

BIOPHYSIQUE CARDIAQUE

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

SOMMAIRE

- **I- Généralités**

- A) définitions

- B) cycle cardiaque gauche

- C) courbes et travail du cœur

- **II. Méthode d'étude de l'hémodynamique cardiaque**

- A) l'auscultation

- B) les volumes

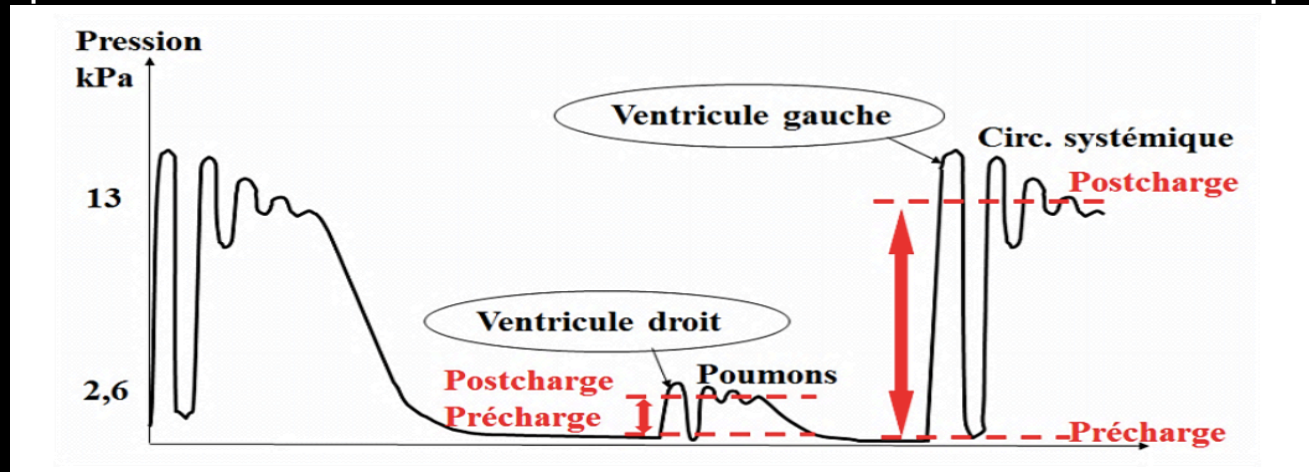
- **III. Déterminants de la performance ventriculaire**

- Les 5 paramètres

I- GÉNÉRALITÉS





A) DÉFINITIONS

- 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 1 kPa à l'arrivée dans les ventricules (quel qu'il soit)
- La postcharge : elle varie en fonction du ventricule :
 - La postcharge systémique = 13 kPa au niveau de l'aorte
 - La Postcharge pulmonaire = 2,6 kPa au niveau des artères pulmonaires



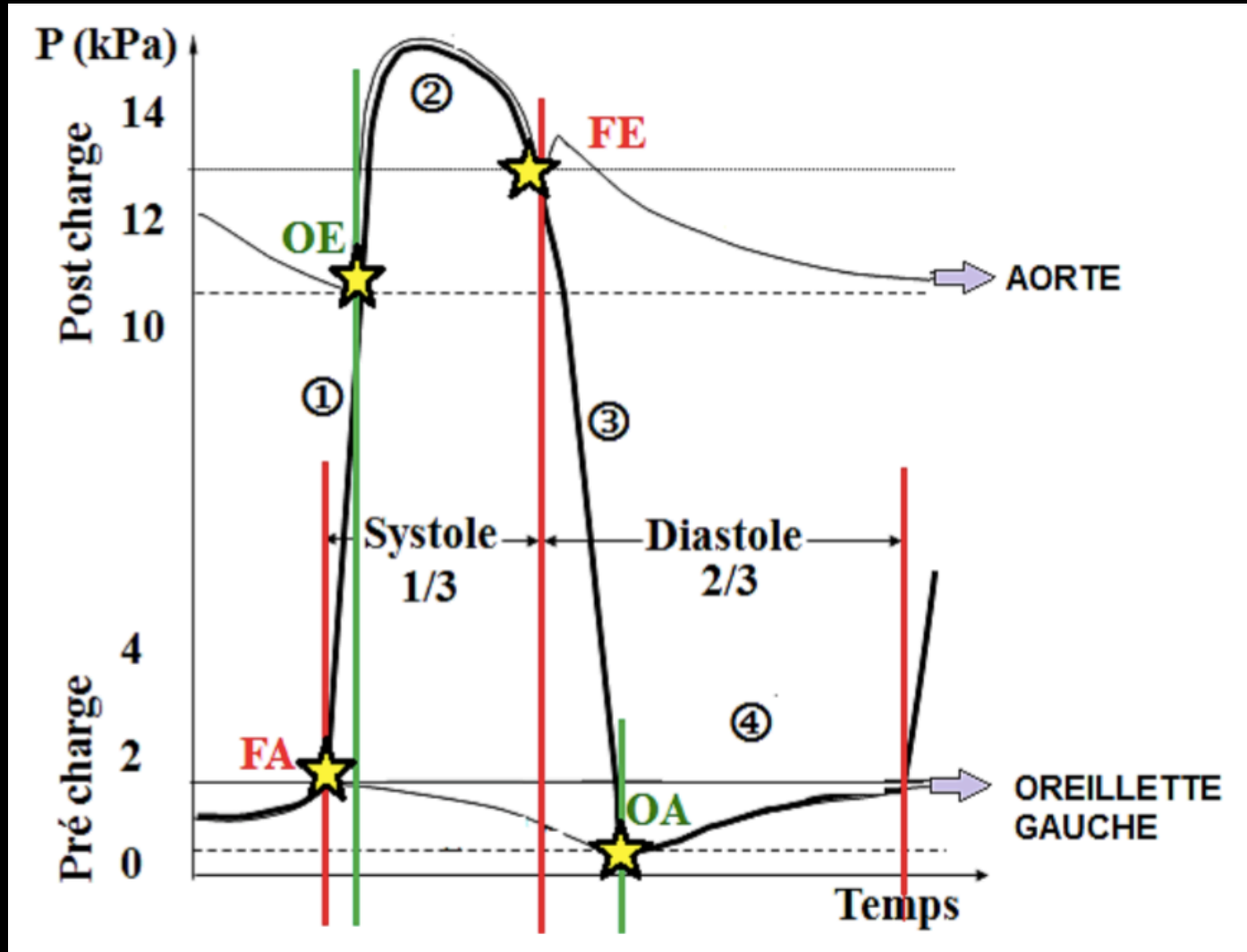
Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

