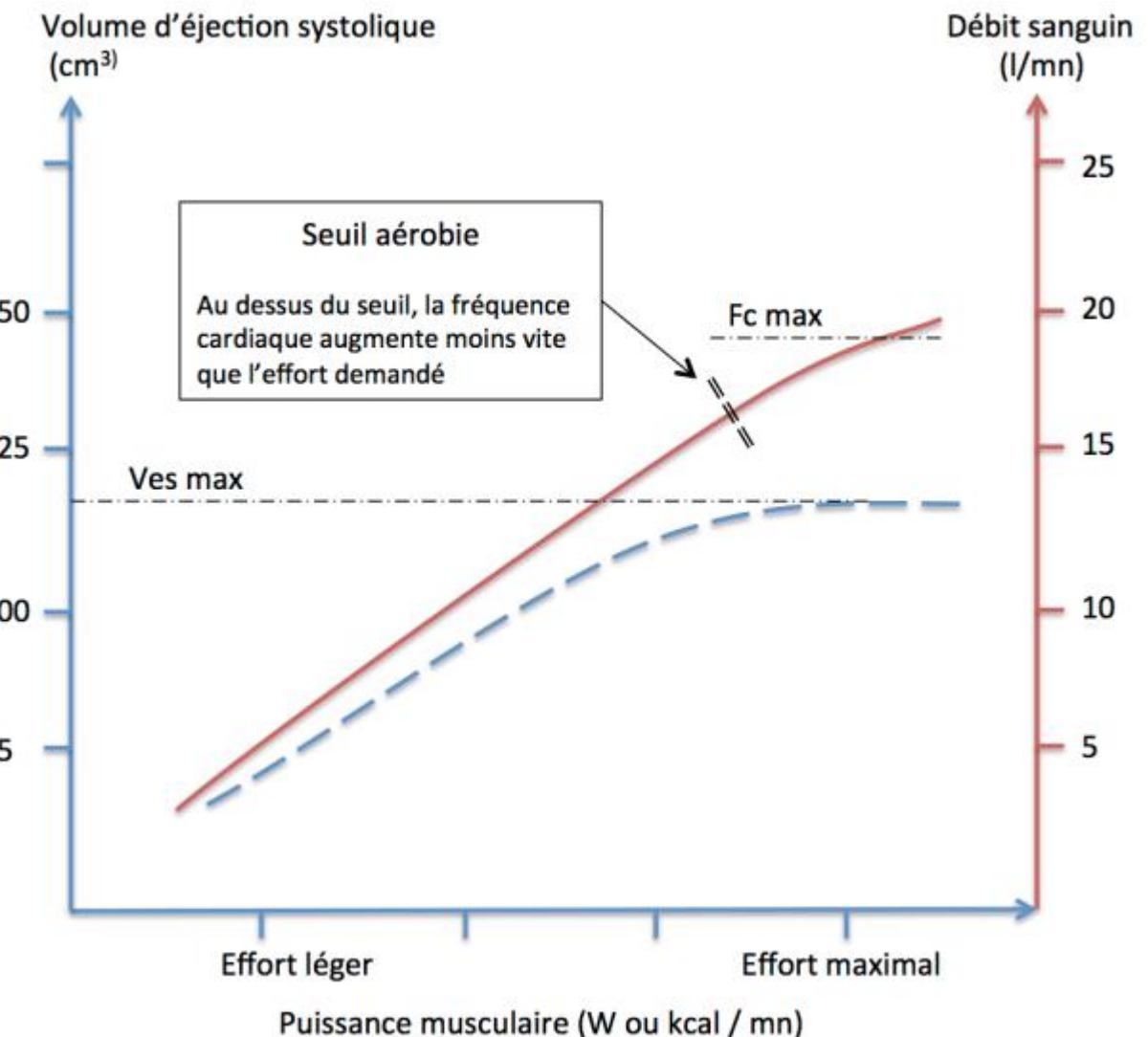
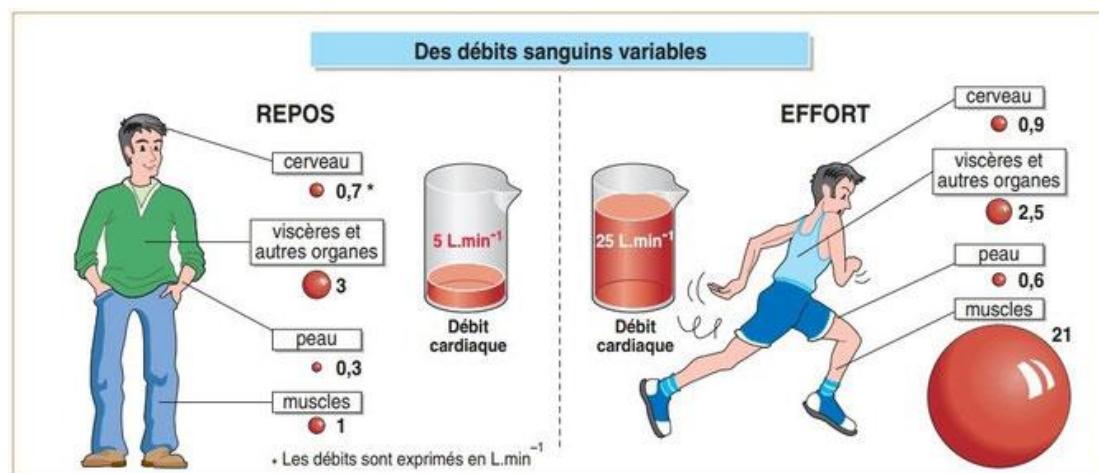
Conditions d'augmentation

- Exercice musculaire
- Thermorégulation
- Prise alimentaire
- Emotions
- Cycle menstruel et grossesse.

Exercice musculaire

Au maximum de l'effort :

- $Q \rightarrow \times 6$
- $FC \times 3$
- $VES \nearrow$



Thermorégulation

- Au froid :
 - $Q \uparrow$ modérément : 15-20%
 - Frissons
- Chaleur :
 - $Q \times 2$
 - Sudation
 - Modification de la distribution sanguine

