

UE 3.2 - Physiologie

# Chapitre 4 :

## Le cycle cardiaque

## Le débit cardiaque et son contrôle

Pr. Stéphane DOUTRELEAU

# Objectifs pédagogiques du cours

- Comprendre la succession des évènements électriques et hémodynamiques
- Savoir décrire et reconstruire la boucle pression-volume
- Savoir définir contractilité, précharge et postcharge et connaître leurs facteurs de variation
- Connaître les déterminants et les facteurs de contrôle du débit cardiaque

# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle

# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle

# Le cycle cardiaque

- Le cœur a un fonctionnement cyclique
- Systole = éjection et diastole = remplissage
- Synchronisme cœur droit - cœur gauche
- Cycle remplissage-éjection auriculaire précède le cycle ventriculaire
- Pendant tout le cycle, le sang s'écoule d'une cavité à l'autre selon un gradient de pression

# Le cycle cardiaque

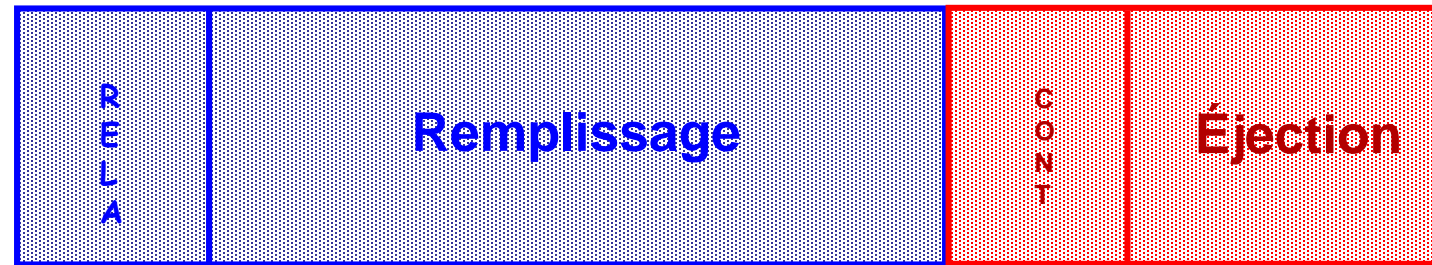
RELA = relaxation  
CONT = contraction

**DIASTOLE**  
(2/3)

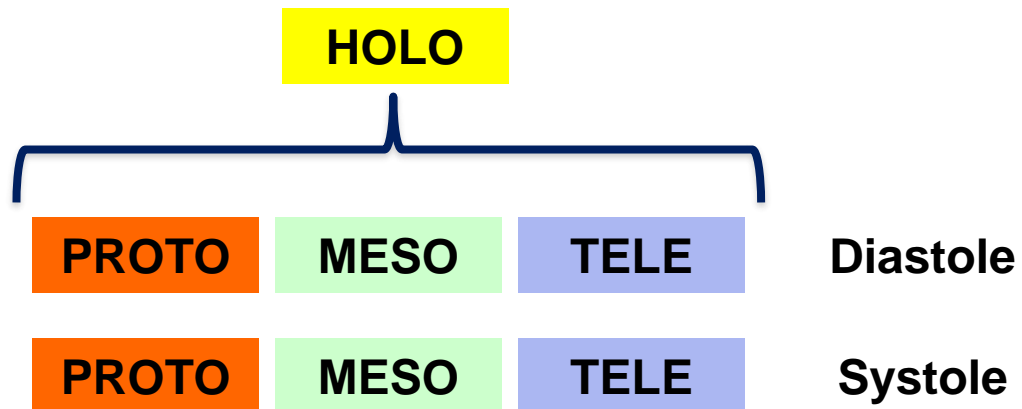
**SYSTOLE**  
(1/3)

