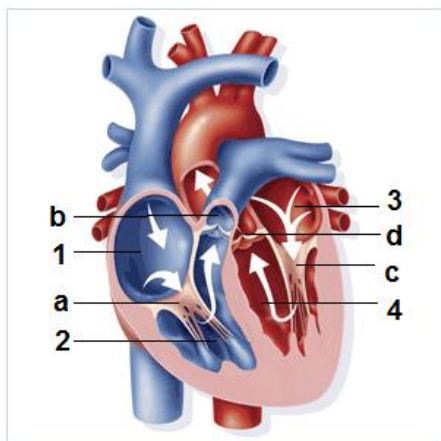


I- Généralités



Cavités cardiaques :

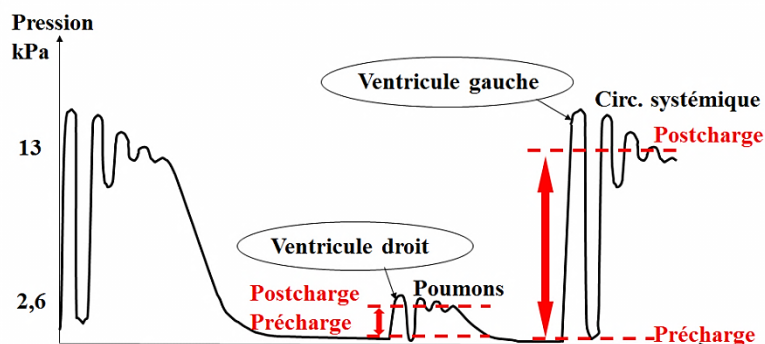
- 1- Atrium/oreillette D
- 2- Ventricule D
- 3- Atrium/oreillette G
- 4- Ventricule G

Valves (unidirectionnelles !)

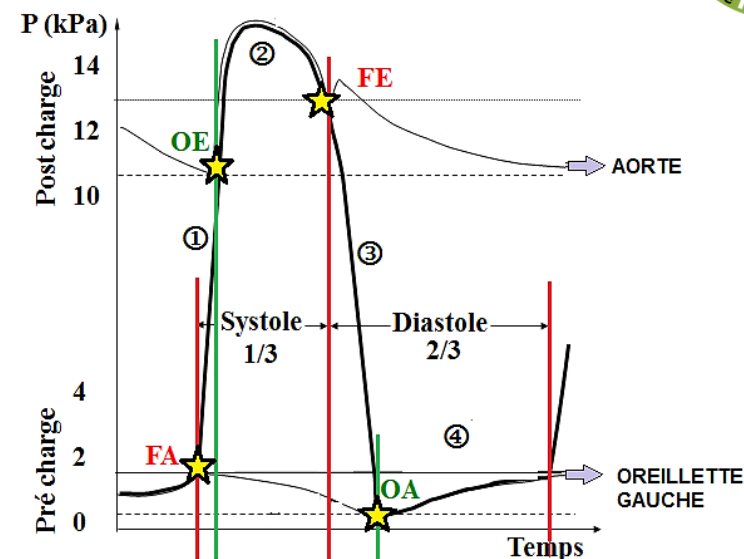
- a- Tricuspidé (à Droite)
- b- Sigmoïde pulmonaire
- c- Mitrale (à Gauche)
- d- Sigmoïde aortique

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**).

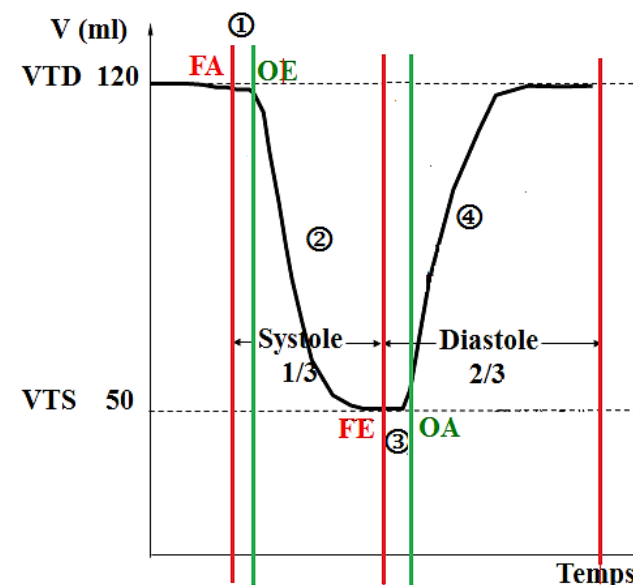
- La **précharge** vaut **1kPa** à l'arrivée dans les ventricules (quel qu'il soit)
- La **postcharge** varie en fonction du ventricule :
 - ⇒ Postcharge **systémique** = **13 kPa** au niveau de **l'aorte** dans laquelle le ventricule gauche expulse le sang **oxygéné**
 - ⇒ Postcharge **pulmonaire**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