Prise alimentaire

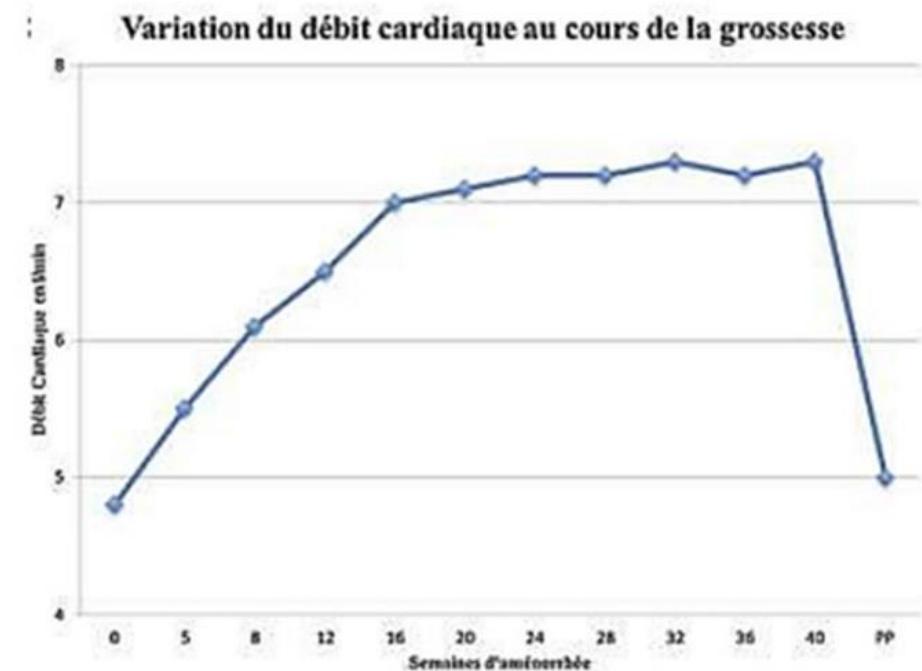
- Digestion → Q ↗
 - de 25-30%
 - Persiste 3h après la prise alimentaire

Emotions

- Stimulation sympathique
 - $Q \uparrow$ de 50% pendant une courte durée
- Stimulation vagale : parfois :
 - $Q \downarrow$
 - Parfois : syncope vagale : $Q = 0$: arrêt cardiaque

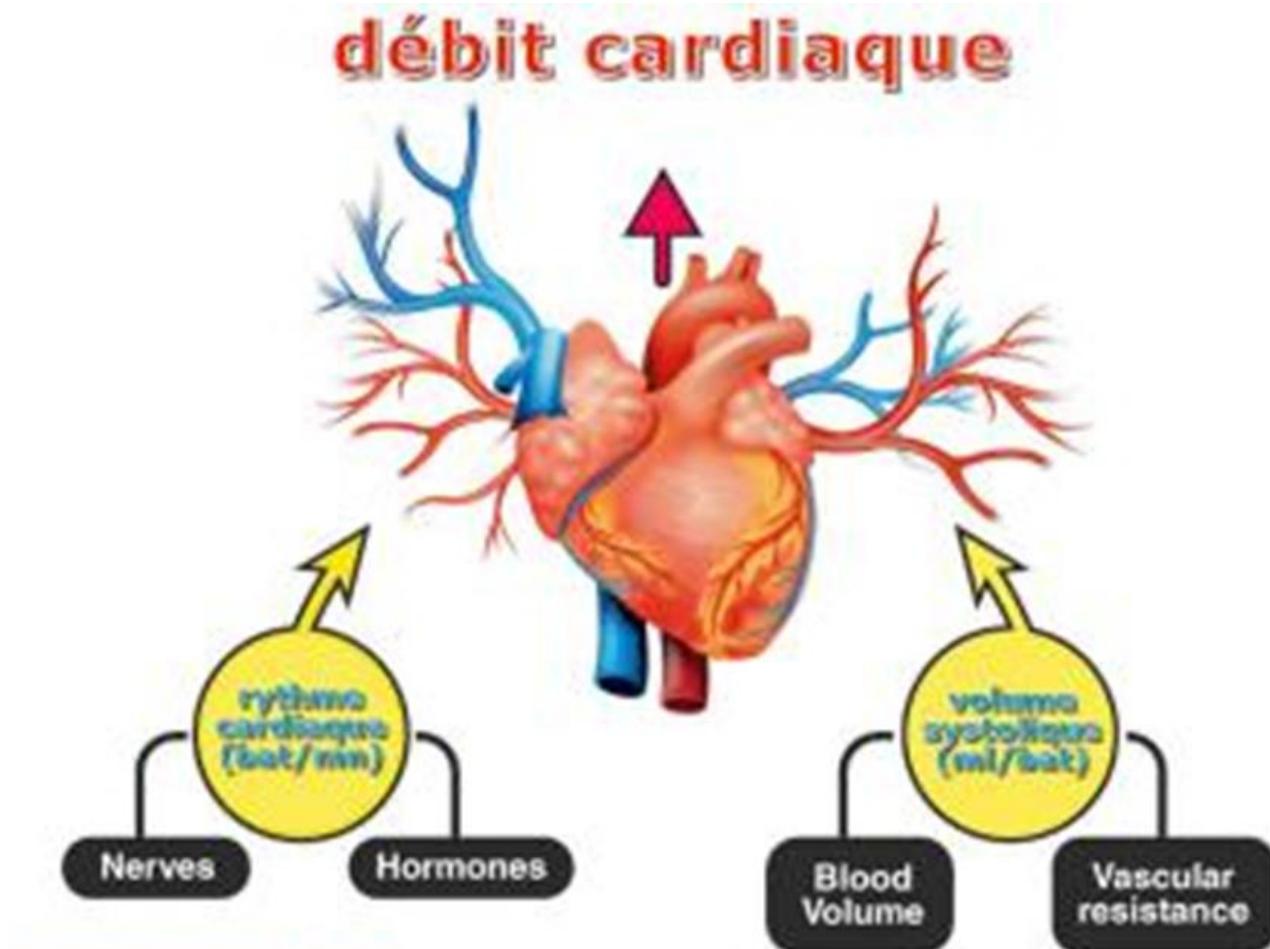
Cycle menstruel et grossesse

- Cycle menstruel
 - Q ne varie pas
- Grossesse :
 - $Q \nearrow$ à partir de 12^e SA
 - \nearrow du métabolisme
 - \nearrow de la masse sanguine : circulation placentaire
 - Max d' \nearrow : de 30-40% à 30 SA
 - Puis Q tend à \searrow surtout en position debout par compression de la veine cave inférieure