B) CYCLE CARDIAQUE 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 	

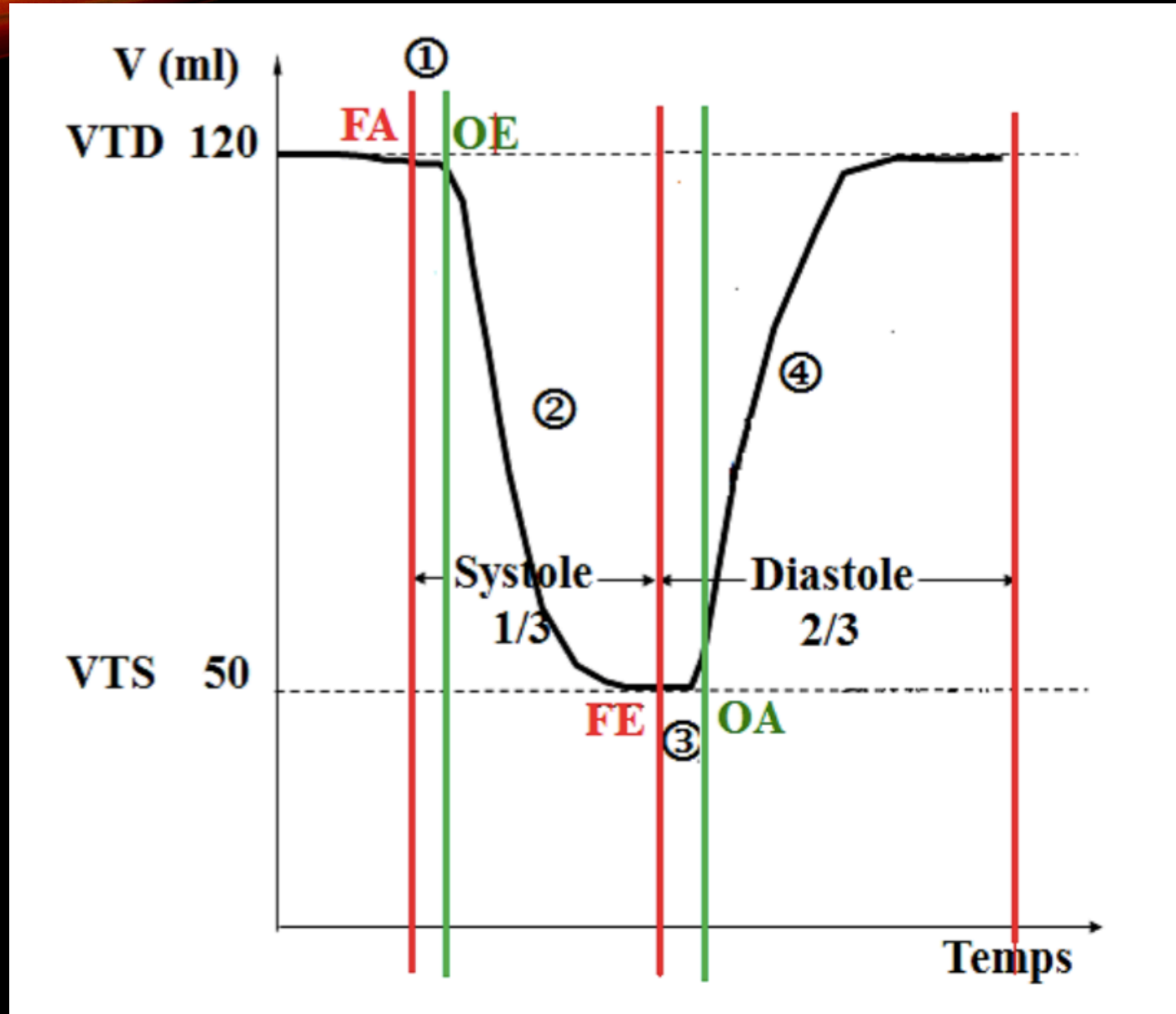
C) COURBES ET TRAVAIL DU CŒUR

- 1) la courbe pression-temps:



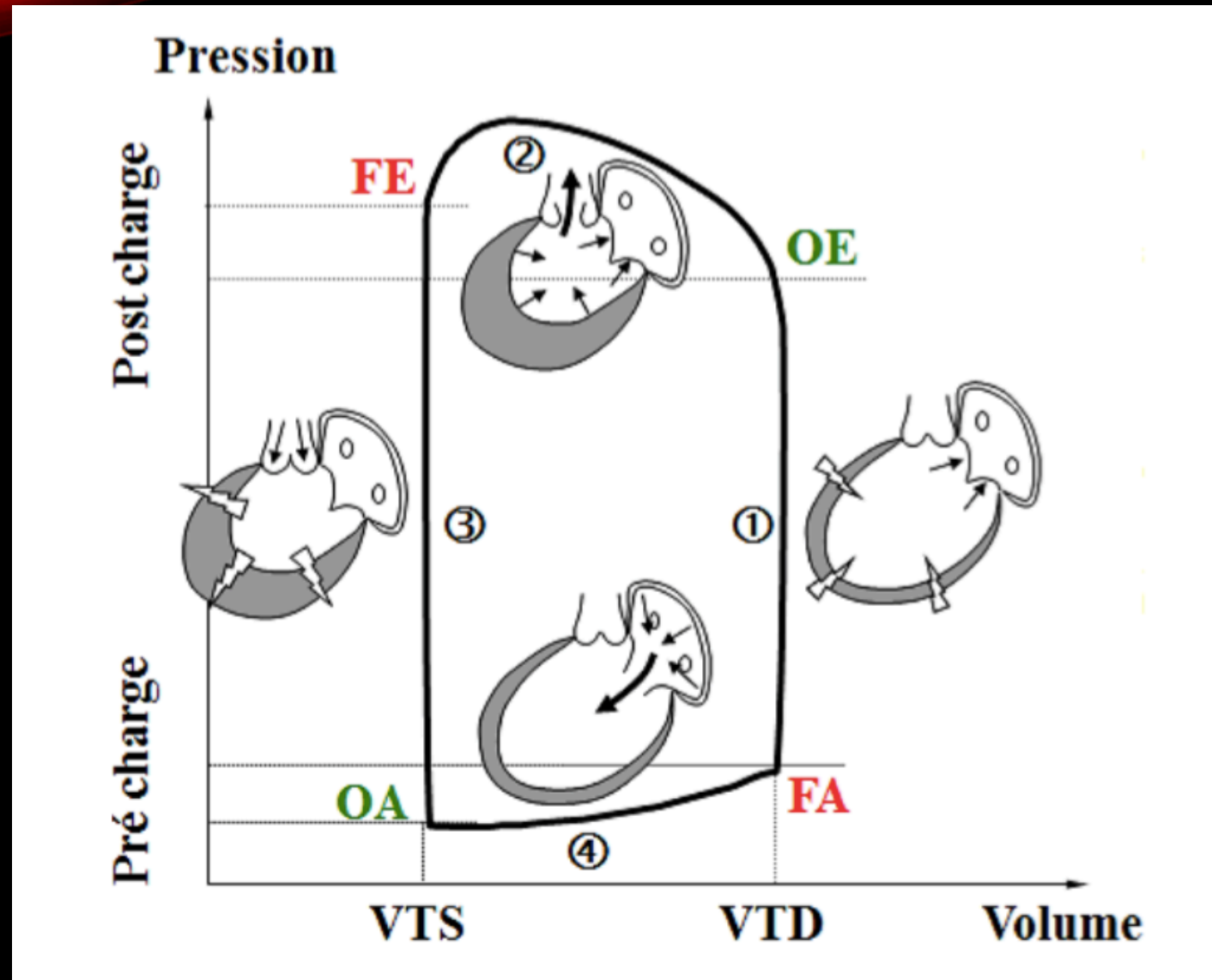
Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

- 2) La courbes volume-temps :