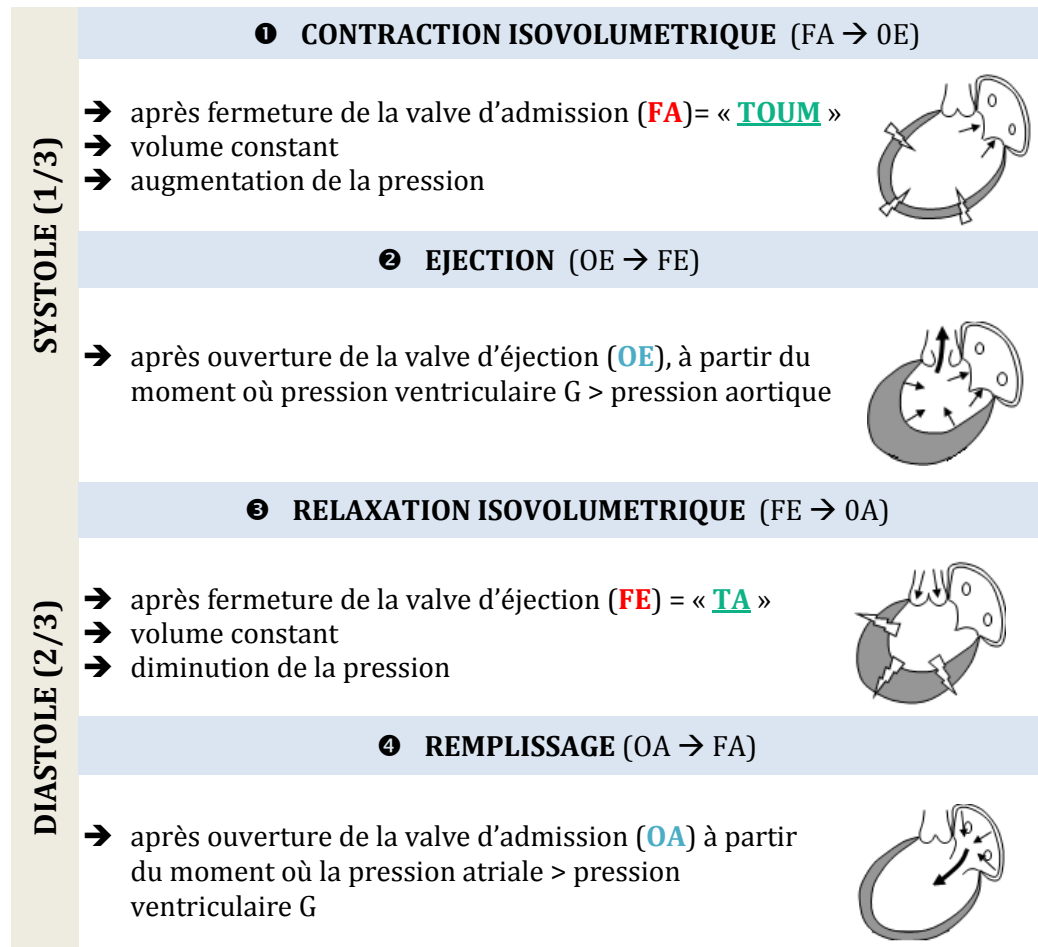


Courbes pression-temps



Courbes volume-temps :



Cycle cardiaque du ventricule Gauche :