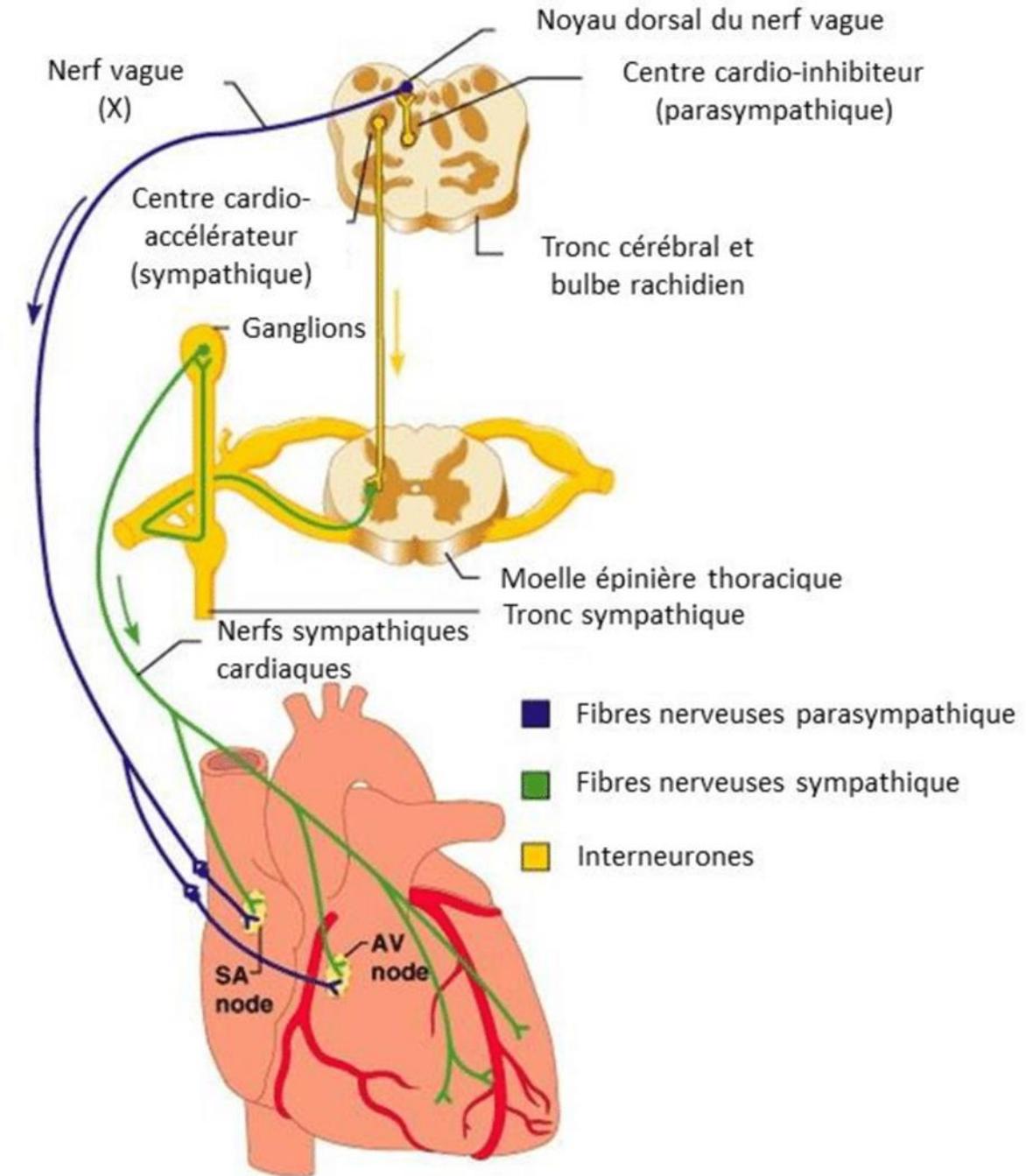
Régulation du débit cardiaque

$$\bullet Q = VES \times FC$$

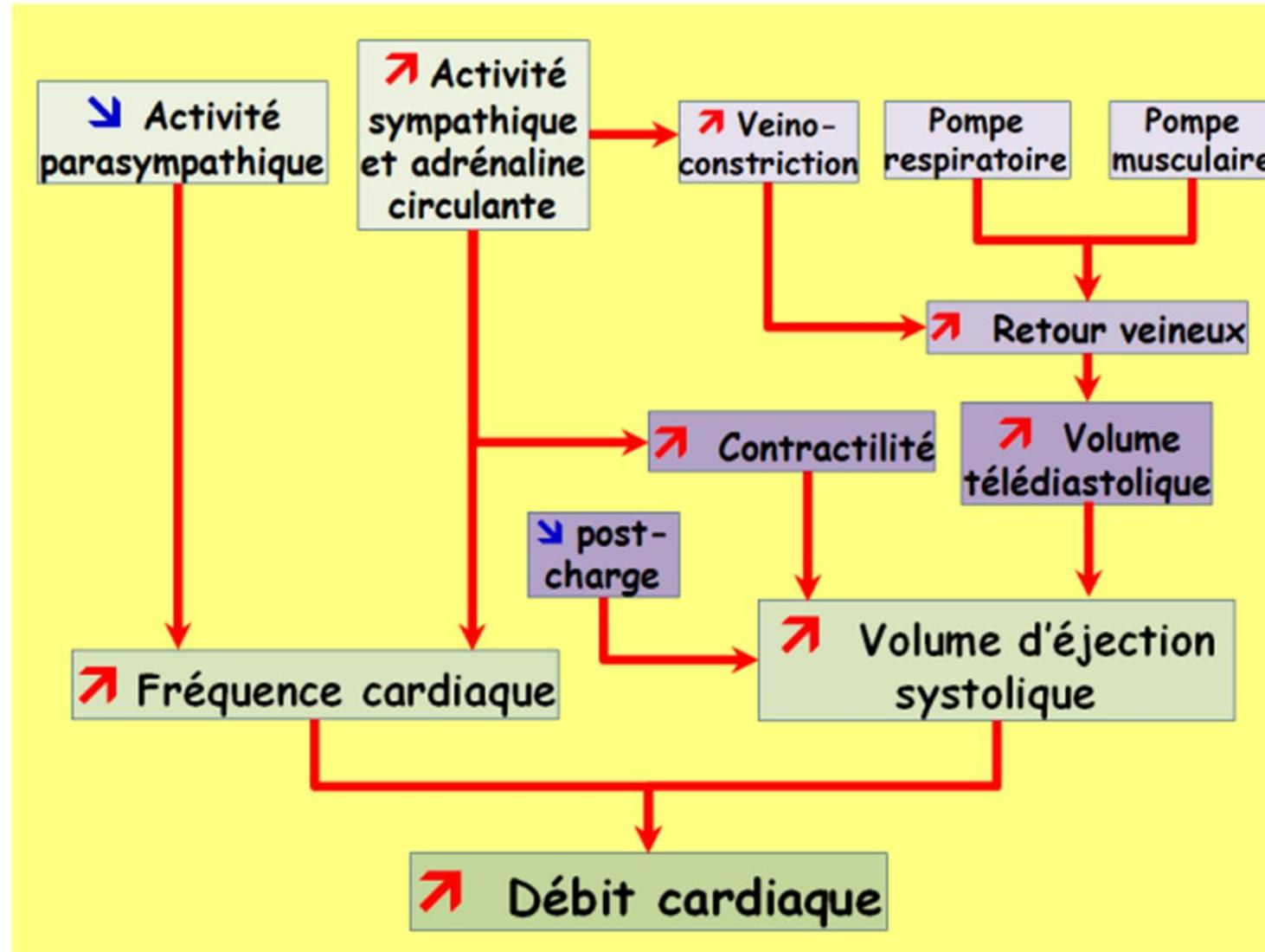


L'INNERVATION CARDIAQUE

- parasympathique
- sympathique



Régulation du débit cardiaque



Loi du cœur : loi de Starling

Si retour veineux ↗



Précharge ↗



Etirement des fibres myocardiques ↗



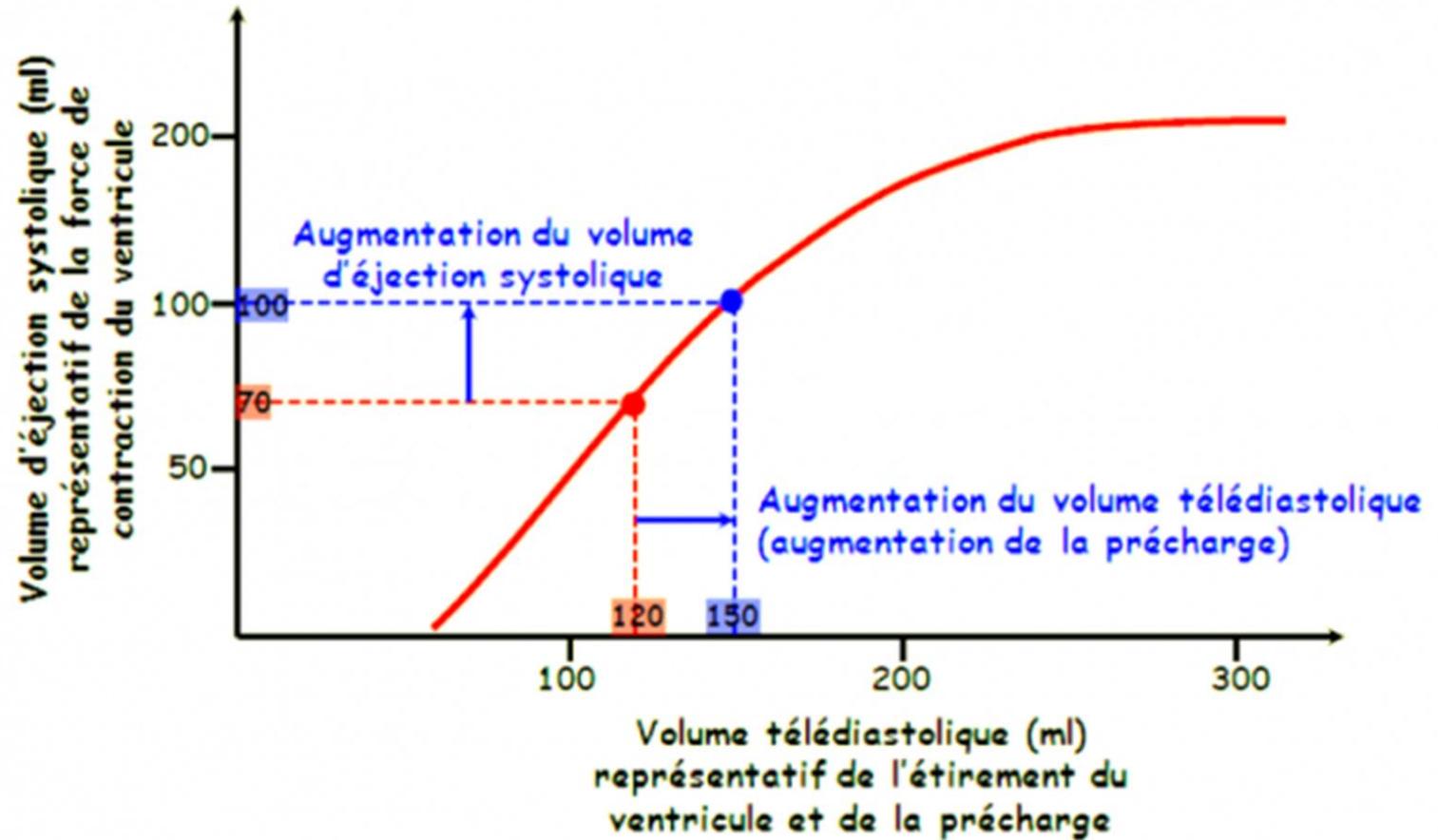