isovolumique

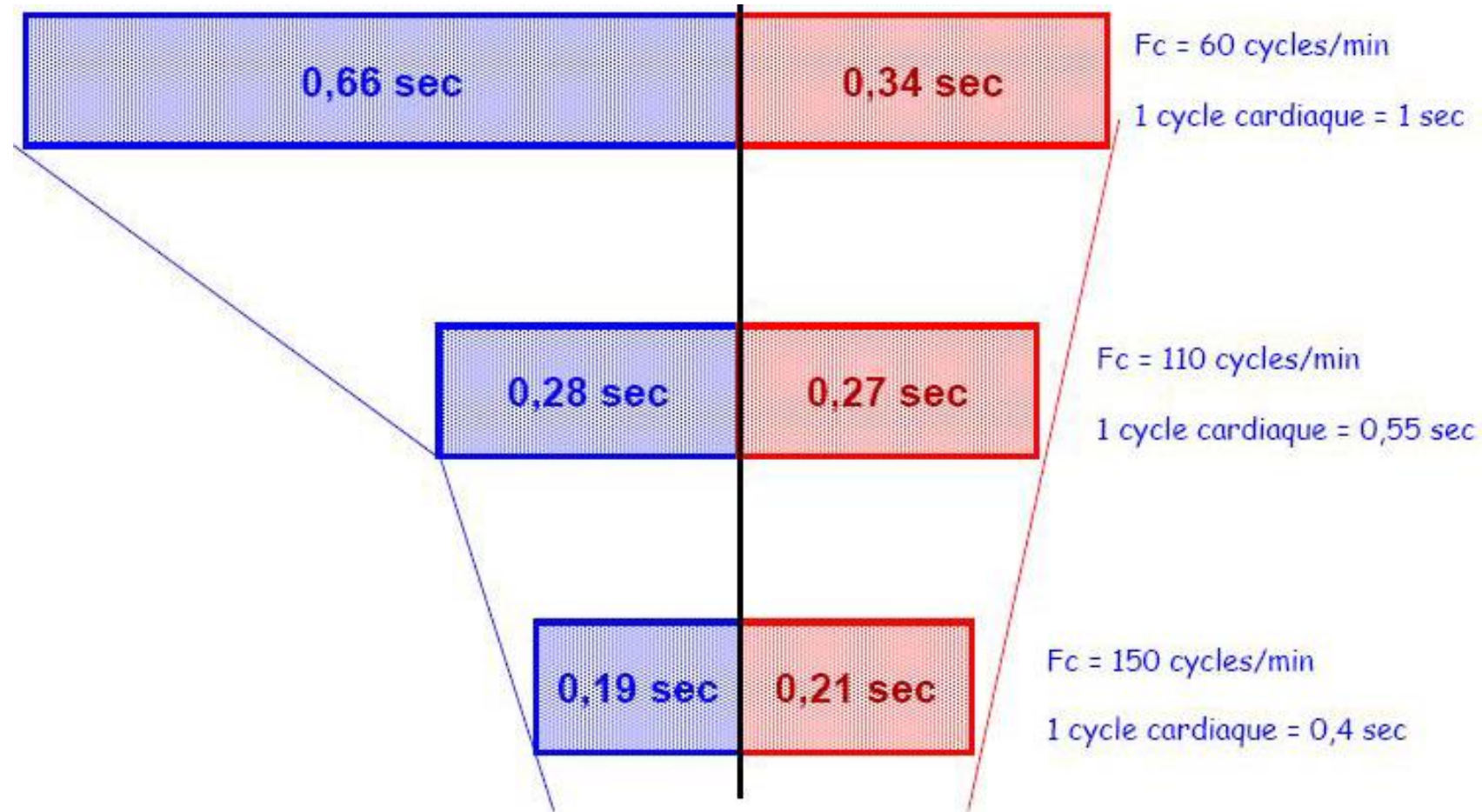
isovolumique



$F_c = 60 \text{ cycles/min} : 1 \text{ cycle cardiaque} = 1 \text{ sec}$

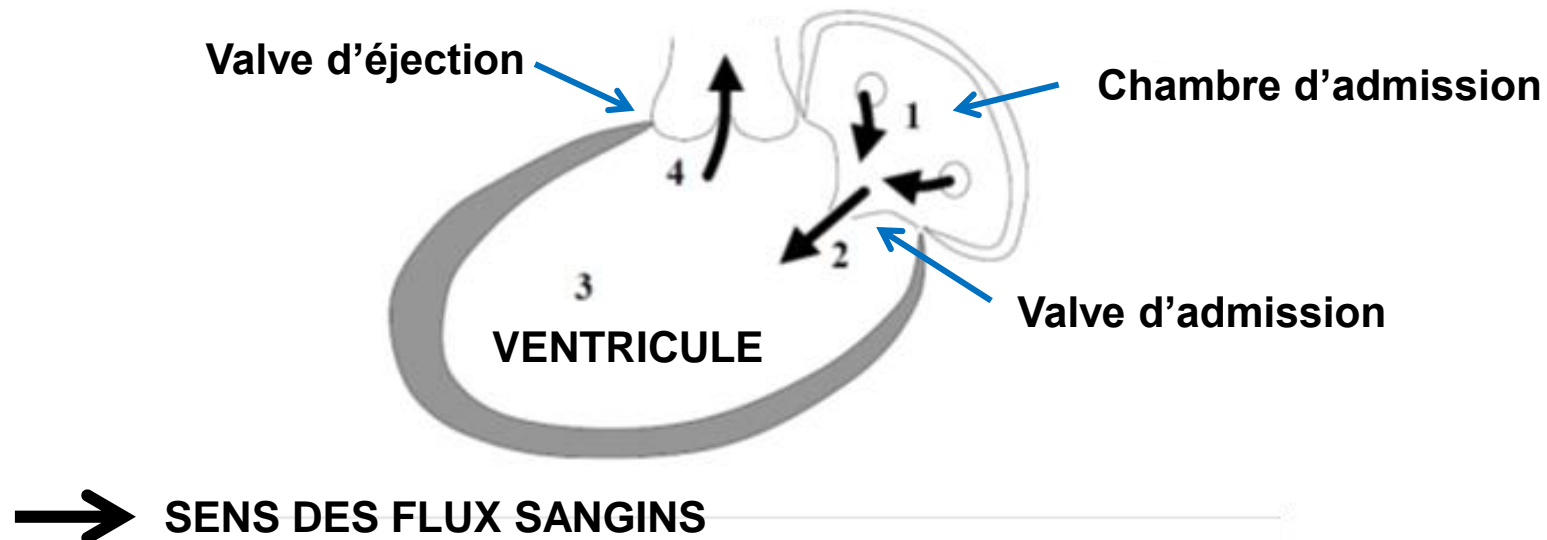


# Effet de la Fc sur le cycle cardiaque



# Fonctionnement de chaque pompe

1. Chambre d'admission (basse pression)
2. Valve d'admission (tricuspide – mitrale)
3. Ventricule
4. Valve d'éjection (pulmonaire – aortique)





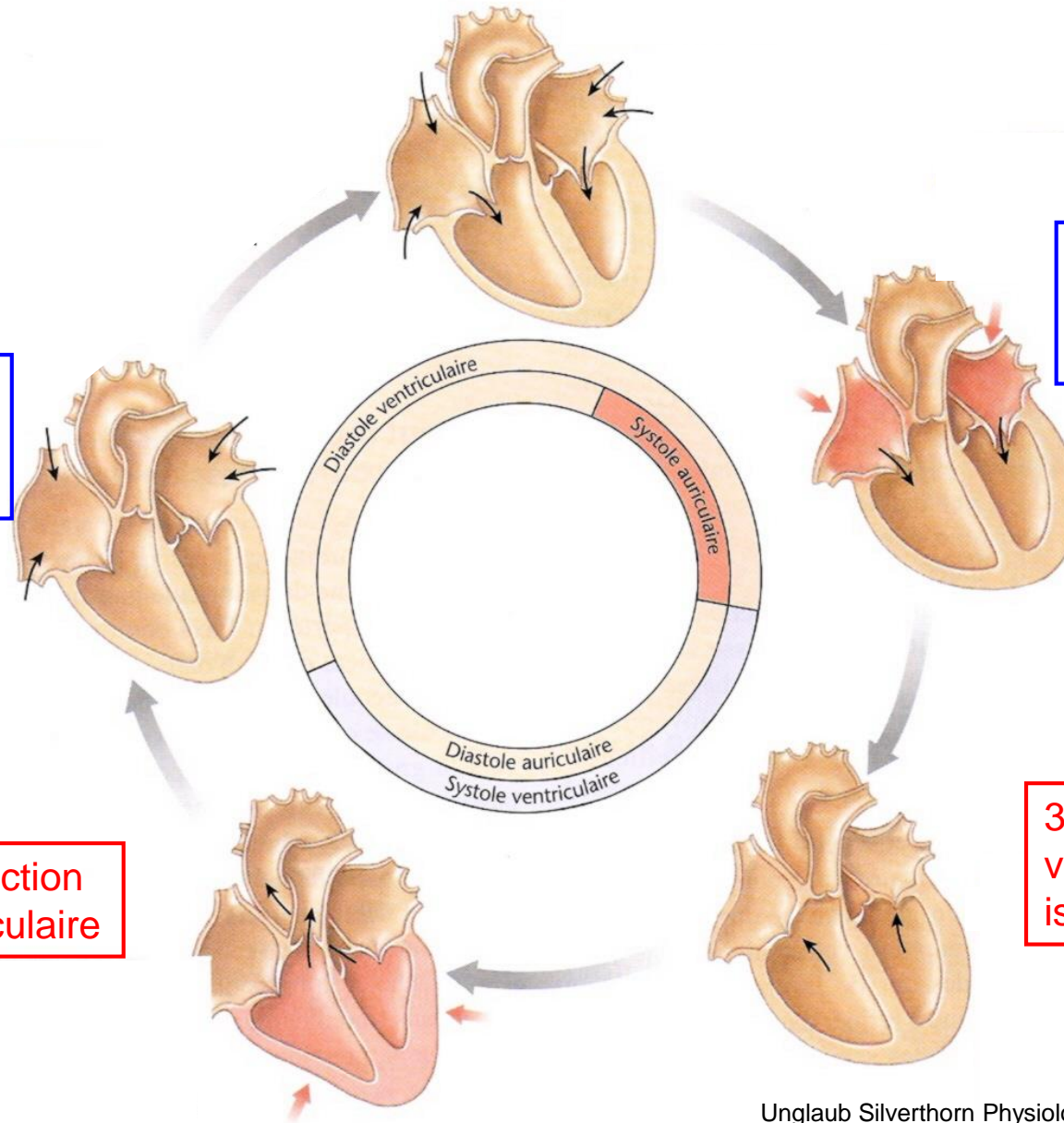
2 : Remplissage ventriculaire passif (80 %)

1: Relaxation  
ventriculaire  
isovolumique

2 : Remplissage  
ventriculaire actif  
(20 %)

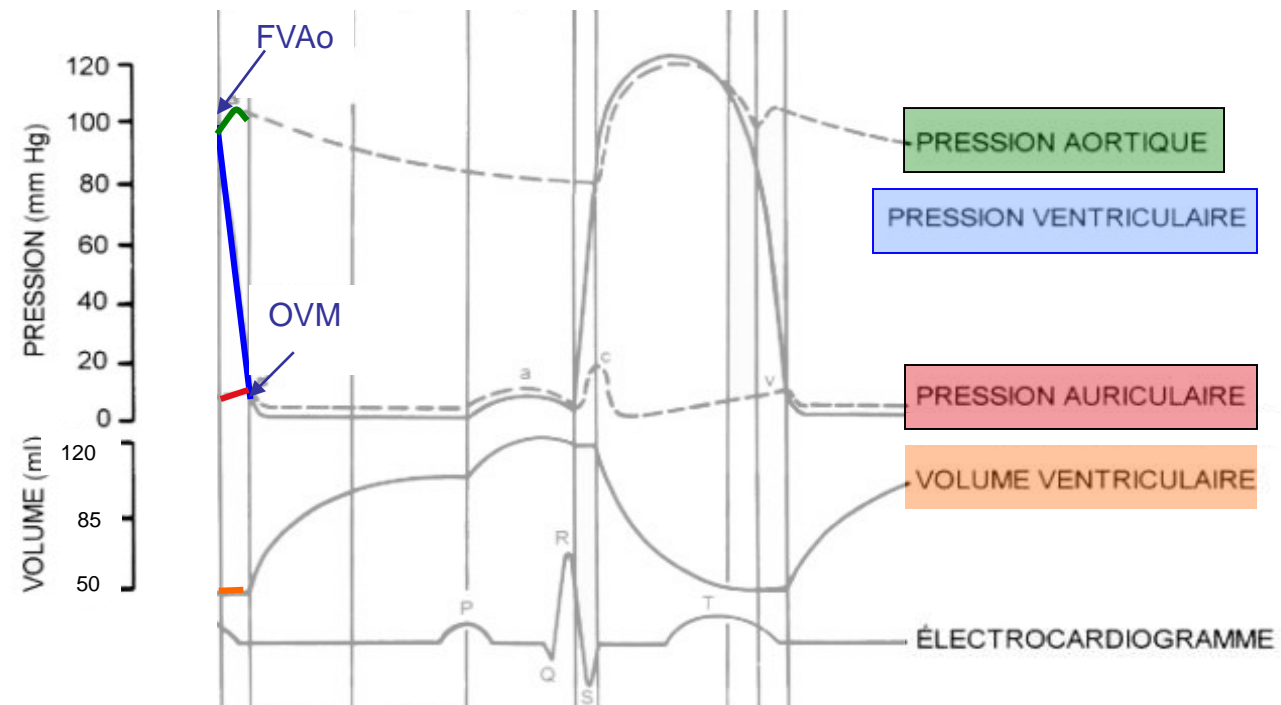
3 : Contraction  
ventriculaire  
isovolumique