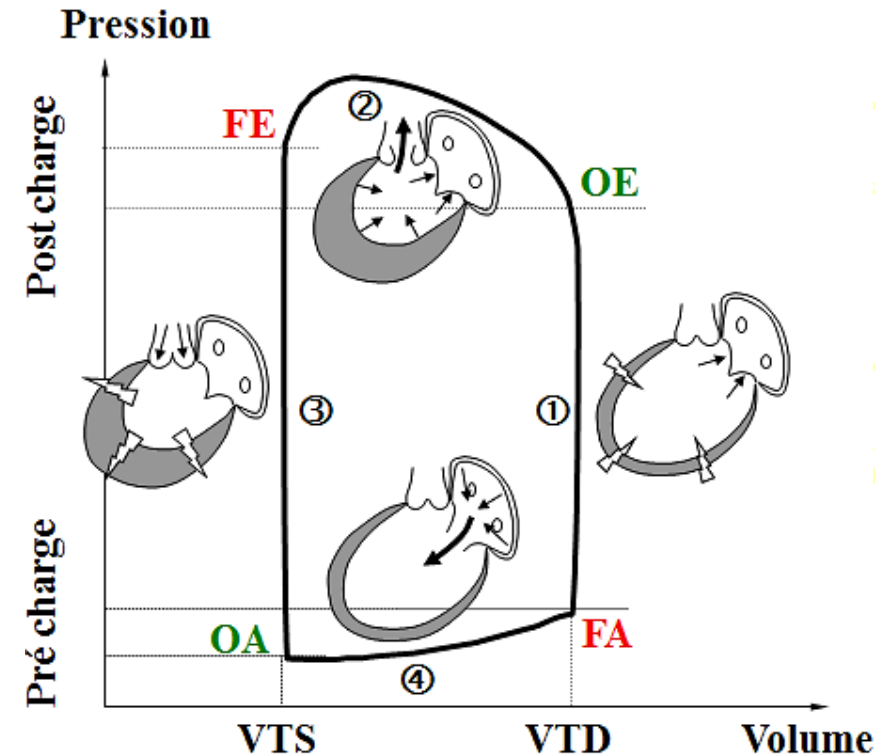
VTD = **Volume Télédiastolique** = **120 mL**

⇒ 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 (+++):**



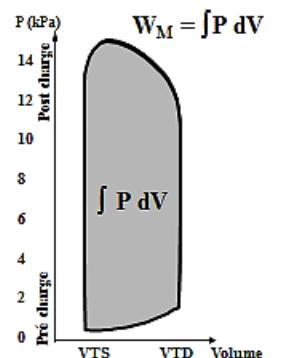
➤ **Travail cardiaque**

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 : $\frac{W_M}{W_M + W_T} = 5\%$



II- Méthode d'étude de l'hémodynamique cardiaque

➤ L'AUSCULTATION

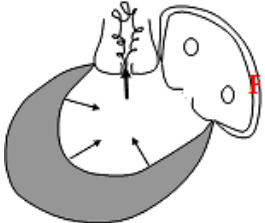
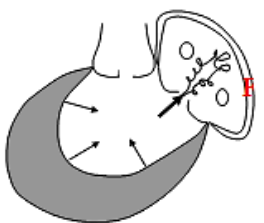
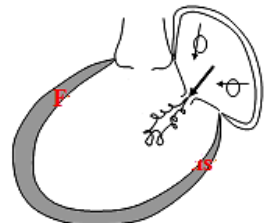
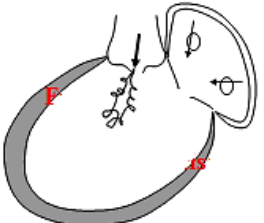
En physiologie : les bruits normaux du ♥ correspondent aux **FERMETURES** des valves :

- **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**.