Puissance contractile ↗



Volume d'éjection systolique ↗



Postcharge ↗



Régulation du débit cardiaque

Si retour veineux ↗



Précharge ↗



Etirement des fibres myocardiques ↗



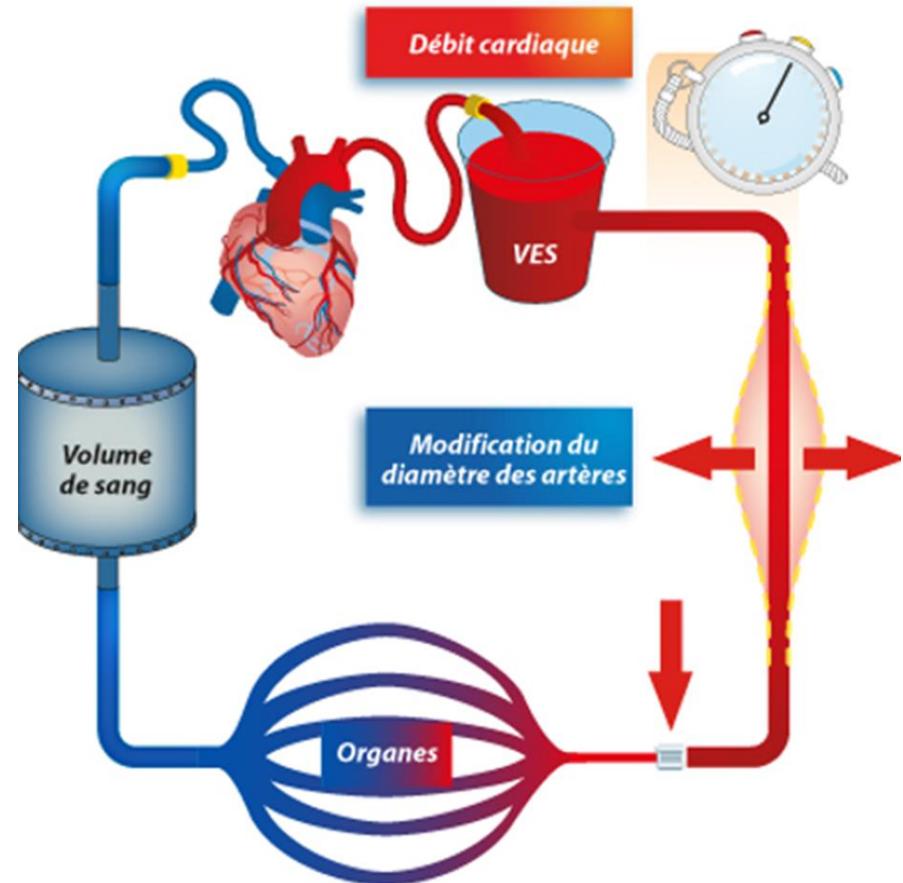
Puissance contractile ↗



Volume d'éjection systolique ↗



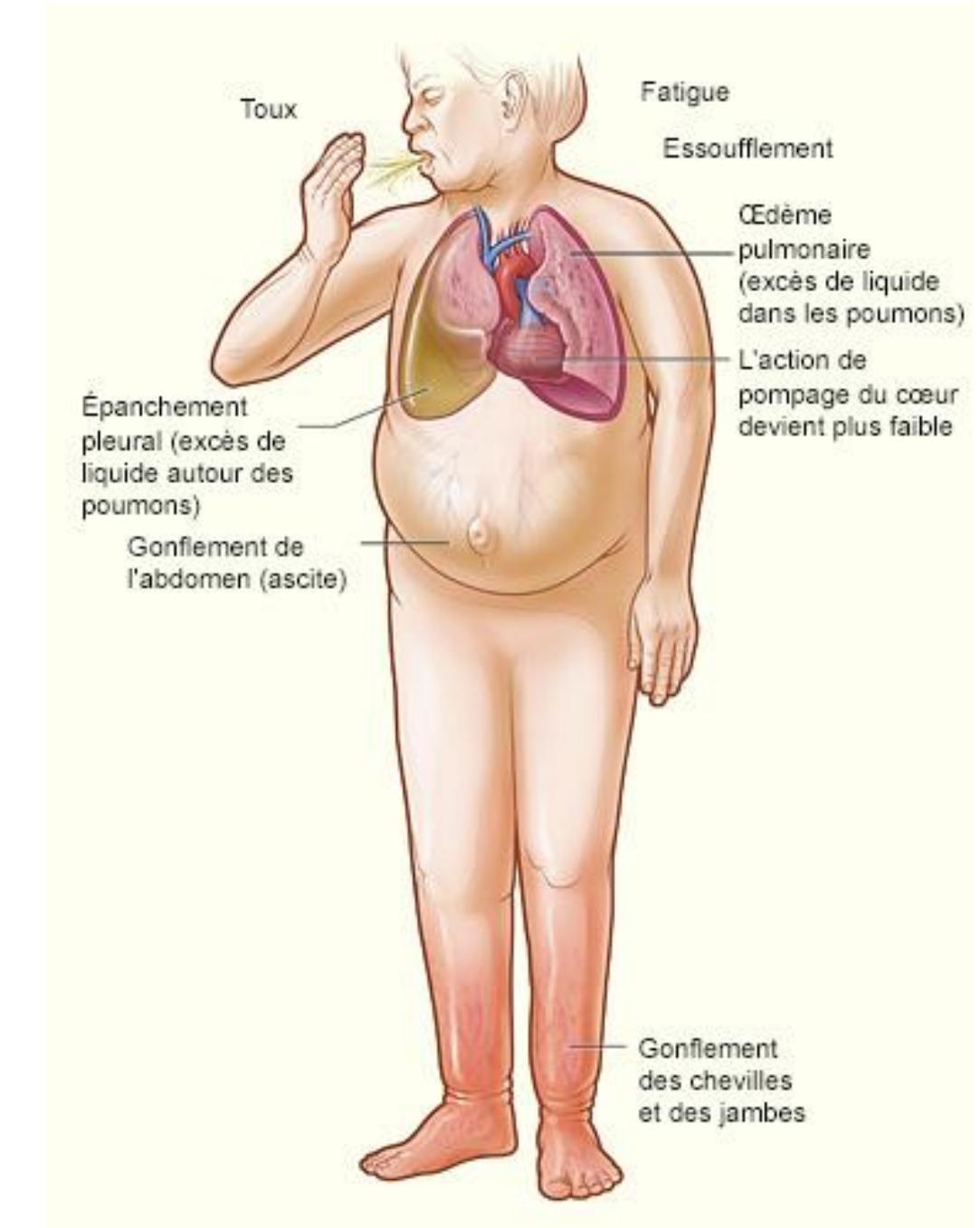
Postcharge ↗