4 : Éjection  
ventriculaire

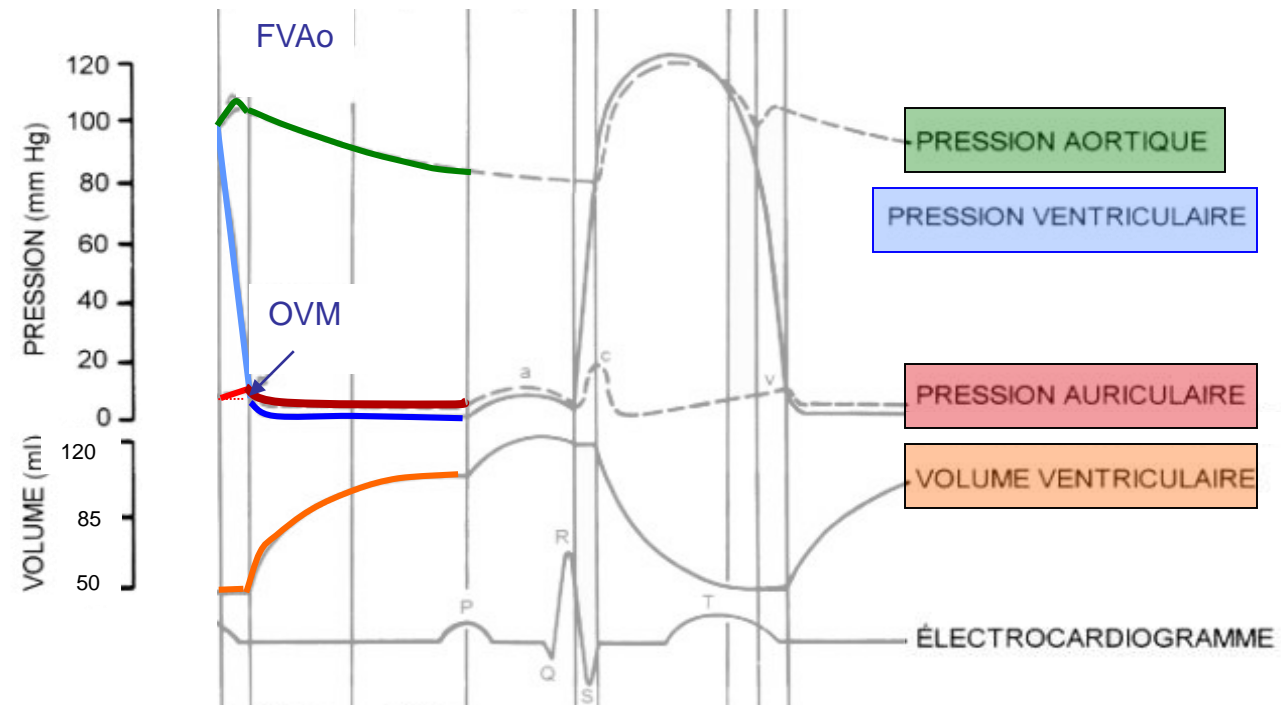


# Relaxation isovolumique

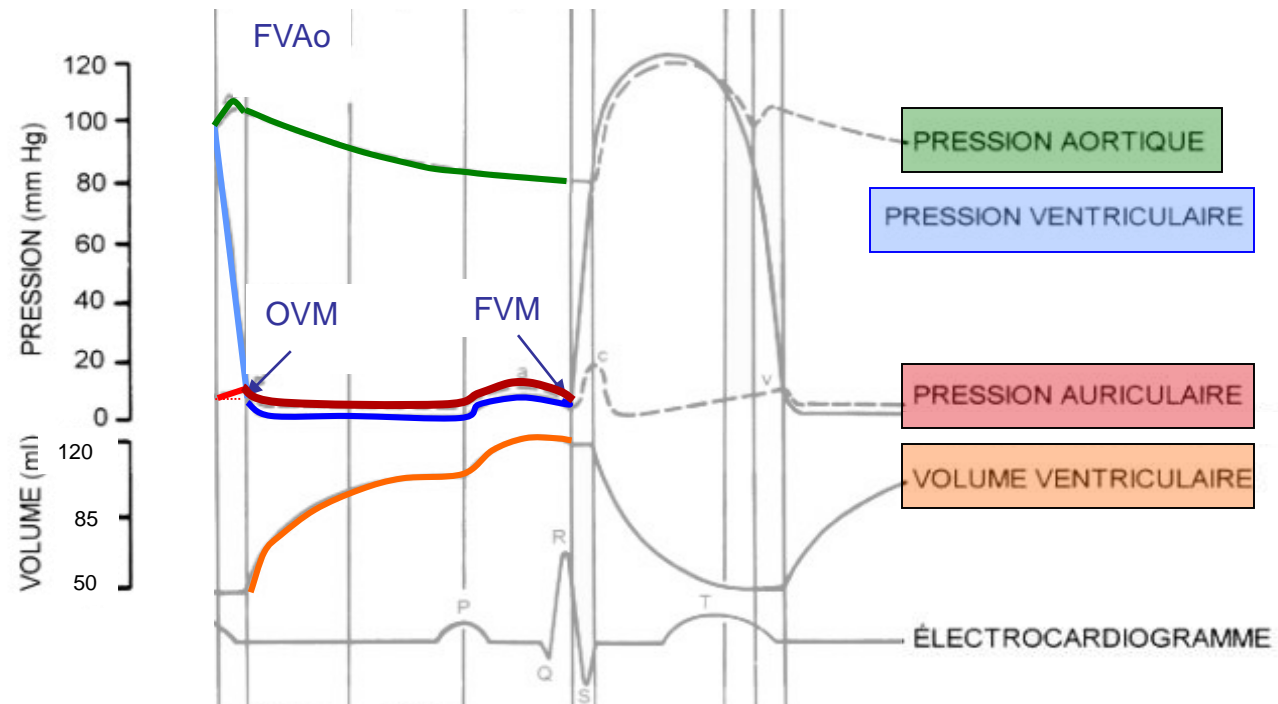
**FVAo – fermeture valve aortique**  
**OVM – ouverture valve mitrale**



