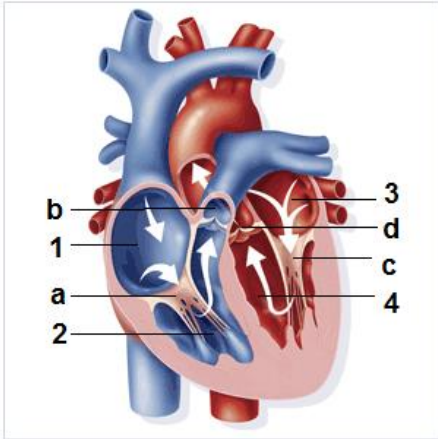


I- Généralités



Cavités cardiaques :

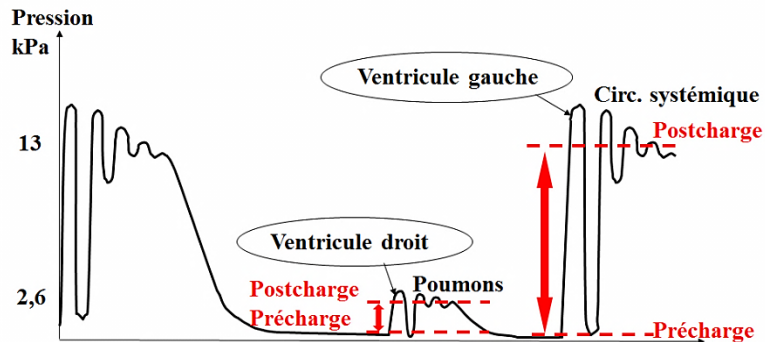
- 1- Atrium/oreillette D
- 2- Ventricule D
- 3- Atrium/oreillette G
- 4- Ventricule G

Valves (unidirectionnelles !)

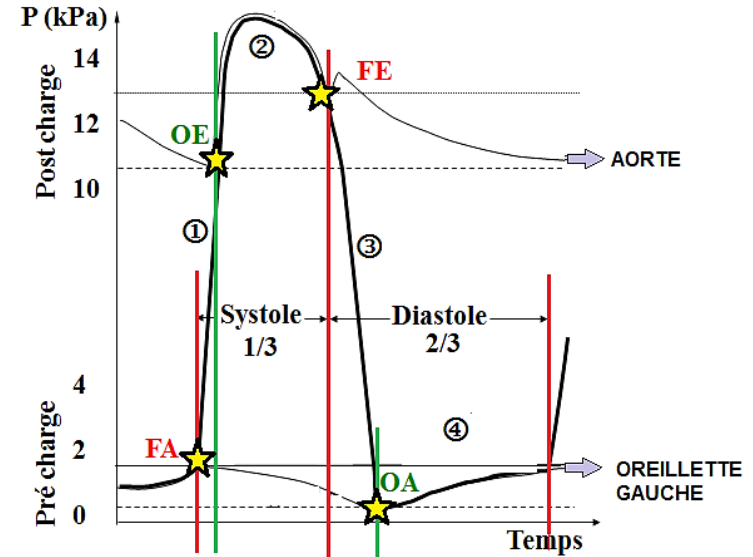
- a- TricuspiDe (à Droite)
- b- Sigmoïde pulmonaire
- c- Mitrale (à Gauche)
- d- Sigmoïde aortique

Le cœur est constitué de deux pompes en série (les ventricules) qui permettent de compenser la diminution de pression (perte de charge) entre le secteur veineux (précharge) et le secteur artériel (postcharge).

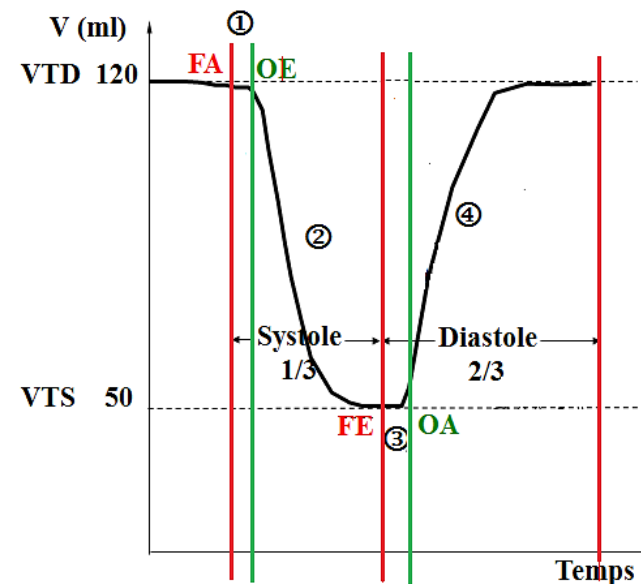
- La précharge vaut **1kPa** à l'arrivée dans les ventricules (quel qu'il soit)
- La postcharge varie en fonction du ventricule :
 - ⇒ Postcharge systémique = **13 kPa** au niveau de **l'aorte** dans laquelle le ventricule gauche expulse le sang **oxygéné**
 - ⇒ Postcharge pulmonaire = **2,6 kPa** au niveau des **artères pulmonaires** dans lesquelles le ventricule D expulse le sang **désoxygéné**