Vignette clinique :

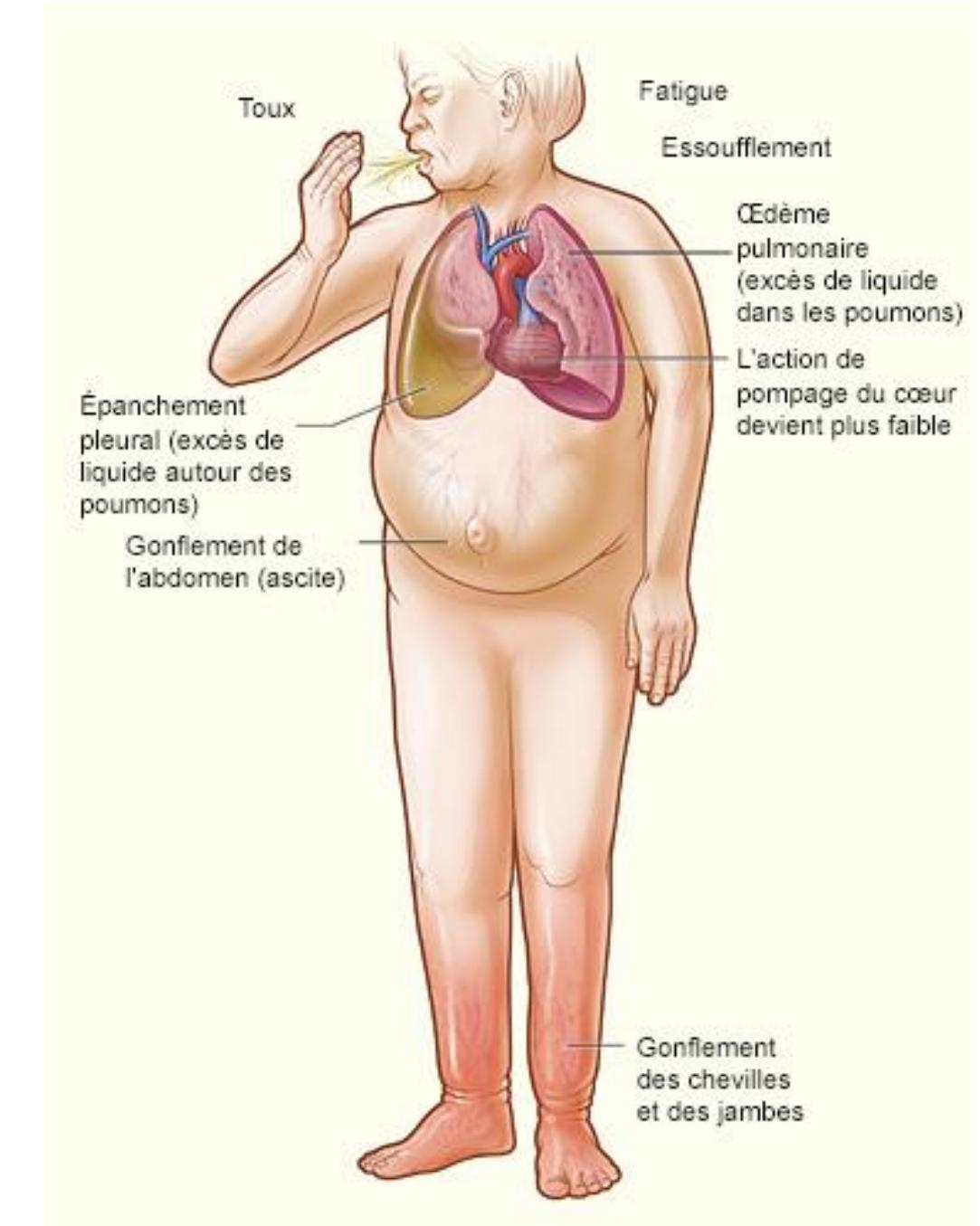
- Mr Ali, âgé de 75 ans suivi pour cardiopathie depuis 10 ans, avec mauvaise observance du traitement
- Il se plaint d'une tachycardie, une fatigue avec essoufflement au moindre effort, une toux avec expectorations mousseuses et un œdème global prédominant au niveau des membres inférieurs
- Diagnostic clinique :