# Remplissage ventriculaire (passif)

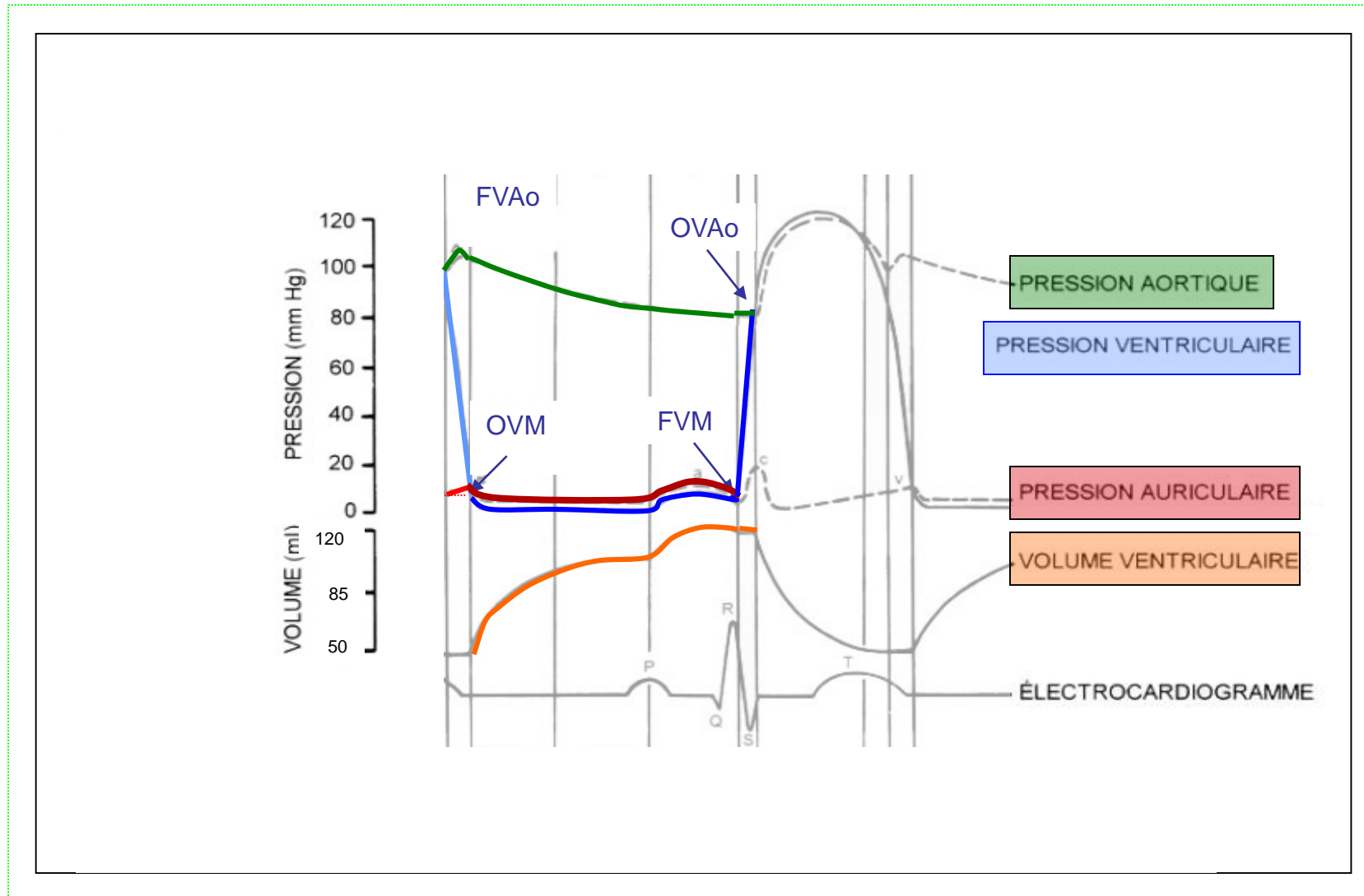


# Remplissage ventriculaire (actif)

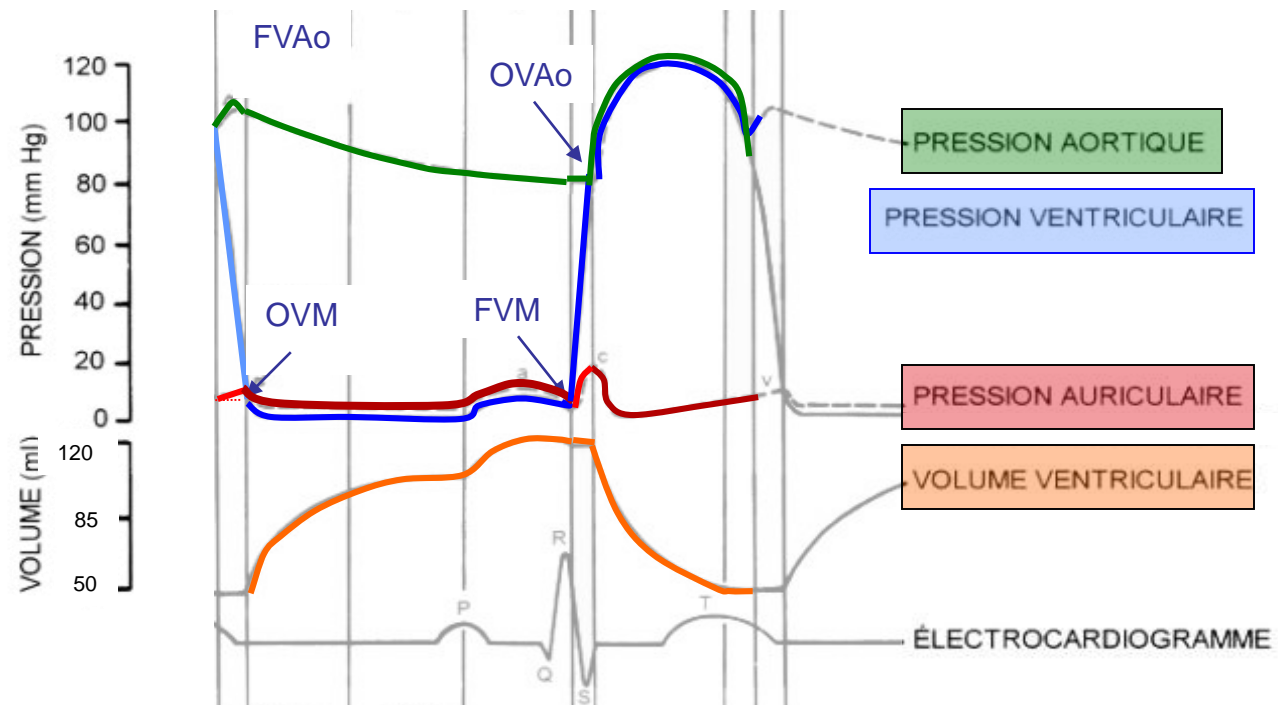


**VOLUME TELEDIASTOLIQUE VG – VTD VG**  
**PRESSON TELEDIASTOLIQUE VG – PTDVG**

# Contraction isovolumique



# Éjection ventriculaire



**VOLUME