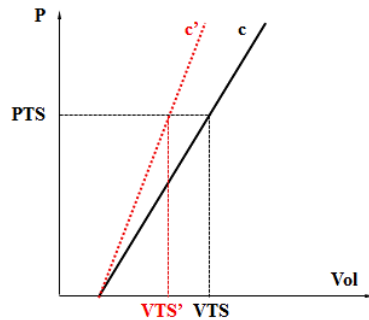
III- Déterminants de la performance ventricul^R

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

CONTRACTILITE

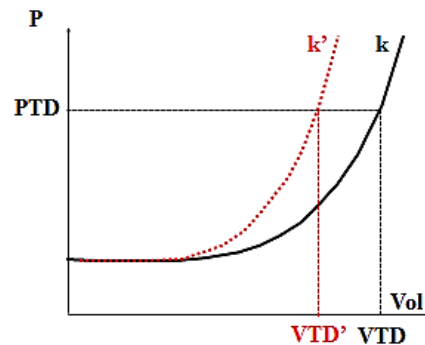


Relation linéaire

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



Relation exponentielle.

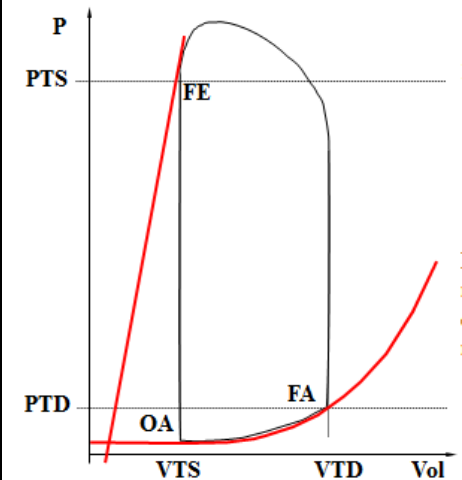
Elle définit la façon dont le ventricule se laisse **distendre passivement** (par simple entrée de sang) en **diastole**.

La courbe est donnée par :

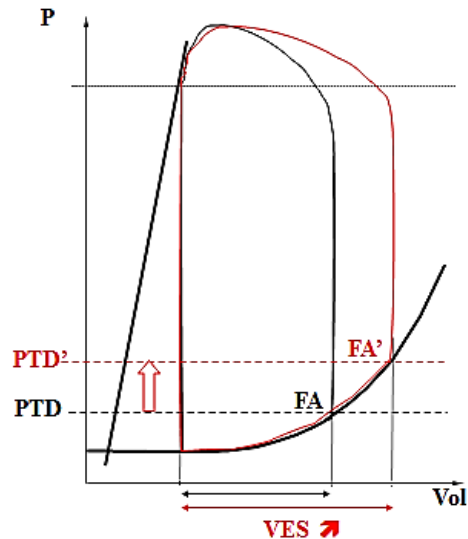
$$P(V) = a \cdot e^{k \cdot V} + b, \text{ avec } k = \text{élastance} = \frac{1}{\text{compliance}}$$

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 diminue également**.



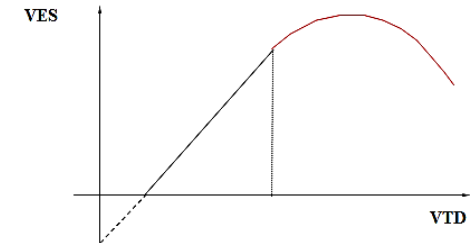
PRE-CHARGE VENTRICULAIRE



Une **augmentation de la pré-charge ventriculaire** se traduit par une augmentation de la 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**.

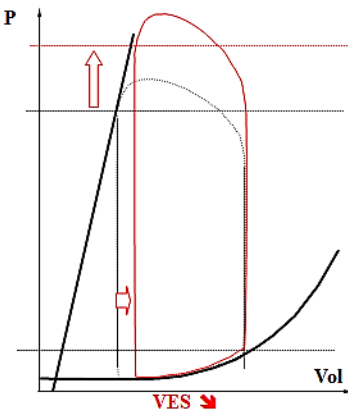
Au final, le **débit cardiaque augmente** mais le **travail mécanique également** (augmentation de la surface de la courbe).

ATTENTION : **au-delà d'un certain étirement, le VES diminue** : c'est pathologique. 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).



Une **diminution de la précharge** se traduit par une **baisse du débit et un risque de syncope**.

POST-CHARGE VENTRICULAIRE



Elle est liée aux résistances à l'éjection du sang par le ventricule.

Une **augmentation de la post-charge** entraîne une **augmentation du VTS donc une diminution du VES**. Au final, le **débit est plus faible** et 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 : **$D = FC \times VES$**

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

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