Insuffisance cardiaque globale



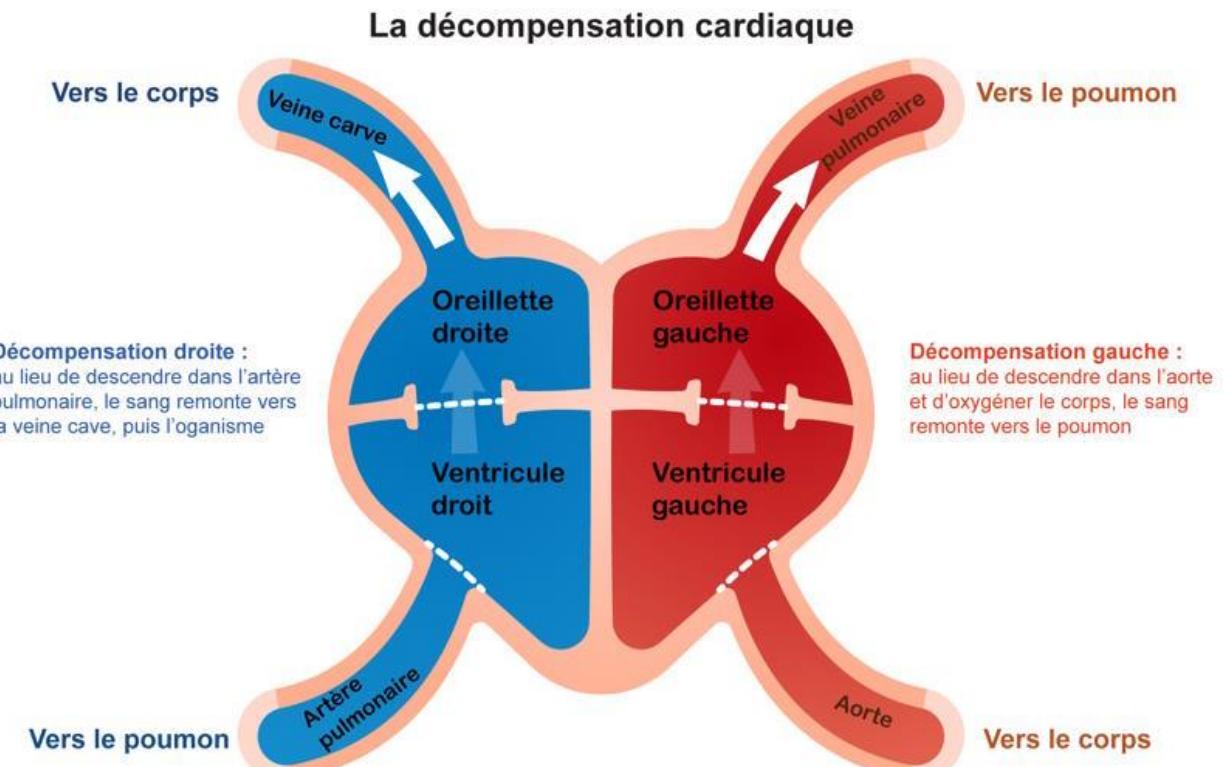
L'insuffisance cardiaque

- **Définition :**
 - le cœur est incapable d'assurer un débit sanguin suffisant pour satisfaire les besoins de l'organisme.
- **Types :**
 - Droite / Gauche / Globale
 - Systolique / Diastolique



Insuffisance cardiaque

- **Droite :**
 - incapacité du ventricule droit à envoyer le sang vers les poumons.
- **Gauche:**
 - incapacité du ventricule gauche à éjecter le sang vers les autres organes.
- **Globale :**
 - droite + gauche



Insuffisance cardiaque droite

Dysfonctionnement du VD



↓ VES (dans l'Artère pulmonaire)



↑ Pression dans OD et Veines caves



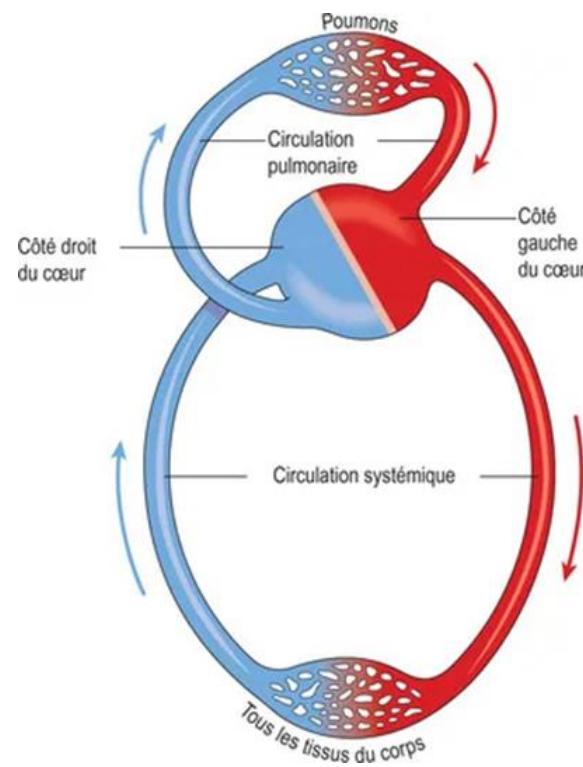
Stase veineuse systémique



Œdème des membres inférieurs

Turgescence des veines jugulaires

Hépatomégalie, ascite, Prise de poids



Insuffisance cardiaque gauche

Dysfonctionnement du VG



↓ VES (dans l'aorte)