TELESYSTOLIQUE VG – VTS VG**  
**PRESSIION TELESYSTOLIQUE VG – PTS VG**

# cathétérisme cardiaque gauche



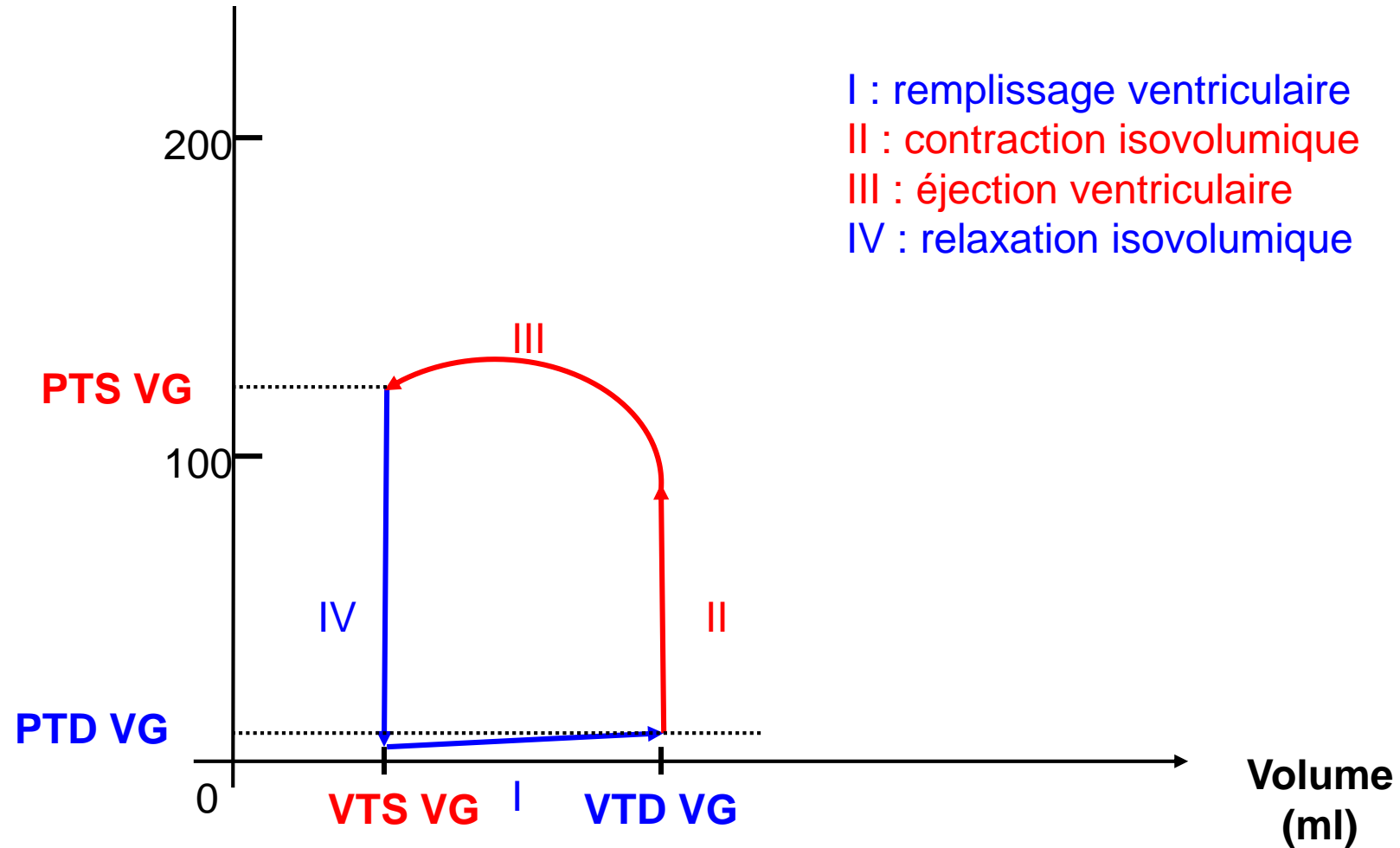
# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle

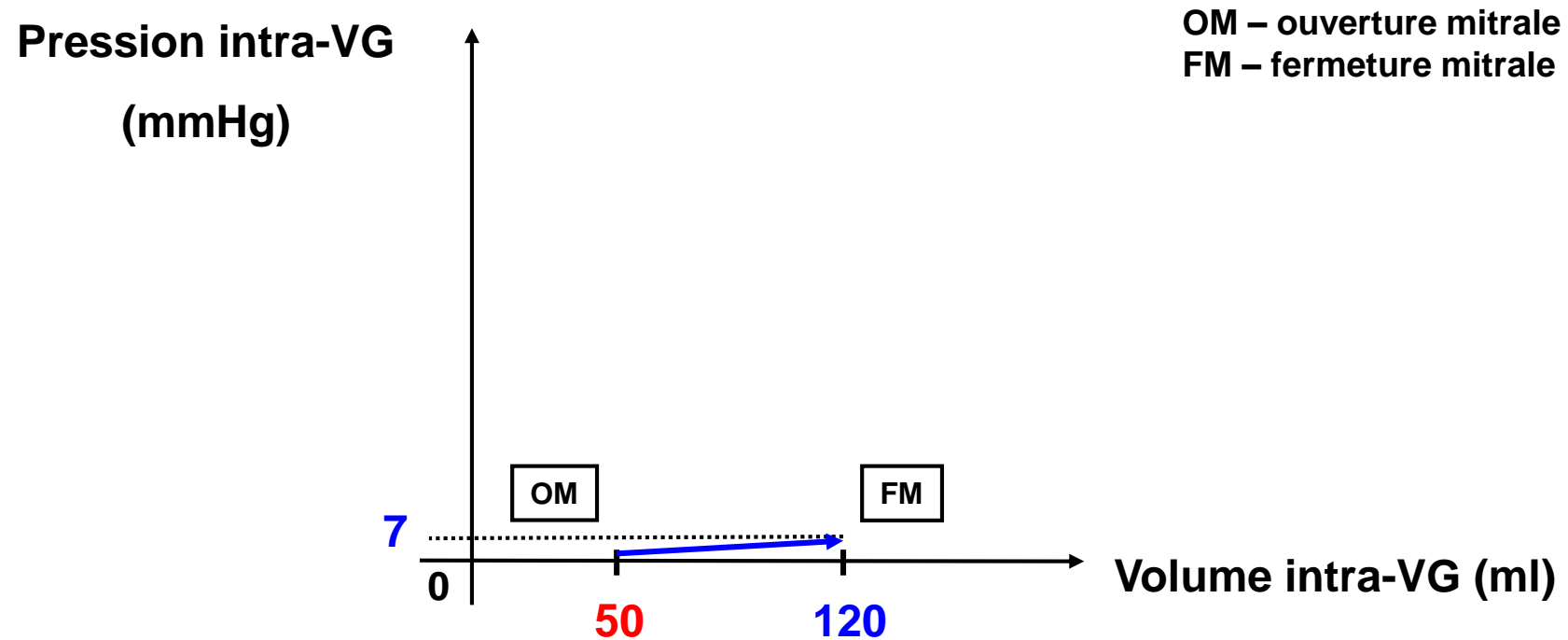


# boucle pression-volume

Pression intra-VG  
(mmHg)