➤ Courbes pression-temps



➤ Courbes volume-temps :



Cycle cardiaque du ventricule Gauche :

SYSTOLE (1/3)	❶ CONTRACTION ISOVOLUMETRIQUE	<ul style="list-style-type: none"> ➔ après fermeture de la valve d'admission (FA)= « TOUM » ➔ volume constant ➔ augmentation de la pression 
	❷ EJECTION	<ul style="list-style-type: none"> ➔ après ouverture de la valve d'éjection (OE), à partir du moment où la pression ventriculaire > pression aortique 
DIASTOLE (2/3)	❸ RELAXATION ISOVOLUMETRIQUE	<ul style="list-style-type: none"> ➔ après fermeture de la valve d'éjection (FE) = « TA » ➔ volume constante ➔ diminution de la pression 
	❹ REMPLISSAGE	<ul style="list-style-type: none"> ➔ après ouverture de la valve d'admission (OA) à partir du moment où la pression atriale > pression ventriculaire 

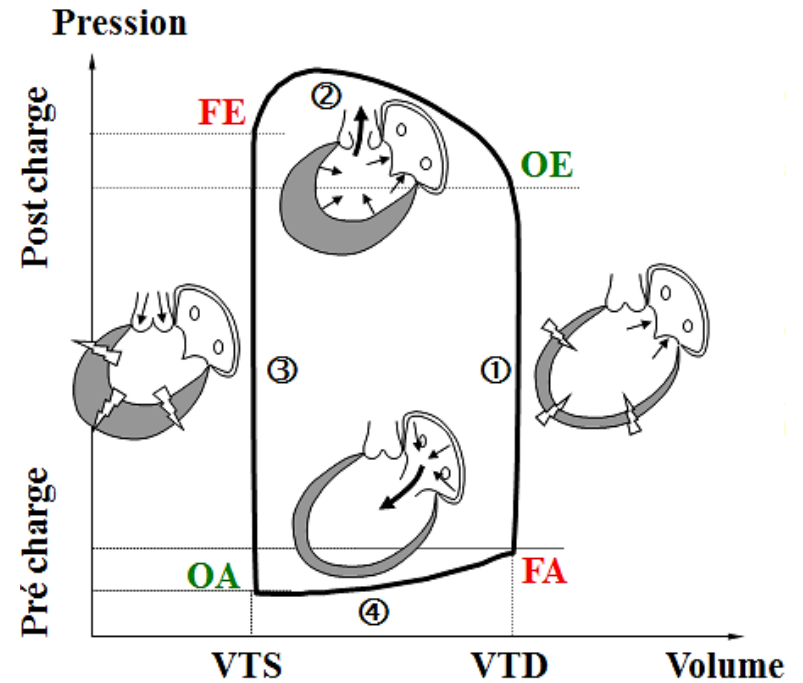
VTD = Volume Télédiastolique = 120 mL

⇒ volume **maximal**, présent dans le ventricule à la fin du remplissage

VTS = Volume Télésystolique = 50 mL

⇒ volume **minimum** présent dans le ventricule à la fin de l'éjection

➤ Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche (+++):



➤ Travail cardiaque

Travail mécanique : $W_M = P \times V$ (c'est la surface grisée de la courbe P-V)

Travail de mise en tension du muscle cardiaque : W_T

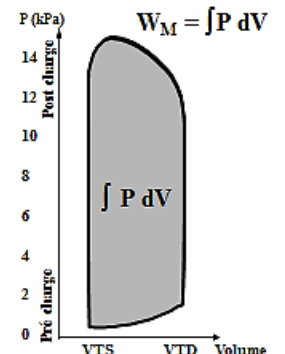
Travail total : $W = W_M + W_T$

Le **rendement cardiaque** est donné par : $\frac{W_M}{W_M+W_T} = 5\%$

Rq : la loi de Laplace donne la charge T (tension pariétale) contre laquelle les ζ du myocarde doivent se contracter :