↑ Pression dans OG et Veines pulmonaires

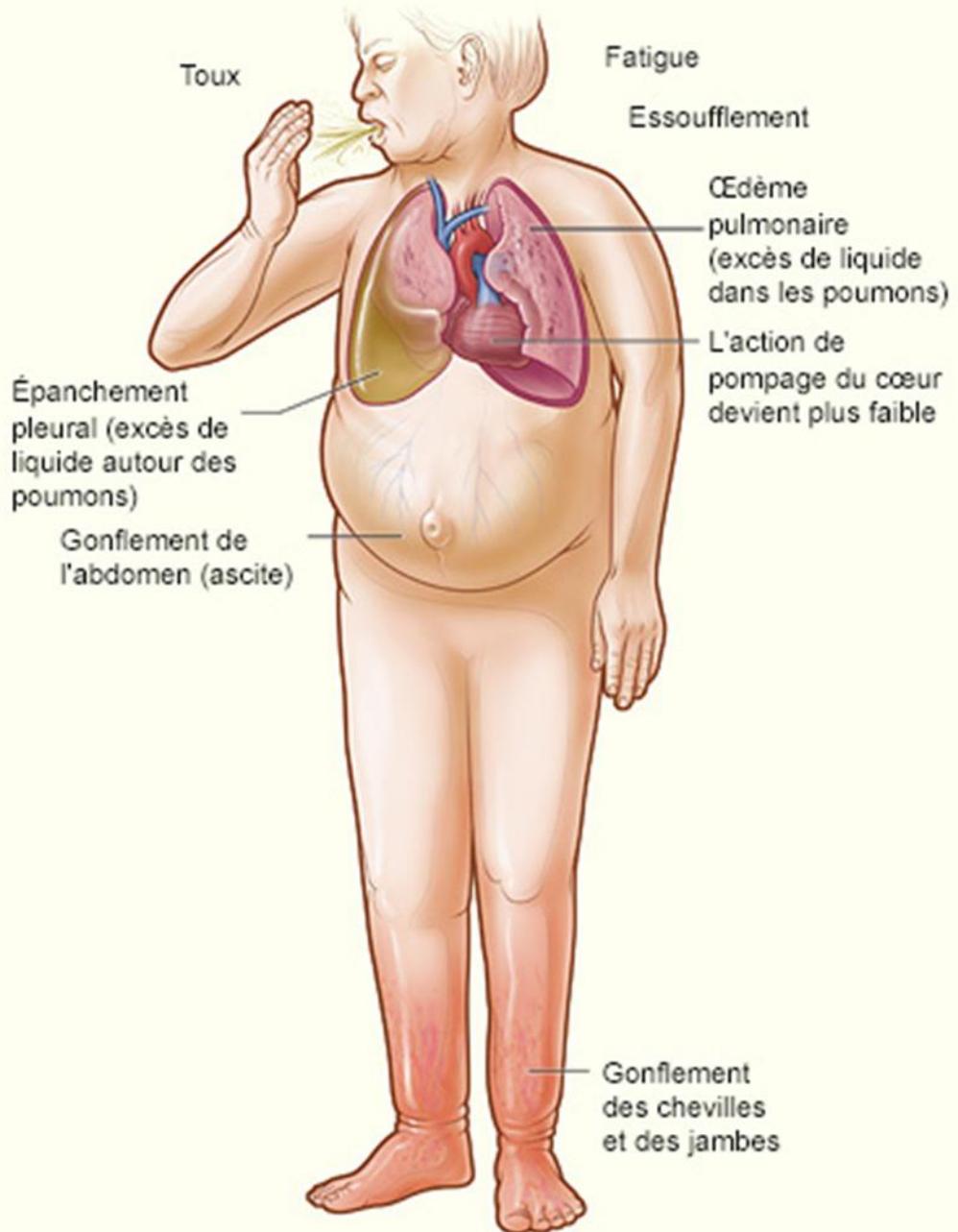


Congestion pulmonaire



Œdème aigu du poumon (OAP)

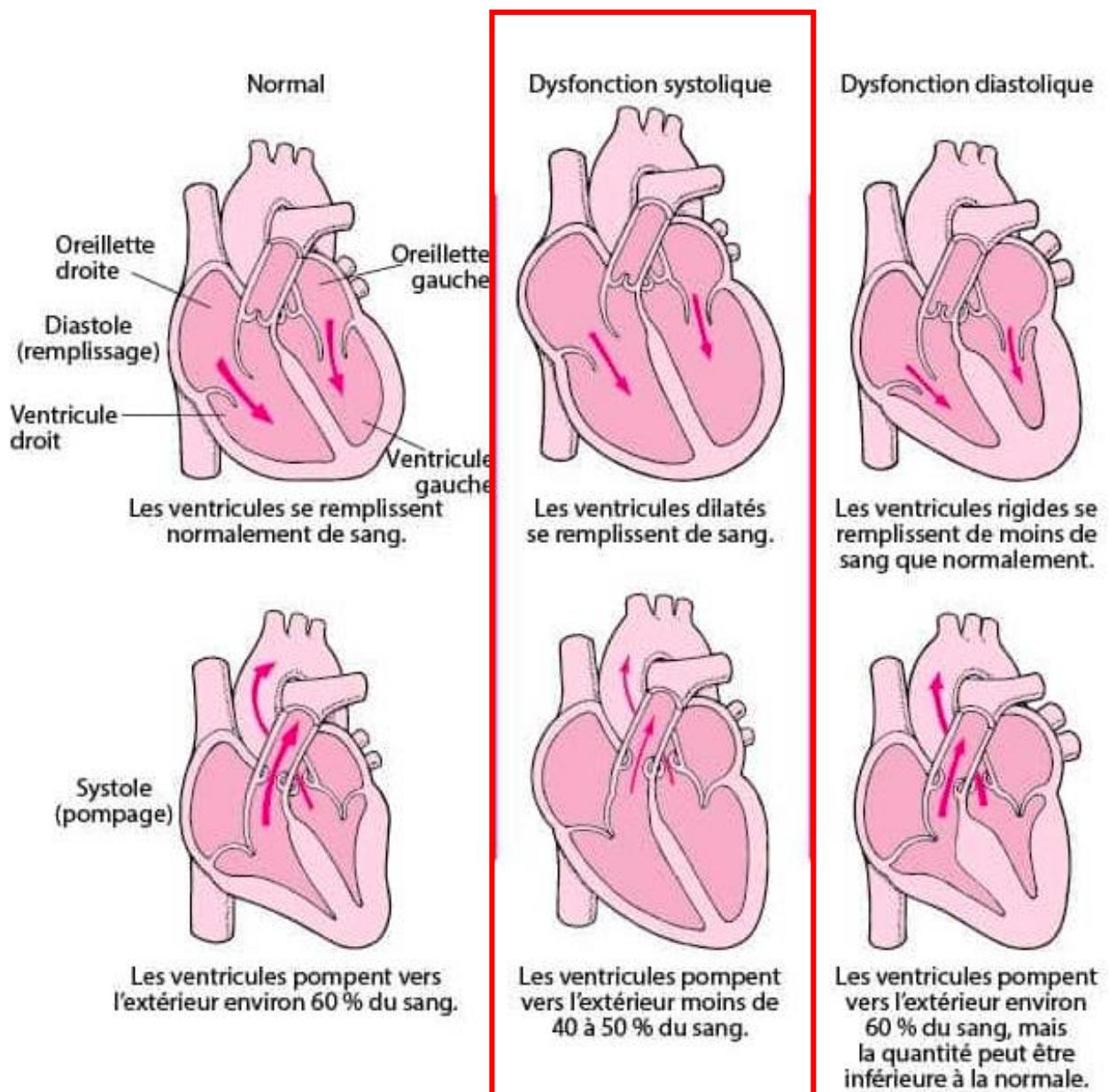
Insuffisance cardiaque Gauche	Insuffisance cardiaque Droite
<ul style="list-style-type: none"> • Dyspnée • Crépitants pulmonaires • Tachycardie • Asthénie 	<ul style="list-style-type: none"> • Œdèmes des membres inférieurs • Prise de poids • Reflux hépato-jugulaire • Turgescence jugulaire • Asthénie