# Le remplissage ventriculaire

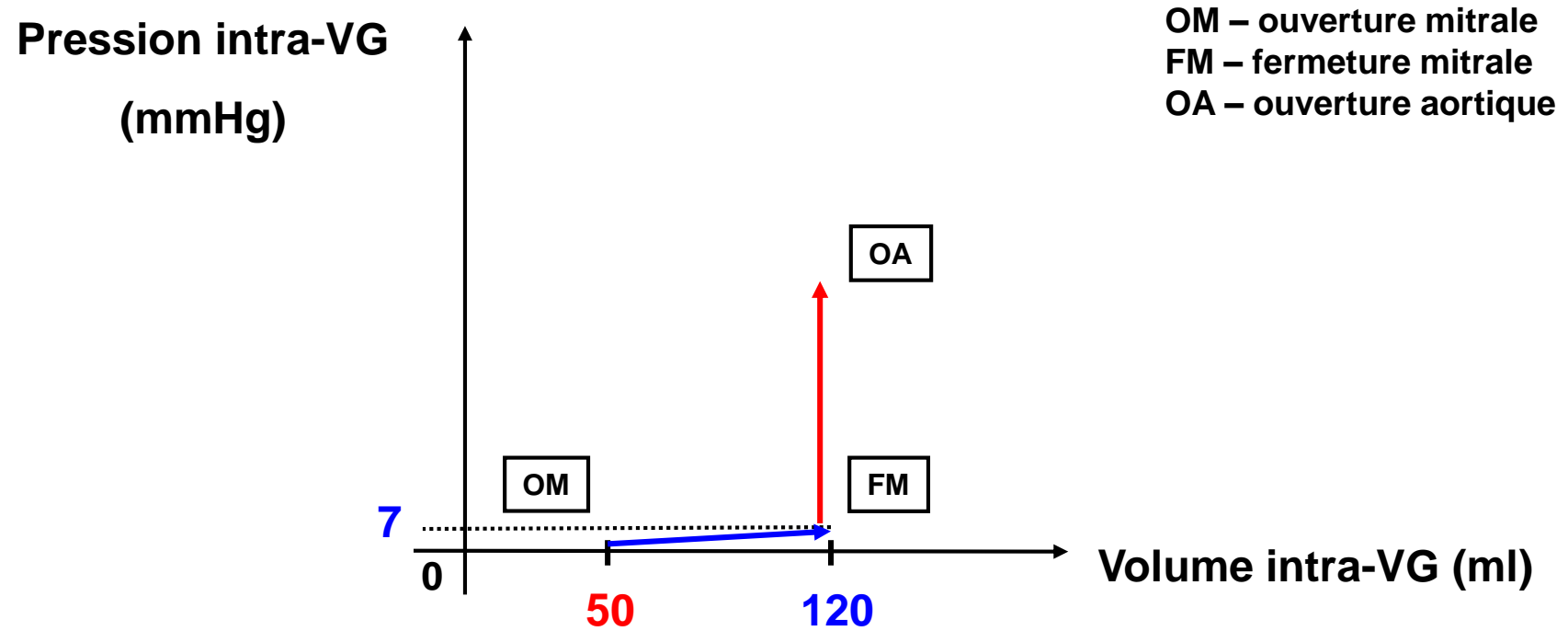


VOLUME TELEDIASTOLIQUE VG – VTD VG  
PRESSION TELEDIASTOLIQUE VG – PTD VG

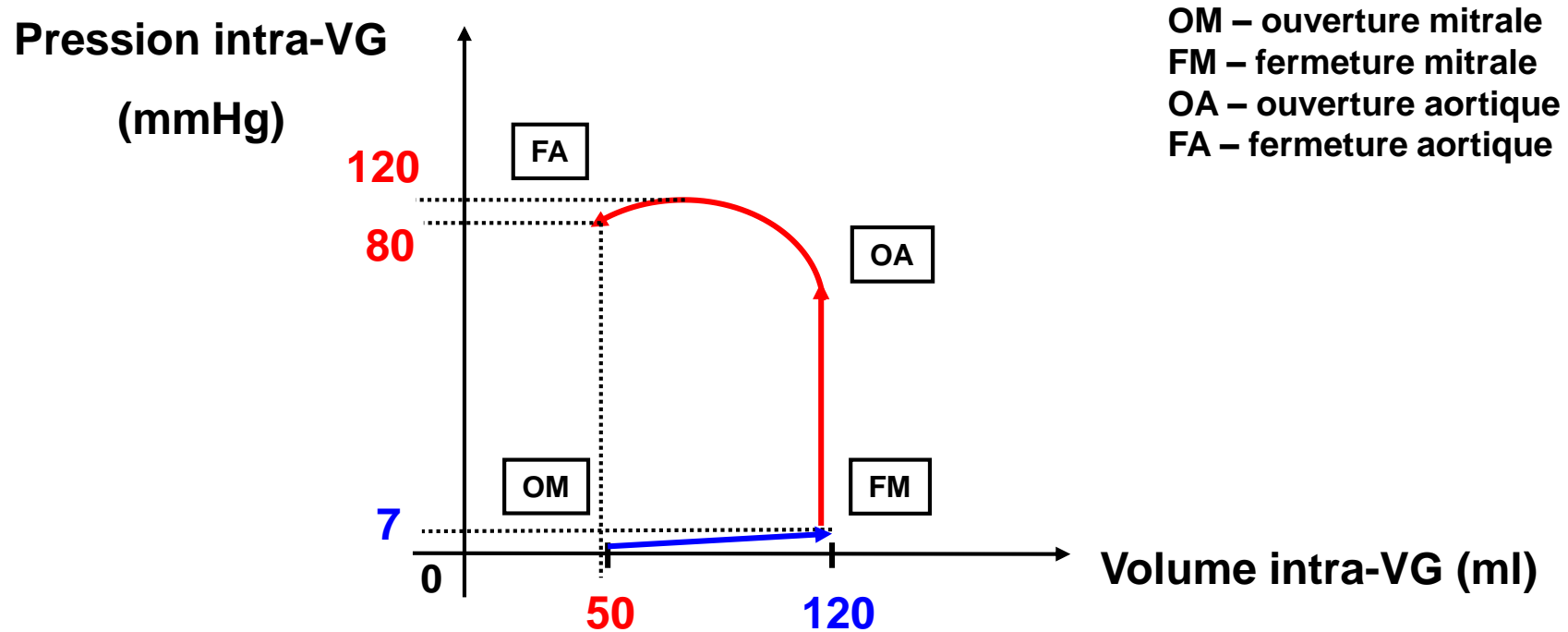


Conditions de CHARGE du VG

# La contraction isovolumique



# L'éjection ventriculaire

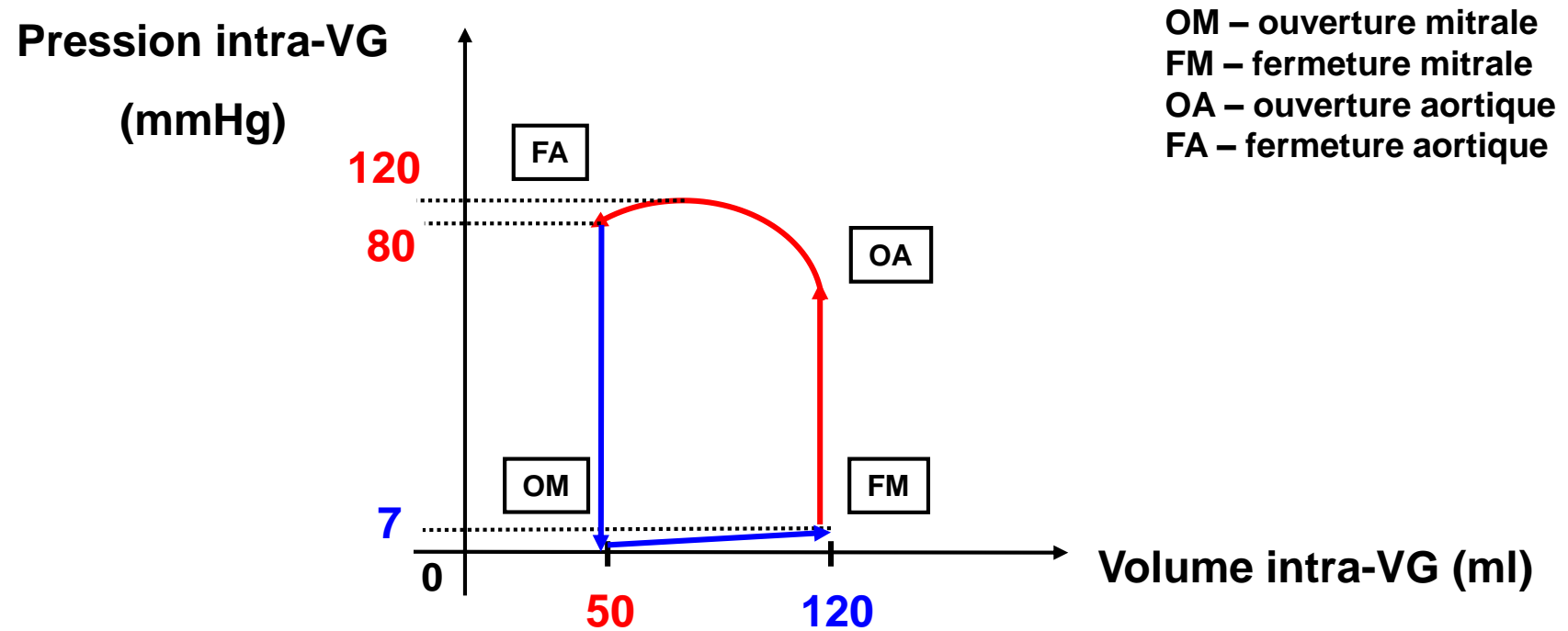