$$T = \frac{k P r}{h}$$

P = pression
r = rayon
h = épaisseur



II- Méthode d'étude de l'hémodynamique cardiaque

➤ L'AUSCULTATION

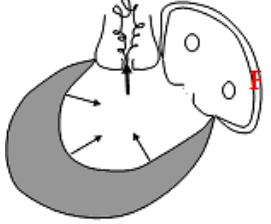
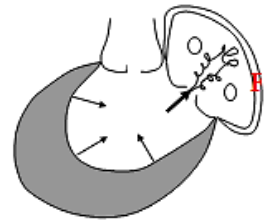
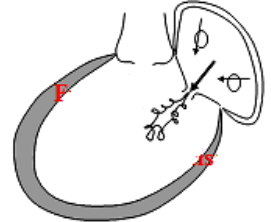
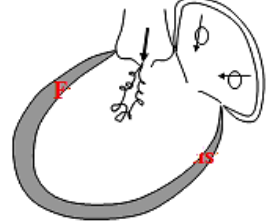
En physiologie : les bruits normaux du ♥ correspondent aux **FERMETURES** des valves :

- **d'admission** (tricuspide ou mitrale) = **TOUM** (premier bruit)
- **d'éjection** (pulmonaire ou aortique) = **TA** (deuxième bruit)

On obtient la séquence suivante :

TOUM – systole (petit silence) – TA – Diastole (grand silence)

En pathologie : on peut entendre des **souffles cardiaques** qui correspondent à un **écoulement turbulent** (donc anormal) de sang au niveau des valves.

	RETRECISSEMENT	FUITE
SYSTOLE (TOUM-TA)		
DIASTOLE (TA-TOUM)		

➤ MESURE DES PRESSIONS INTRA-CARDIAQUES

Par **cathétérisme** et montée de sondes manométriques

➤ MESURE DES VOLUMES

L'échographie, l'IRM (en séquences dynamiques) et le cathétérisme (avec injection d'un produit de contraste puis clichés RX dynamiques) permettent d'estimer :

- le volume d'éjection systolique : **VES = VTD - VTS**
- le débit : **D = VES x fréquence cardiaque**
- la fraction d'éjection : **FE = VES/VTD**
 ⇒ la FE normale pour le VG est **≥ 60%**



Ces volumes dépendent de la **méthode** utilisée, de la **surface corporelle** et du **sexe**.

En **médecine nucléaire**, on marque les globules rouges avec un produit radioactif. La radioactivité mesurée dans la région d'intérêt en fonction du temps sera proportionnelle à son volume.

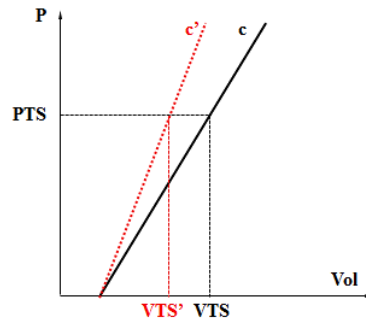
III- Déterminants de la performance ventricul^R

Performance ventriculaire = capacité à assurer un **débit** circulatoire et des conditions de **pression** suffisantes pour répondre aux besoins de l'organisme avec un **rendement maximum**.

Ces performances dépendent de 5 paramètres (+++):

- 1- **Contractilité** myocardique
 - 2- **Compliance** myocardique
 - 3- **Pré-charge** ventriculaire
 - 4- **Post-charge** ventriculaire
 - 5- **Fréquence** cardiaque
- } font varier le VES

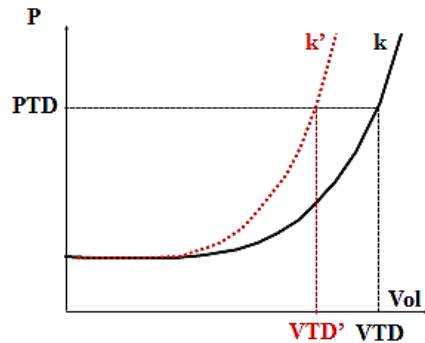
CONTRACTILITE



Elle définit le point **FE** en fin de **systole** sur la courbe pression-volume.

Lorsque la **contractilité augmente** (courbe en rouge), le **VTS diminue donc le VES augmente** (car $VES = VTD - VTS$).