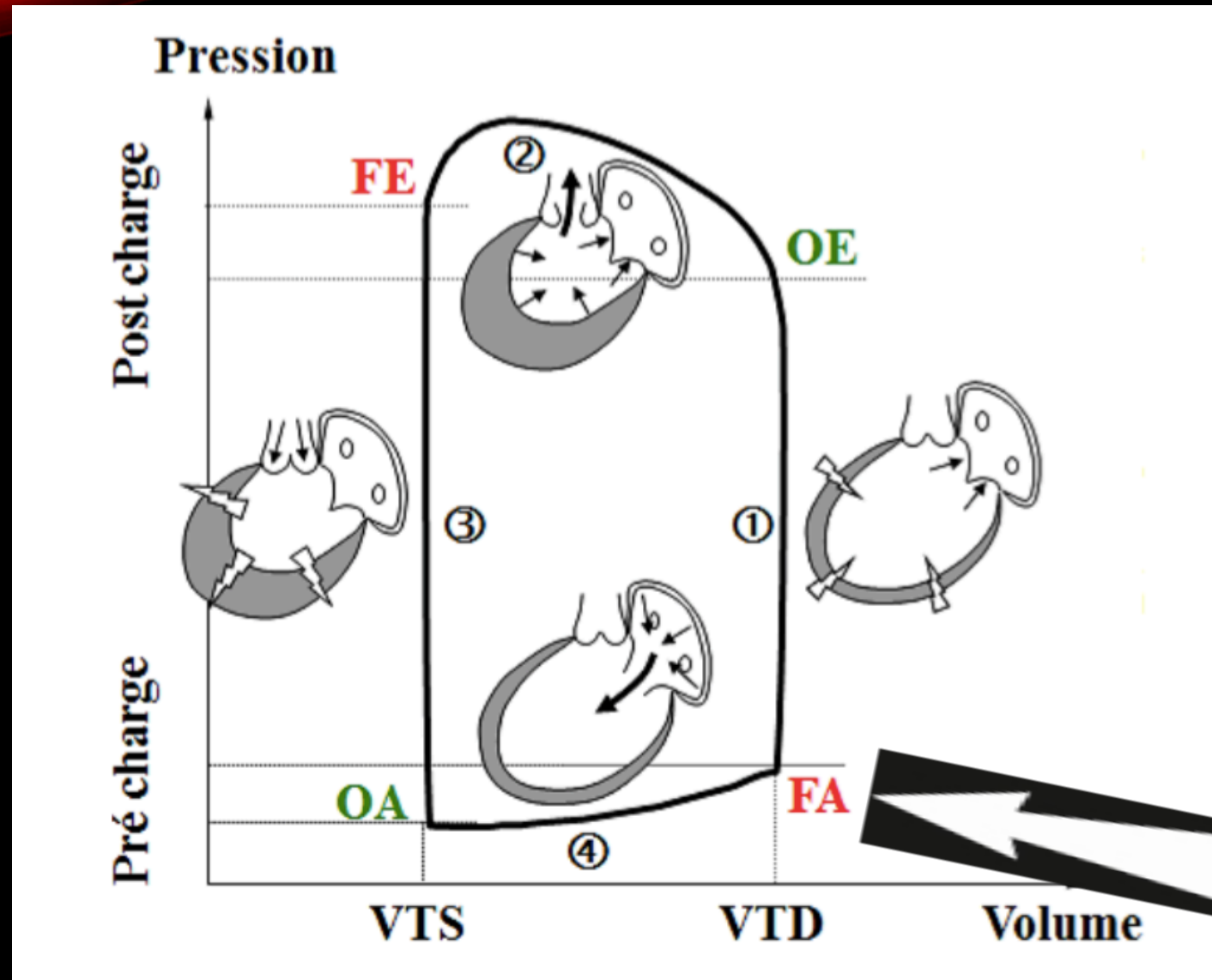


Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:

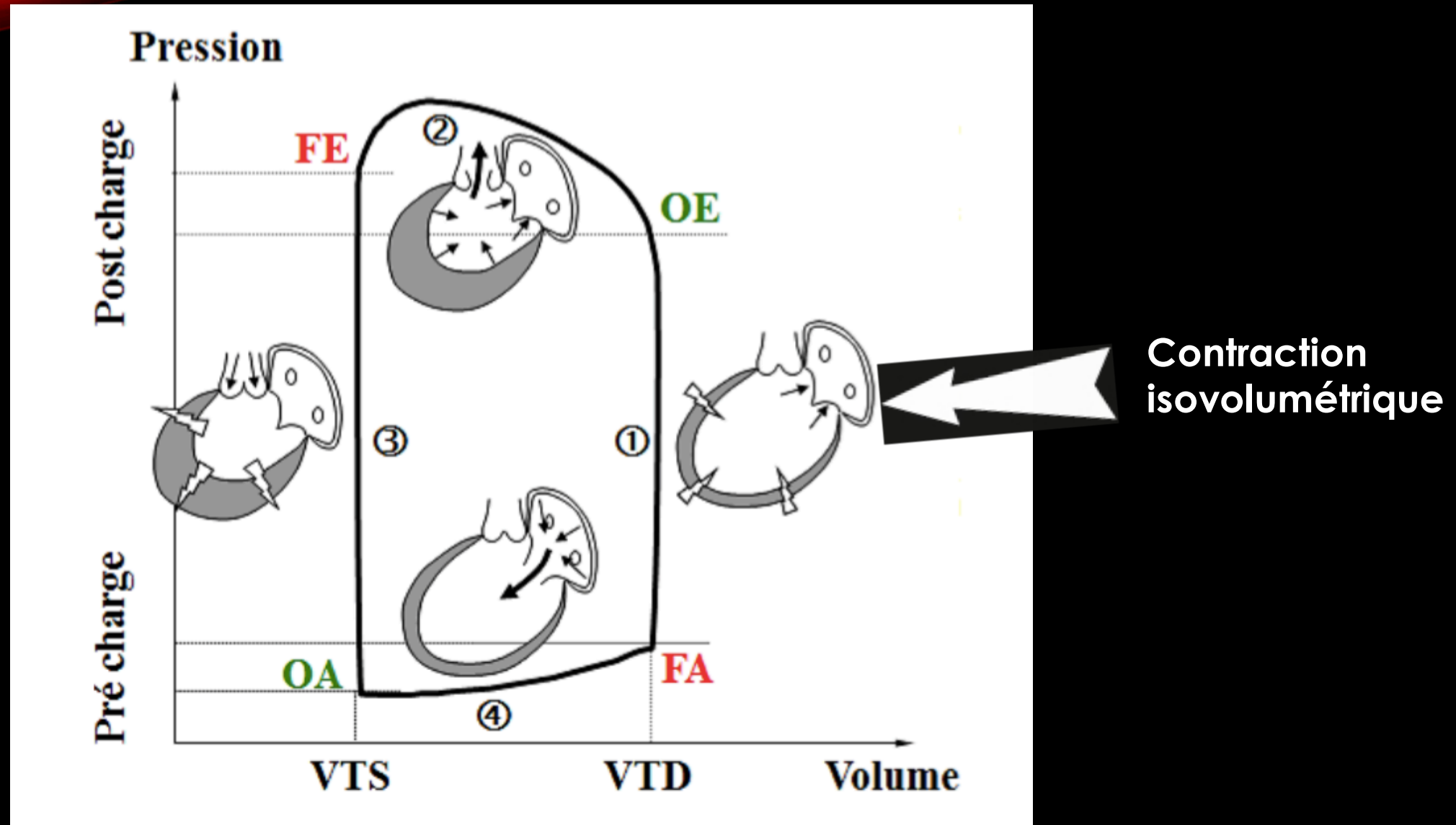


- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:



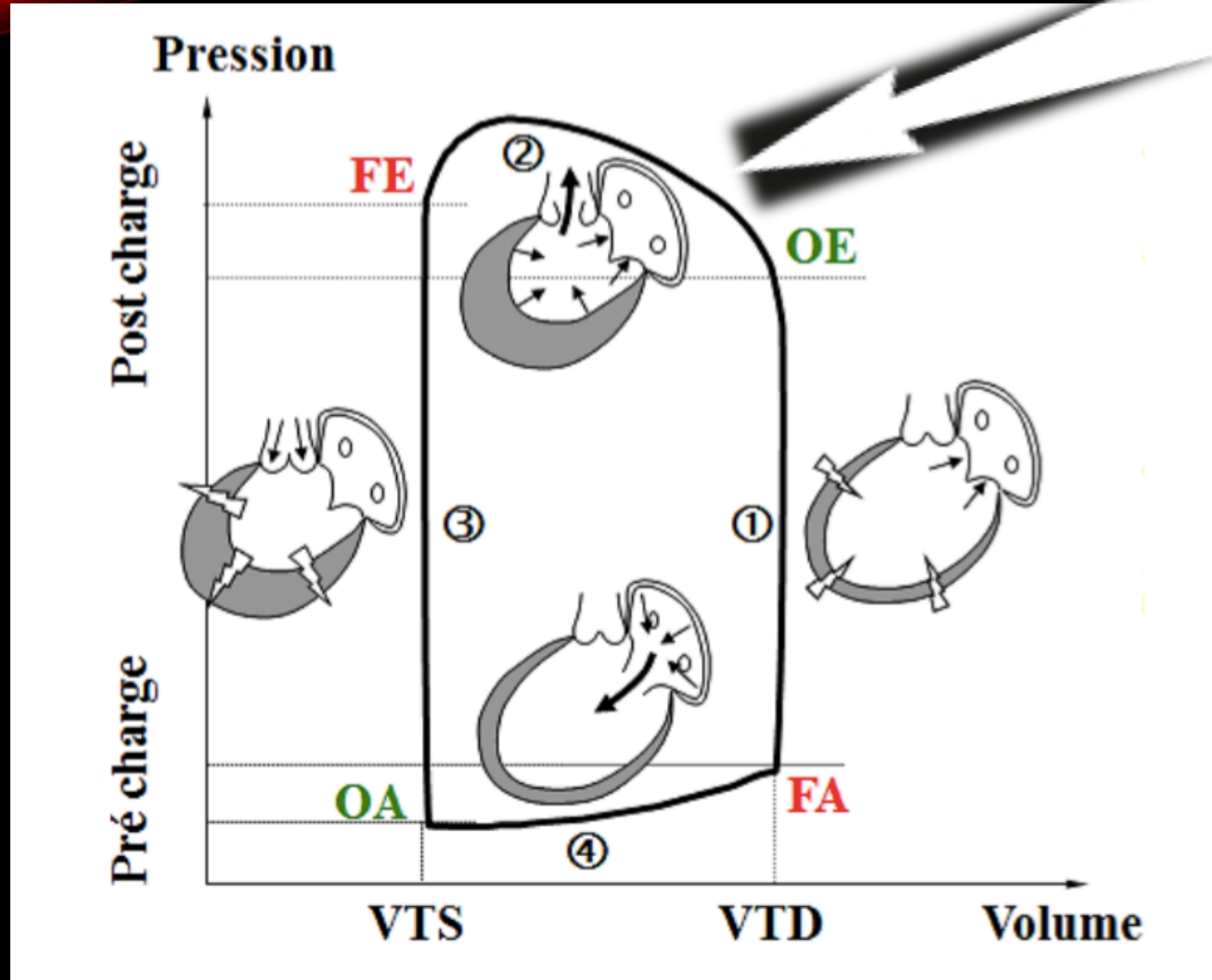
TOUM !!!

- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:



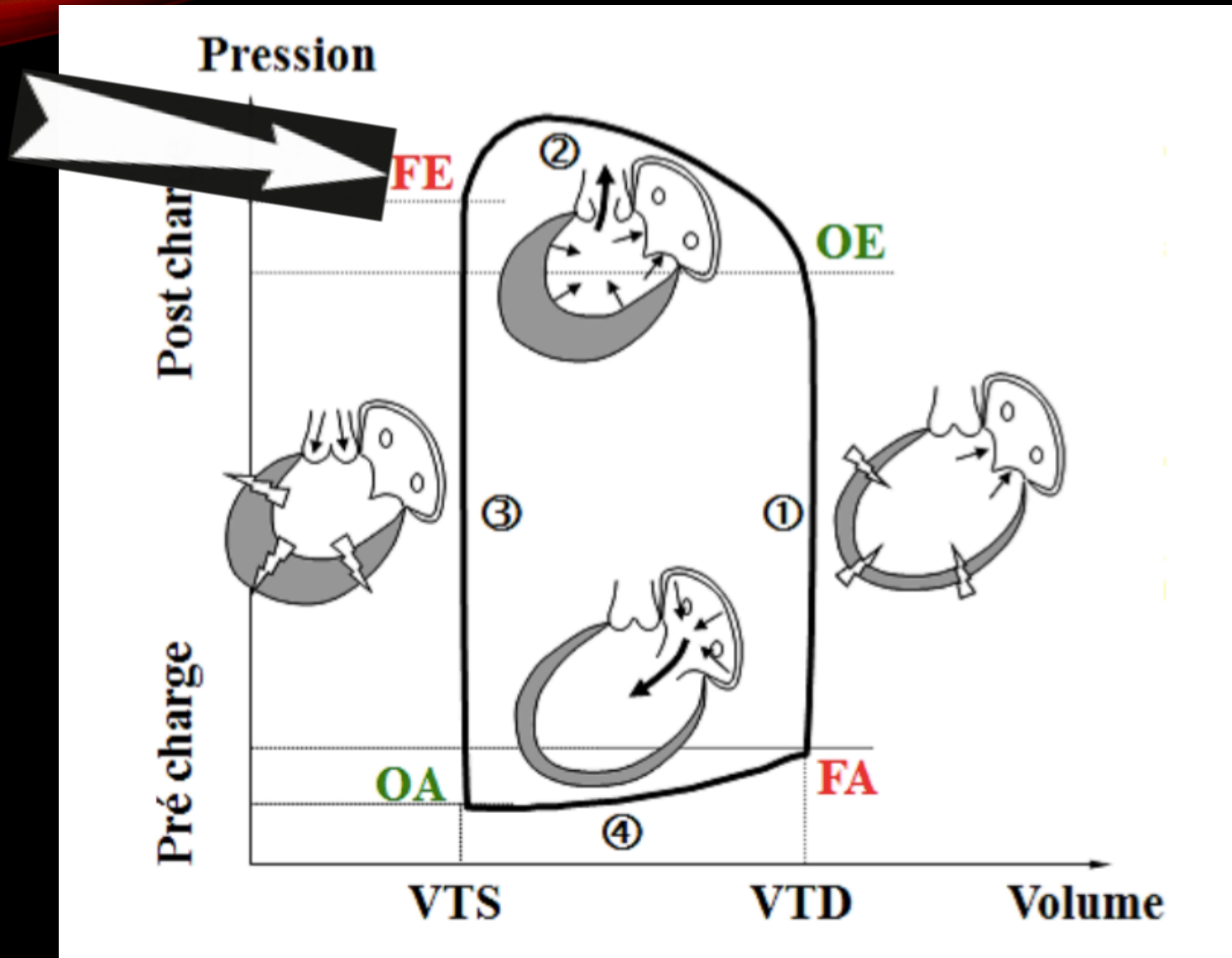
- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:

éjection



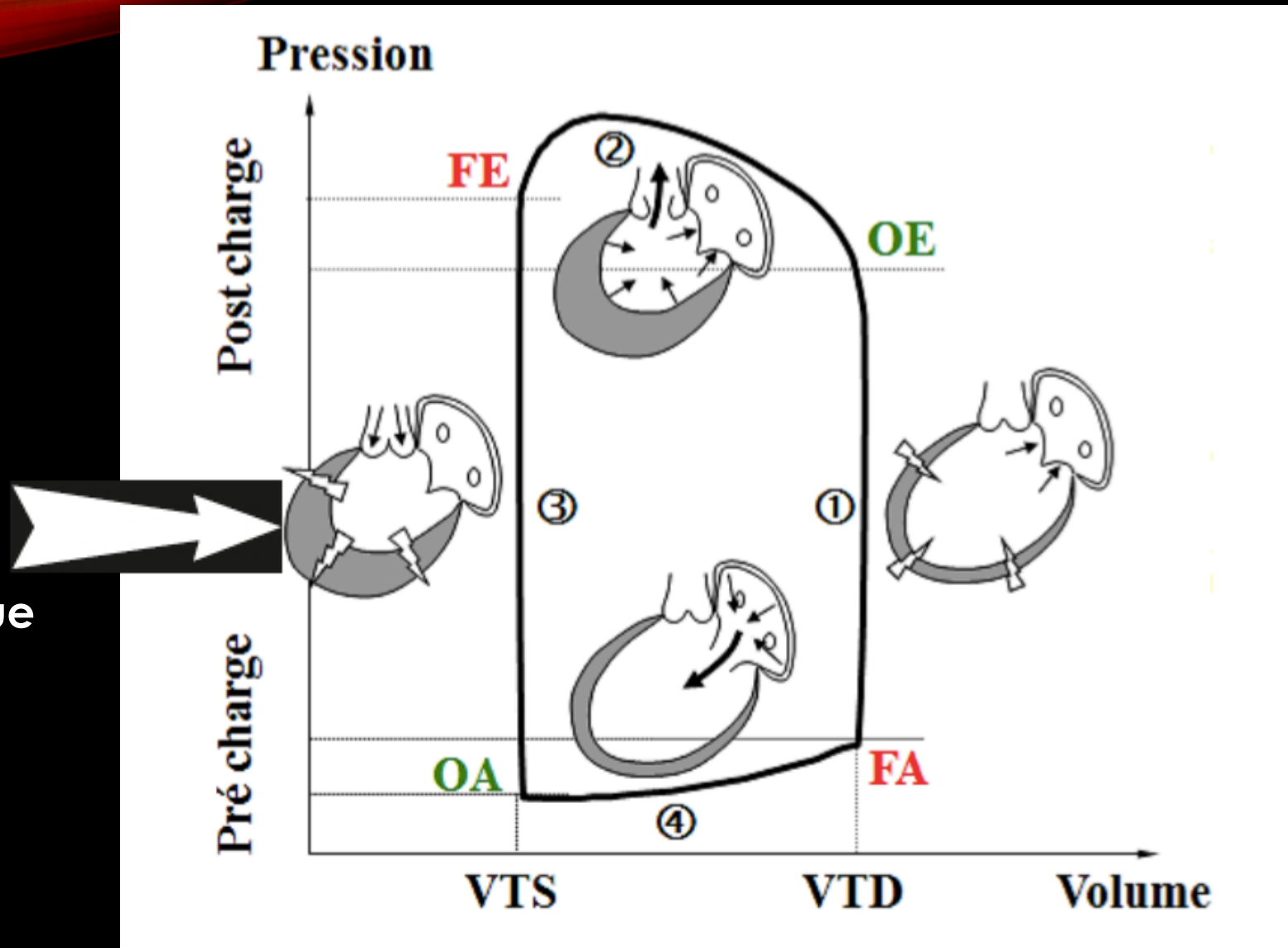
- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:

TA !!!

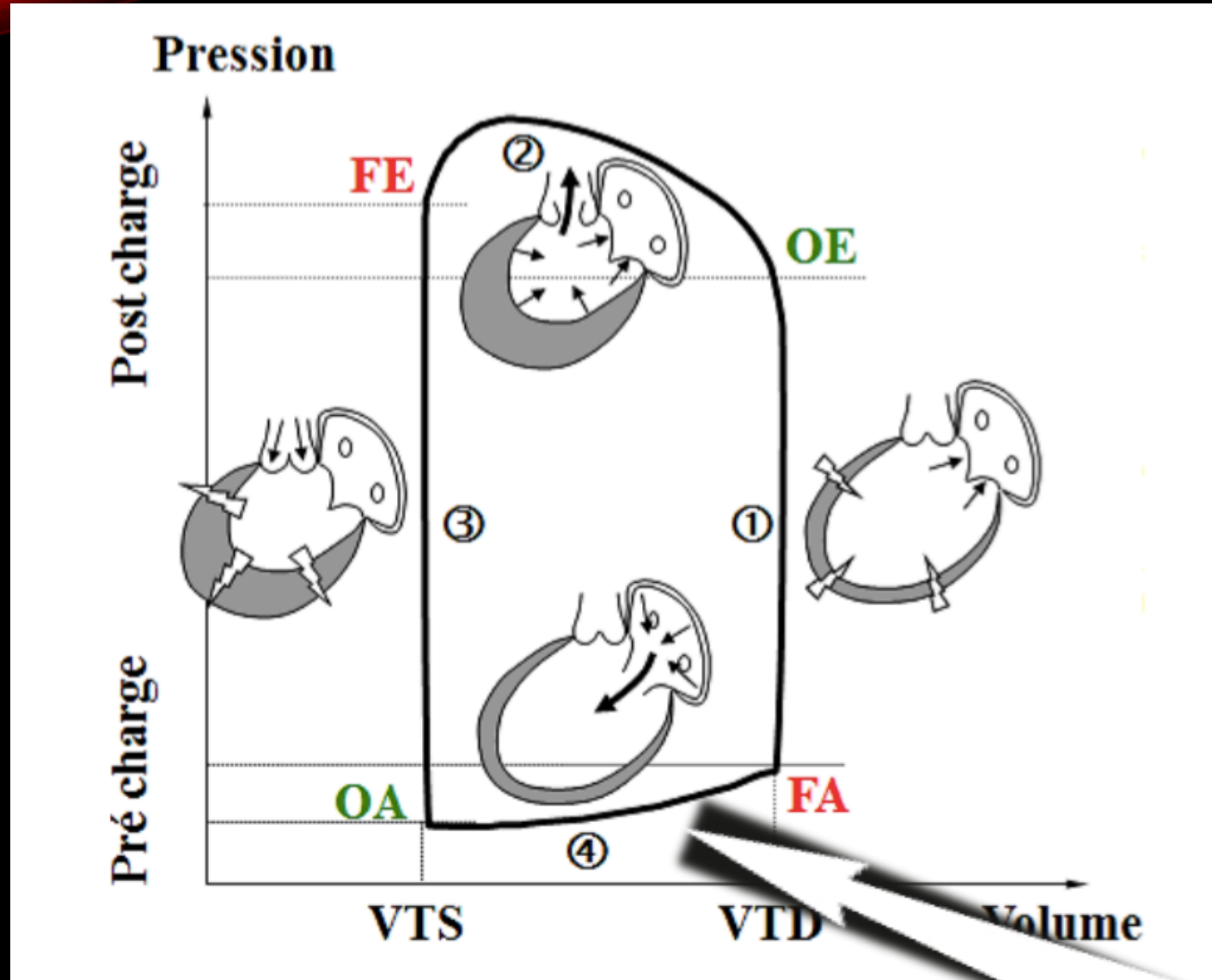


- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:

Relaxation
isovolumétrique



- 3) Courbe pression-volume au niveau du ventricule Gauche:



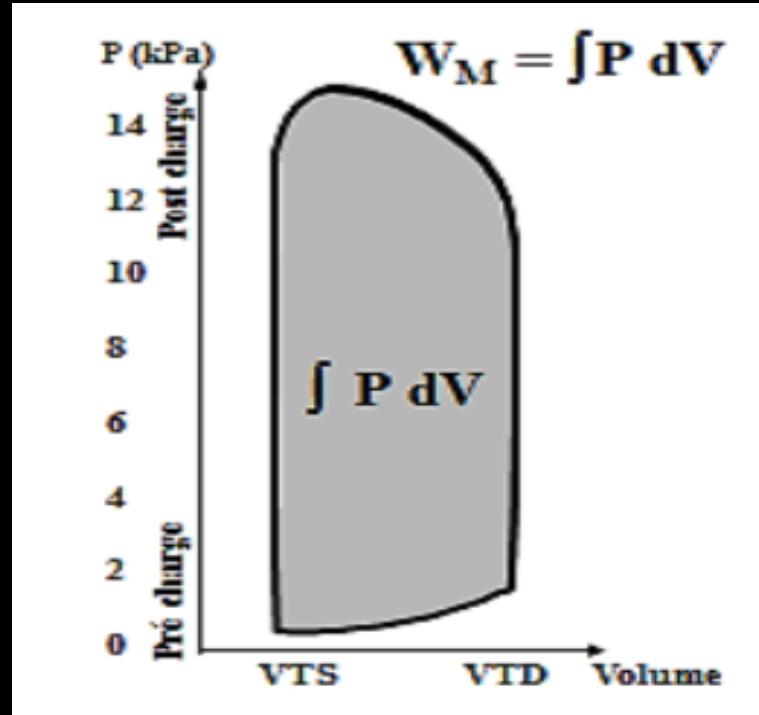
Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite. **Remplissage**

- 4) Travail cardiaque

- Travail de mise en tension du muscle cardiaque : **WT** La loi de Laplace donne la charge T (tension pariétale) contre laquelle les \varnothing du myocarde doivent se contracter

- Travail mécanique :

WM = $P \times V$ (c'est la surface grisée de la courbe P-V)



- Travail total : $W = W_M + W_T$

- Le rendement cardiaque est : $\frac{W_M}{W_M + W_T} = 5 \text{ à } 10 \%$

II. MÉTHODE D'ÉTUDE DE L'HÉMODYNAMIQUE CARDIAQUE



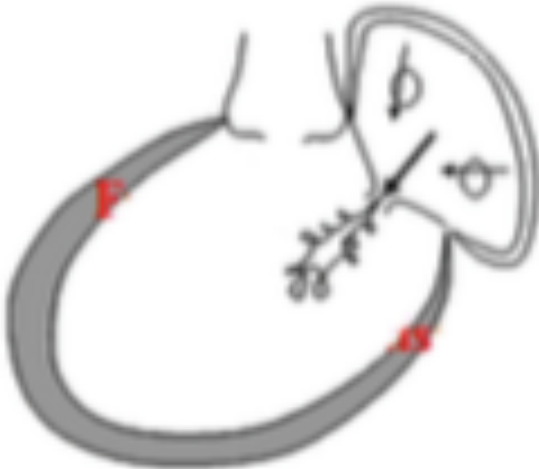
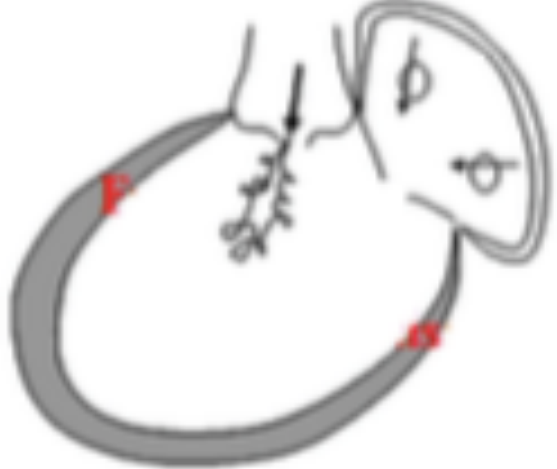
A) L'AUSCULTATION

- 1) physiologique :

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

- 2) pathologique :

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)	 <p>Valves aortique ou pulmonaire</p>	 <p>Valves mitrale ou tricuspide</p>
DIASTOLE (TA- TOUM)	 <p>Valves mitrale ou tricuspide</p>	 <p>Valves aortique ou pulmonaire</p>

B) LES VOLUMES

- VTD = Volume Télédiastolique = 120mL
⇒ volume maximal, présent dans le ventricule à la fin du remplissage
- VTS = Volume Télésystolique = 50mL
⇒ volume minimum présent dans le ventricule à la fin de l'éjection
- VES = Volume d' éjection systolique $VTD - VTS = 70\text{mL}$
- le débit : $D = VES \times \text{fréquence cardiaque}$
- la fraction d' éjection : $FE = VES/VTD$
NB: la FE normale pour le VG est $\geq 60\%$
- Ces volumes dépendent de la méthode utilisée, de la surface corporelle et du sexe.

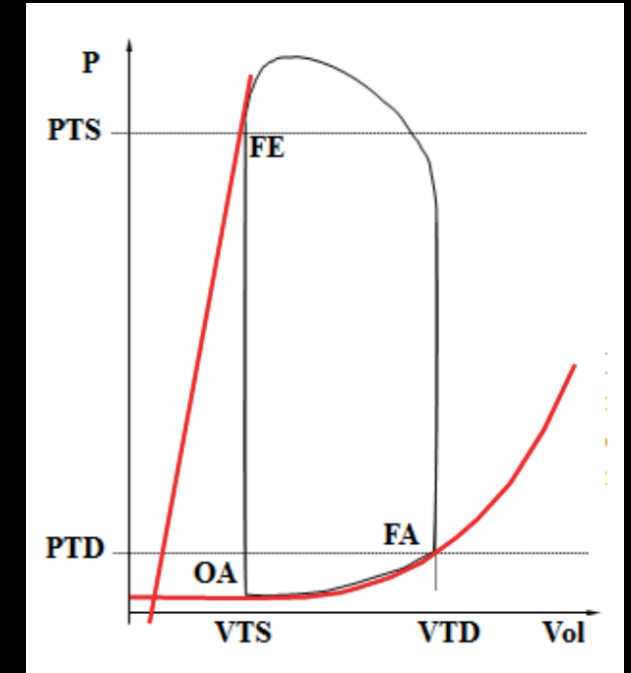
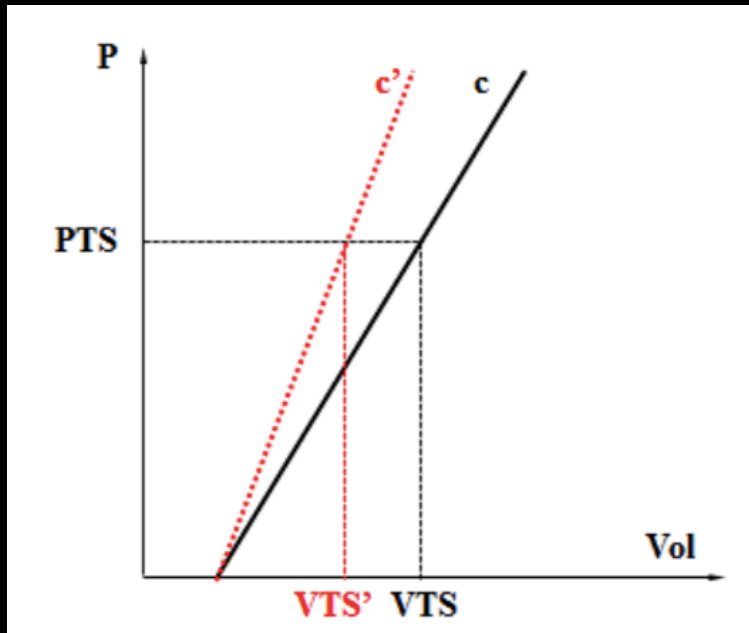
III. DÉTERMINANTS DE LA PERFORMANCE VENTRICULAIRE