VOLUME TELESYSTOLIQUE VG – VTS VG  
PRESSION TELESYSTOLIQUE VG – PTS VG

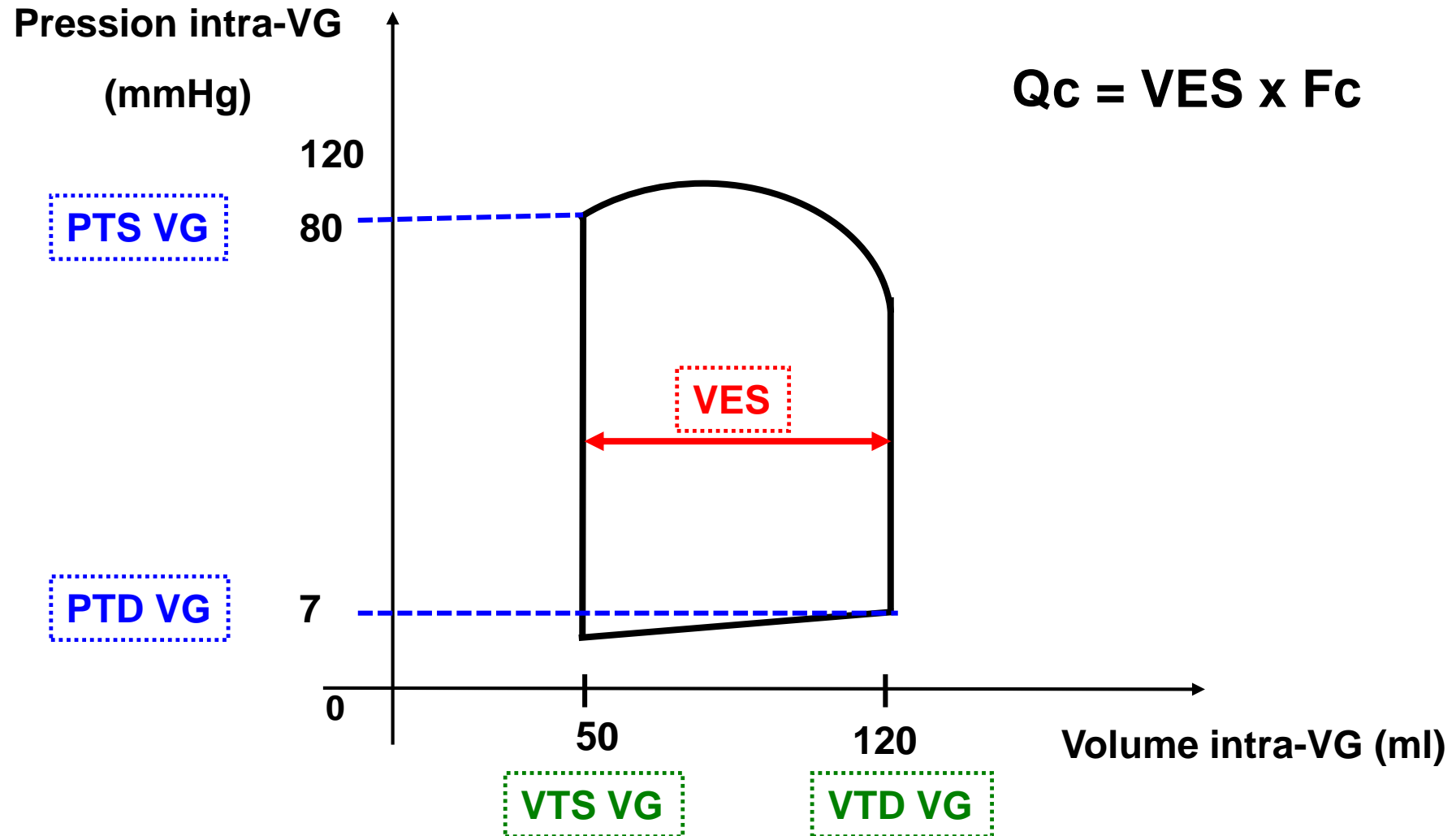
$$\begin{aligned} \text{VES} &= \text{VTD} - \text{VTS} \\ \text{VES} &= 120 - 50 = 70 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FE} &= \text{VES} / \text{VTD} \\ \text{FE} &= 70 / 120 = 58 \% \end{aligned}$$