COMPLIANCE



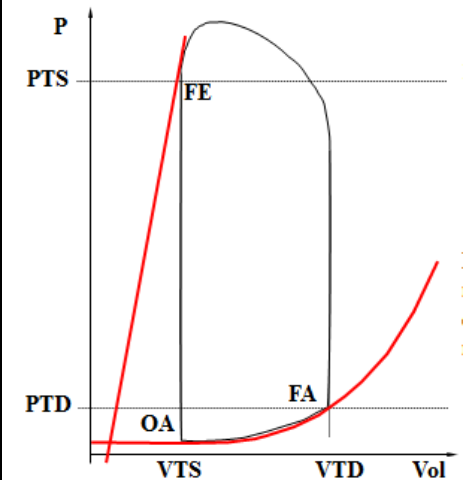
Elle définit la façon dont le ventricule se laisse **distendre passivement** (par simple entrée de sang) en **diastole**.

La courbe est donnée par :

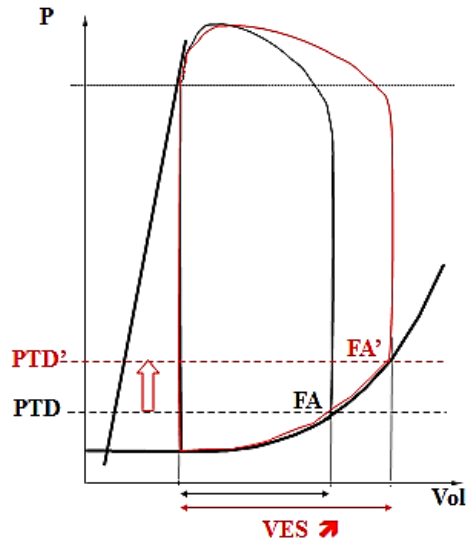
$$P(v) = a \cdot e^{k \cdot v} + b, \text{ avec } k = \text{élastance} = \frac{1}{\text{compliance}}$$

ATTENTION : lorsque la compliance diminue, k augmente donc la courbe obtenue est celle en rouge (ne pas se tromper dans le sens de variation de la courbe ! QCM +++)

Lorsque la compliance diminue (courbe en rouge), le **VTD diminue donc VES également**.



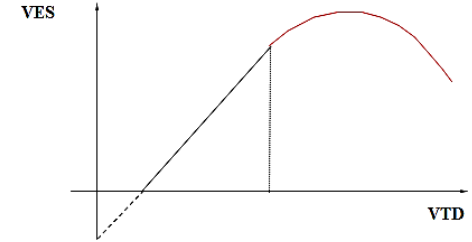
PRE-CHARGE VENTRICULAIRE



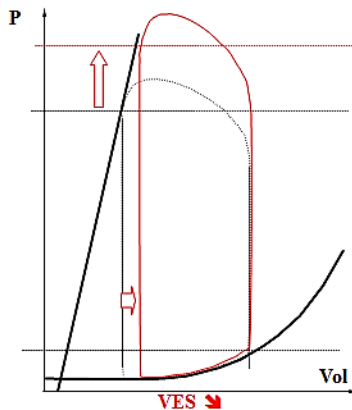
Une **augmentation de la pré-charge ventriculaire** se traduit par une augmentation du PDT (courbe en rouge). Ainsi, la fermeture de la valve d'admission se fait plus tardivement (tout en restant sur la courbe k) et permet une **augmentation du VTD donc du VES**.

Au final, le **débit cardiaque augmente** mais le **travail mécanique également** (augmentation de la surface de la courbe).

ATTENTION : au-delà d'un certain étirement, le **VES diminue**. C'est ce qu'explique la **loi de Starling** qui définit le volume d'éjection en systole (VES) en fonction de l'étirement des fibres myocardiques en diastole (qui dépend de VTD et PDT donc de la pré-charge).



POST-CHARGE VENTRICULAIRE



Elle est liée aux résistances à l'éjection du ventricule

Une **augmentation de la post-charge** entraîne une **augmentation du VTS donc une diminution du VES**. Au final, le **débit est plus faible** mais le cœur doit mettre plus de force pour lutter contre les résistances périphériques donc le **travail mécanique augmente**.

FREQUENCE CARDIAQUE

Elle agit directement et rapidement sur le débit : **D = FC x VES**

La **fréquence cardiaque maximale théorique** est donnée par : **FC_{max} = 220 - âge**

La fréquence cardiaque au repos est comprise entre **60 et 80** battements/min

- Si la fréquence cardiaque \nearrow trop (donc >80bpm) on parle de **tachycardie**
- Si la fréquence cardiaque \searrow trop (donc <60bpm) on parle de **bradycardie**

Rq : plus il y a de contractions par unité de temps et plus la consommation d'énergie augmente ($W_M + W_T \nearrow$) donc moins bon est le rendement.