- 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 (seul paramètre ne faisant pas varier le VES)

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

1) CONTRACTILITE

- Elle définit le point FE en fin de systole sur la courbe pression-volume
- Donc Le couple PTS/VTS est défini par la contractilité du ventricule



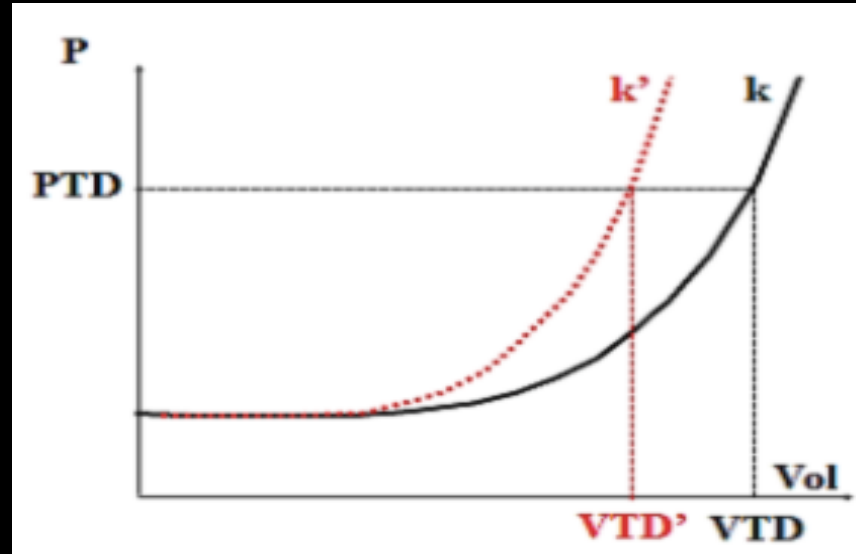
- Lorsque la contractilité augmente (courbe en rouge sur l'image de gauche), le VTS diminue donc le VES augmente (car $VES = VTD - VTS$)

NB: La contractilité diminue en cas d'insuffisance systolique

2) COMPLIANCE

- Elle définit la façon dont le ventricule se laisse distendre passivement (par simple entrée de sang) en diastole
- Le couple PTD/VTD est défini par la compliance du ventricule

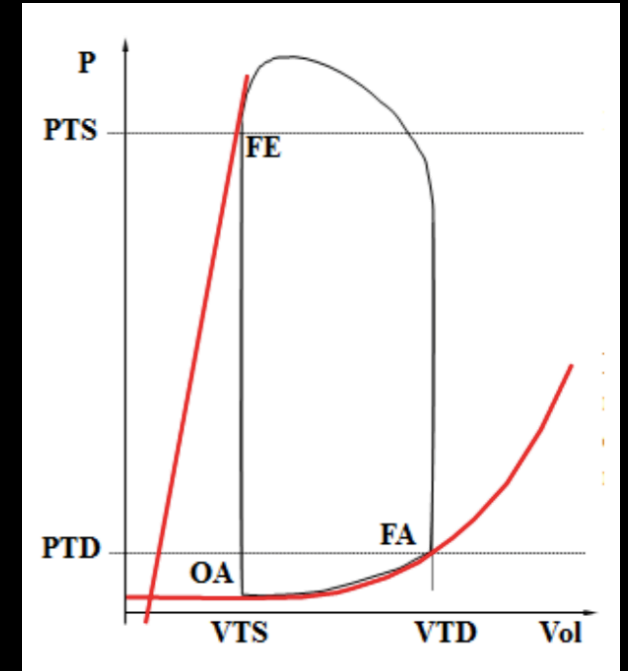
$$k = \text{élastance} = \frac{1}{\text{compliance}}$$



NB: lorsque la compliance diminue, k augmente donc la courbe obtenue est celle en rouge.

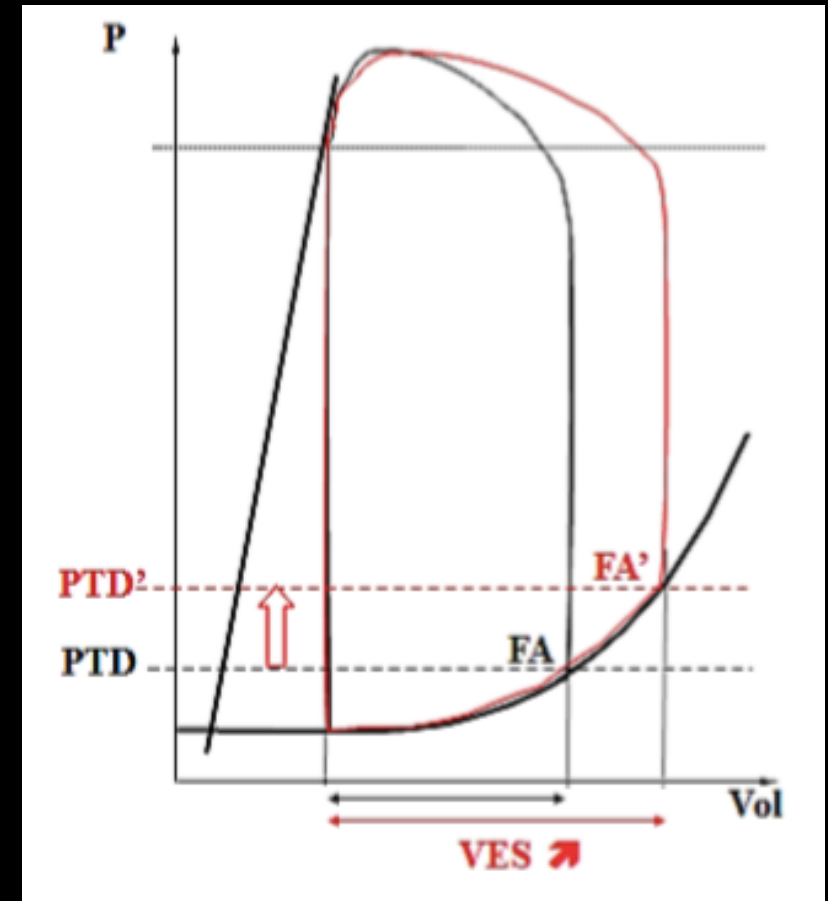
Lorsque la compliance diminue (courbe en rouge sur la courbe de gauche) lors d'une insuffisance diastolique, le **VTD** diminue donc **VES** également.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