Insuffisance cardiaque

Dysfonction systolique (pompe) :

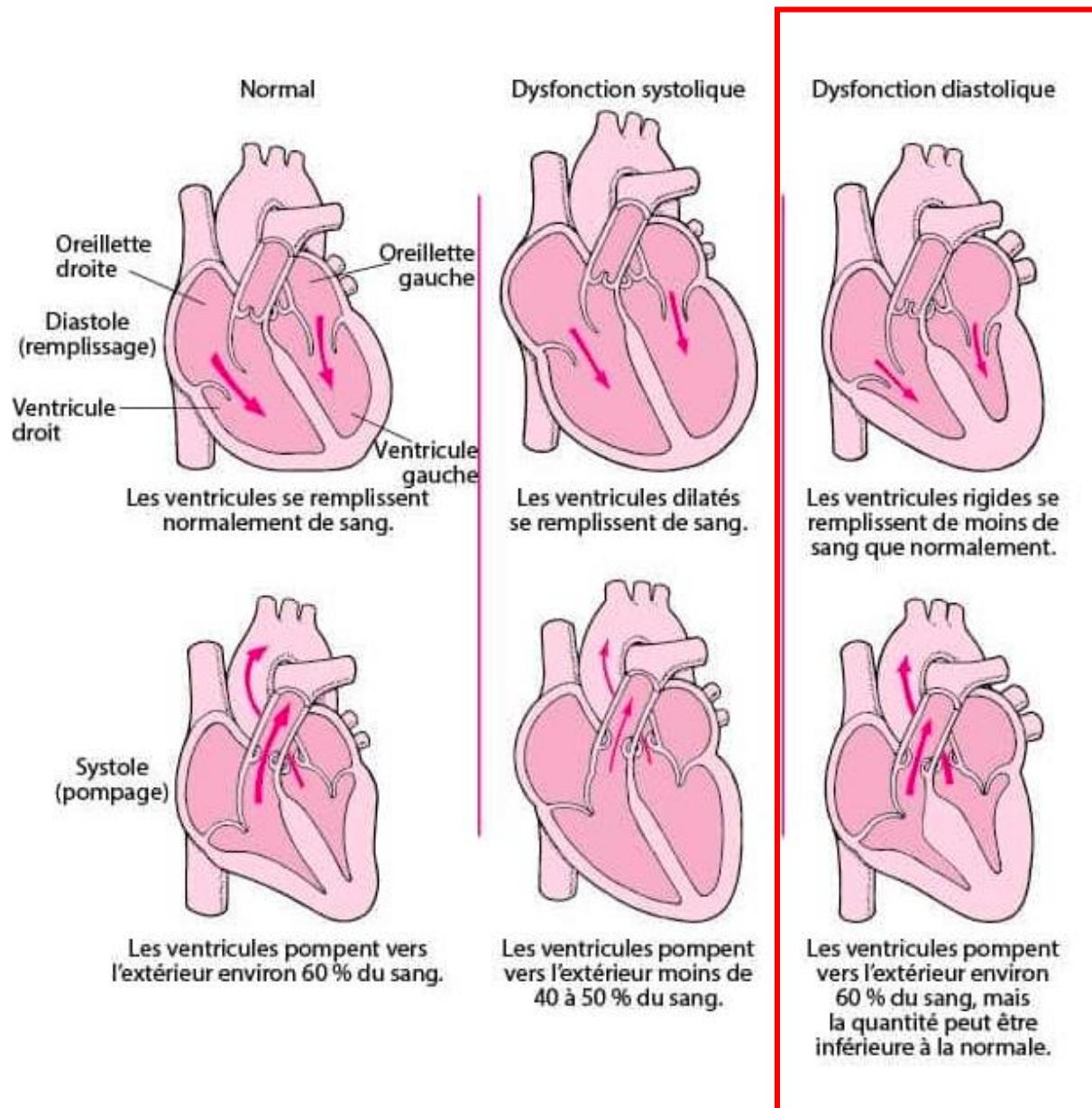
- Le ventricule gauche n'arrive pas à se contracter efficacement.
- Causes :
 - Infarctus du myocarde (ischémie directe),
 - cardiomyopathies,
 - maladie coronarienne,
 - arythmies.
- Conséquence :
 - Diminution du volume d'éjection systolique (débit sanguin éjecté).



Insuffisance cardiaque

Dysfonction diastolique (remplissage) :

- Le ventricule gauche devient rigide et ne se remplit pas correctement pendant la diastole.
- Causes :
 - Hypertension artérielle chronique,
 - hypertrophie ventriculaire gauche pathologique,
 - cardiomyopathies restrictives.
- Conséquence :
 - Augmentation de la pression de remplissage ventriculaire gauche.



Merci

débit cardiaque