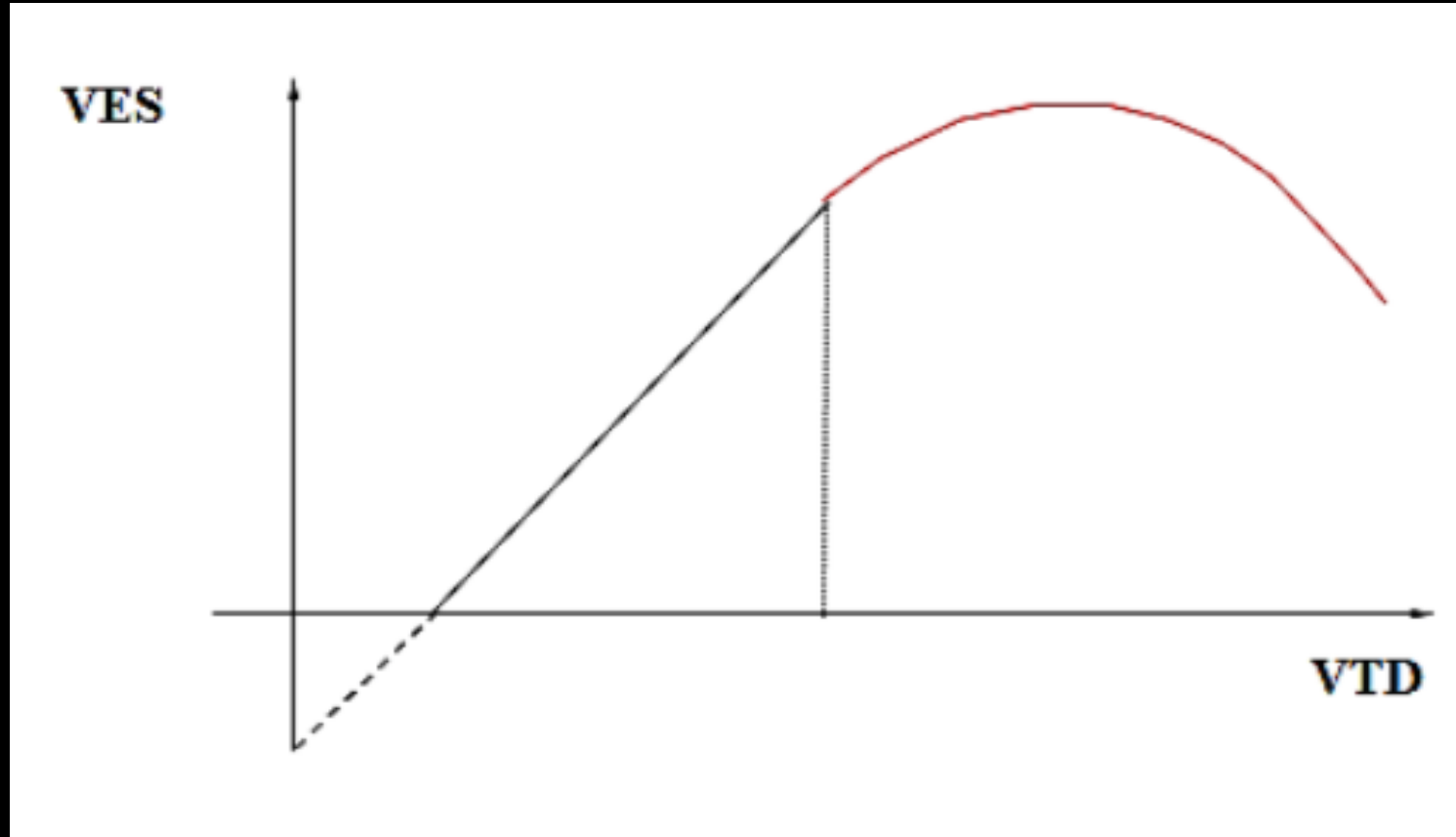


3) PRE-CHARGE VENTRICULAIRE

- 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** et permet une augmentation du **VTD** donc du **VES**
- Au final, le débit cardiaque augmente mais le travail mécanique également



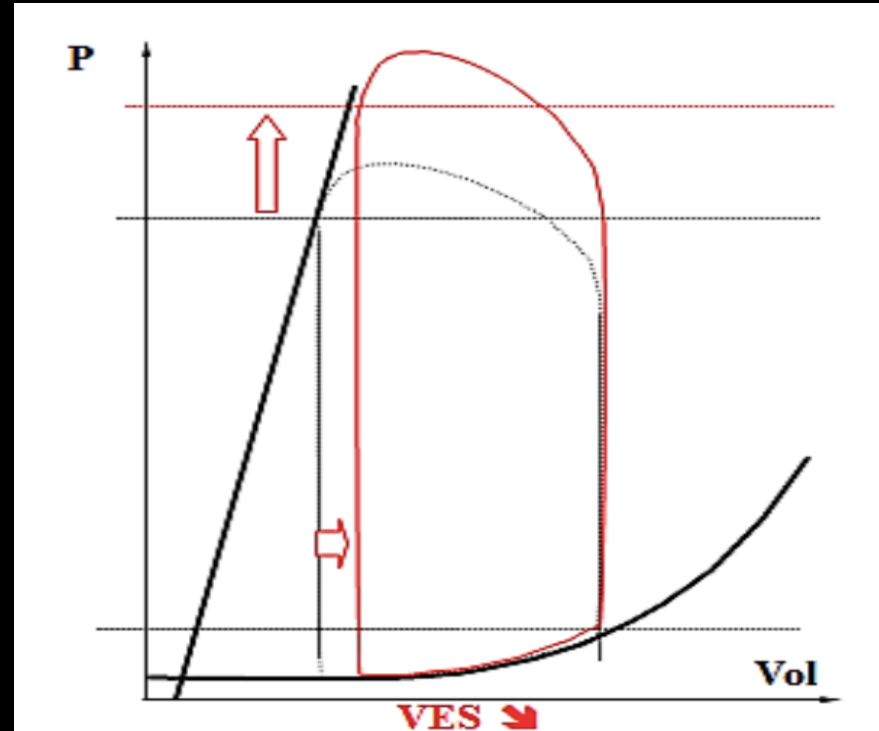
- ATTENTION: au-delà d'un certain étirement, le VES diminue. C'est ce qu'explique la loi de Starling qui définit le volume d'éjection en systole (VES) en fonction de l'étirement des fibres myocardiques en diastole
- La courbe est divisée en 2 parties:
 - partie linéaire (physiologique) : \nearrow VTD entraîne \nearrow VES
 - partie non linéaire (décompensation) : \nearrow VTD entraîne \searrow VES



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

4) POST-CHARGE VENTRICULAIRE

- Elle est liée aux résistances à l'éjection du ventricule : c'est la pression en sortie de ventricule (donc la pression dans l'aorte en fin de systole)



- 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. (demande plus d'énergie pour des performances moins bonnes)**

5) FREQUENCE CARDIAQUE

- Elle agit directement et rapidement sur le débit : $D = FC \times VES$
- La fréquence cardiaque maximale théorique est donnée par :
 $FC_{max} = 220 - \text{âge}$

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