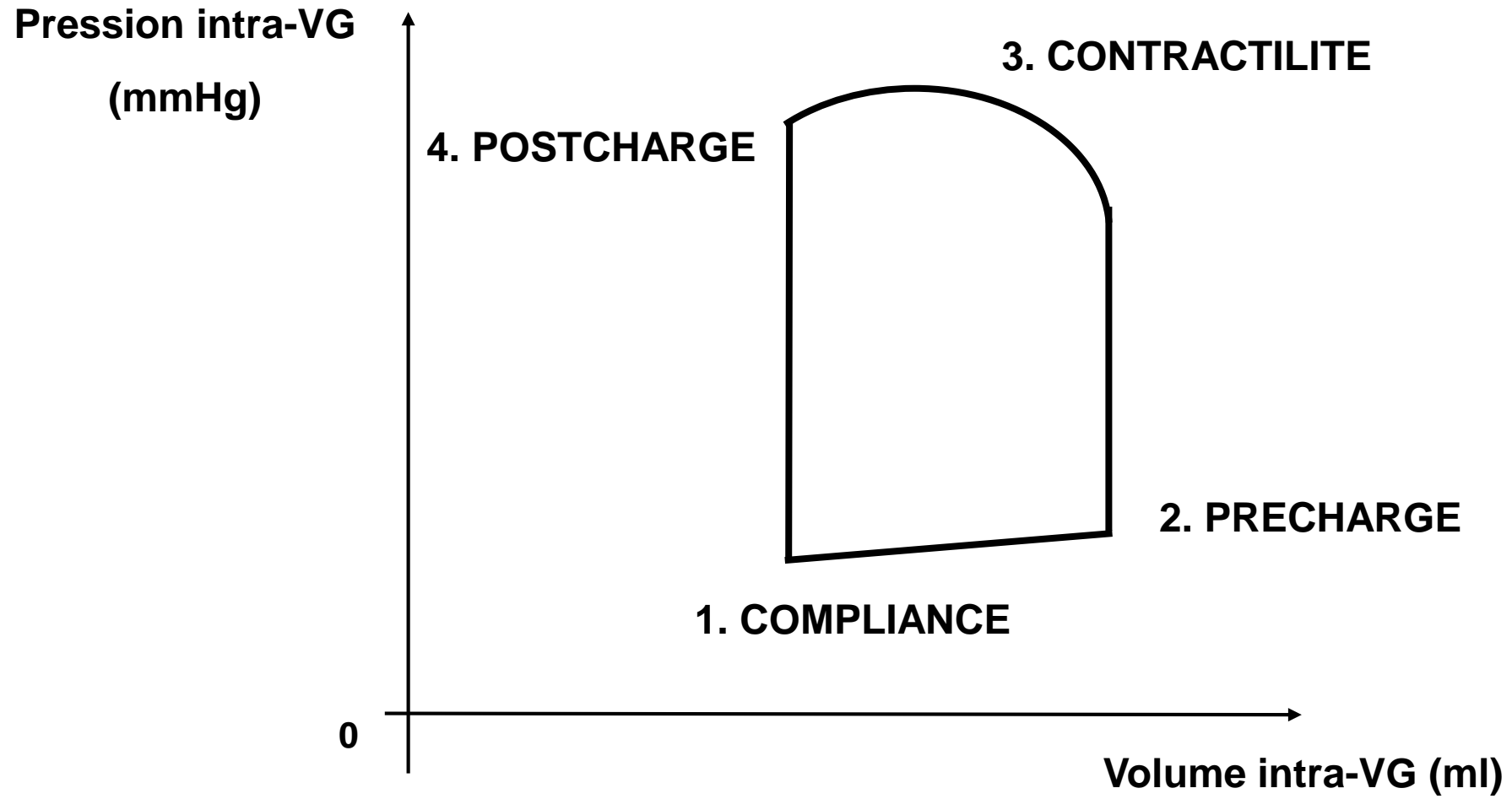
# La relaxation isovolumique



# La boucle débit-volume



# Déterminants de la boucle débit-volume



# PLAN

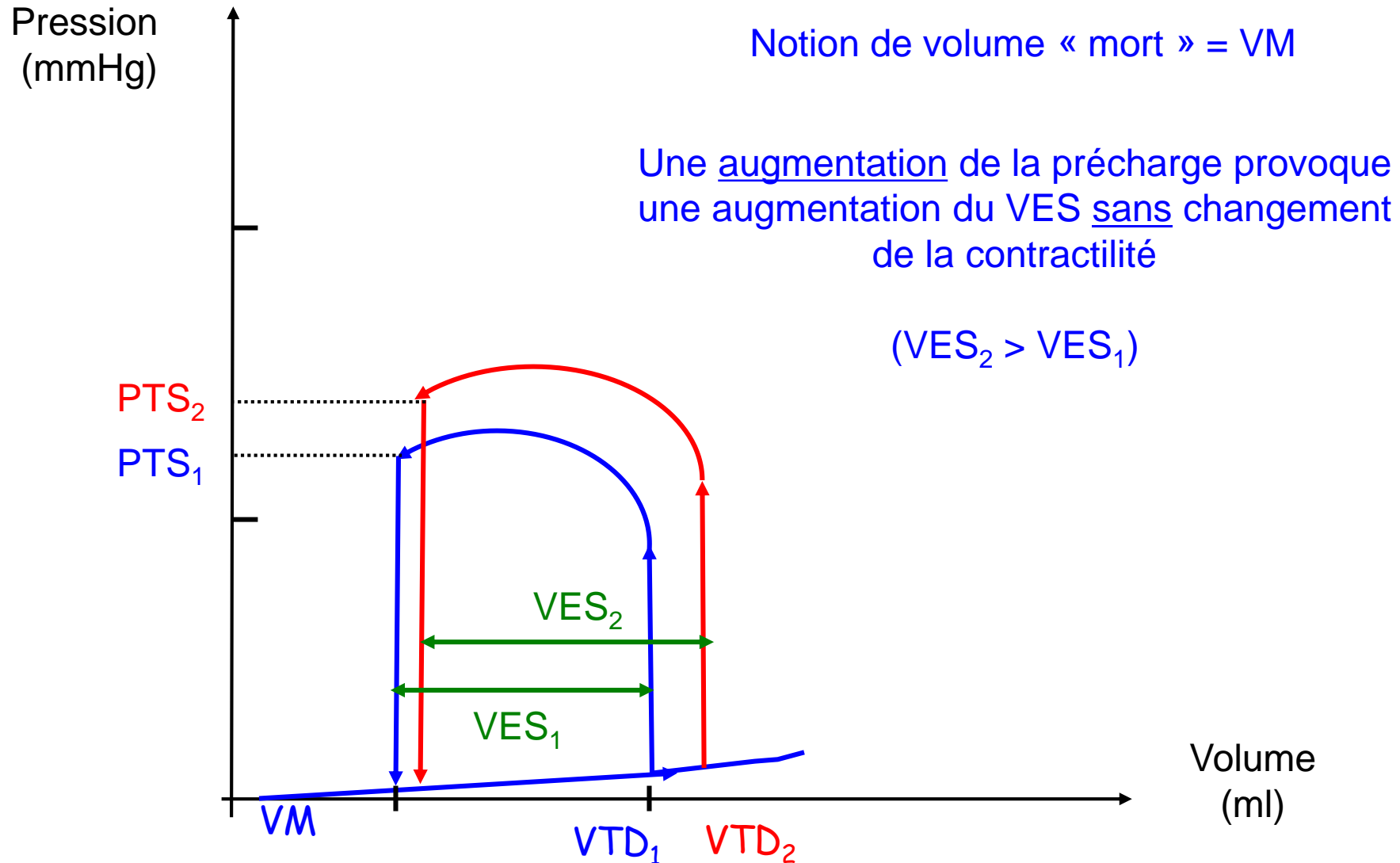
- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle



# La précharge

- C'est l'ensemble des facteurs qui contribuent à la grandeur du volume télédiastolique
- Dans le système CV (circuit fermé), on peut l'assimiler à tout ce qui revient au niveau du cœur droit = retour veineux

# La précharge



# La loi fondamentale du cœur

- « dans les limites physiologiques, plus le volume du cœur est grand, plus l'énergie de sa contraction (...) est importante à chaque contraction »
- loi de Frank-Starling

# Les déterminants de la précharge

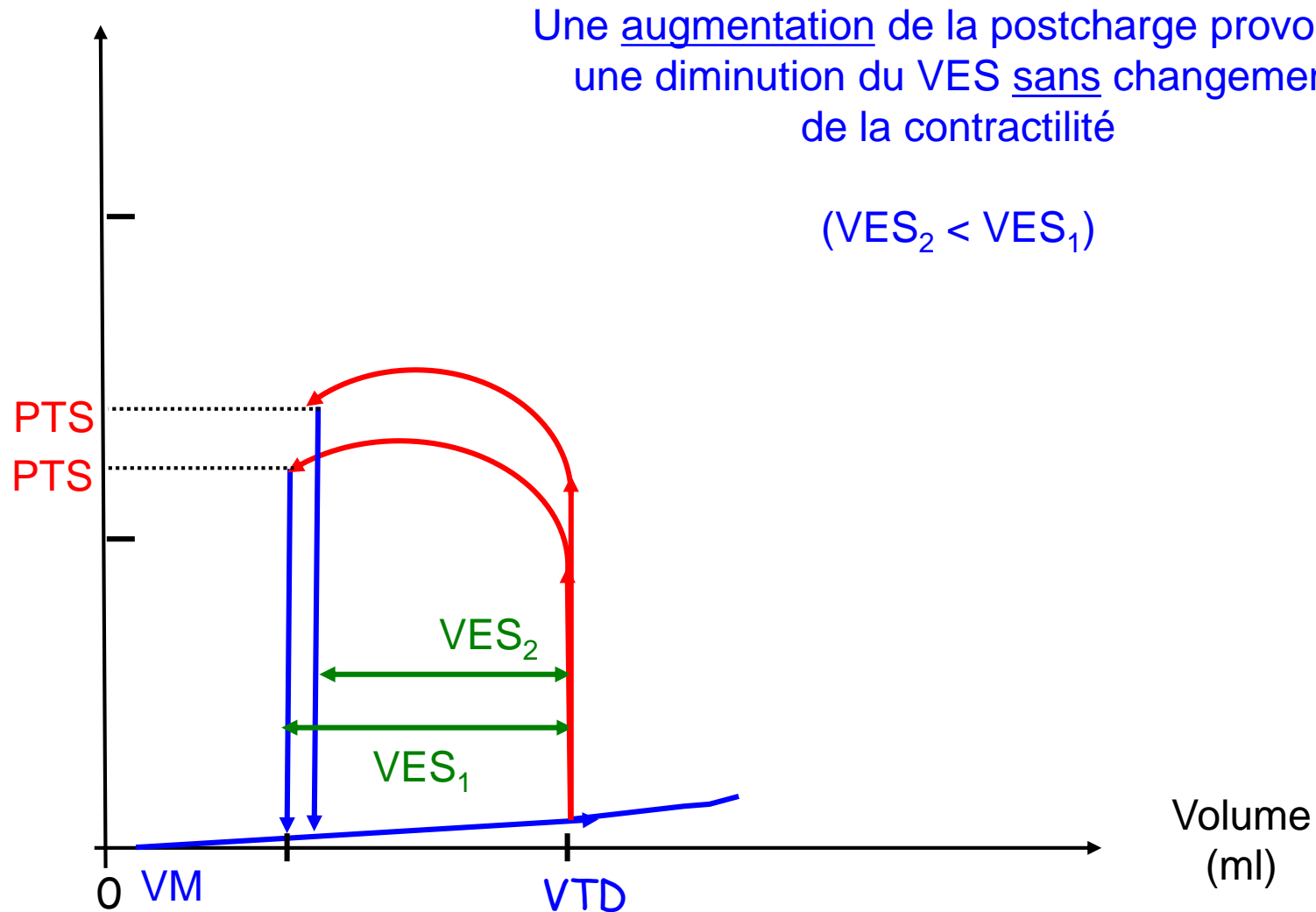
- Retour veineux +++
  - Volémie (absolue ou relative)
  - Position
  - Pompe musculaire périphérique
  - Pompe respiratoire
  - Tonus veineux et résistances veineuses (SNA)
  - Péricarde (en pathologie)
  - Fonction auriculaire (contractilité)
- Compliance du ventricule (performance diastolique)
- La précharge VG est (loi de Laplace)
  - Proportionnelle à la pression qui règne dans la cavité (PTDVG) et au rayon du ventricule
  - Inversement proportionnelle à deux fois l'épaisseur de la paroi

# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle

# La postcharge ventriculaire

Pression (mmHg)



# Déterminants de la post-charge

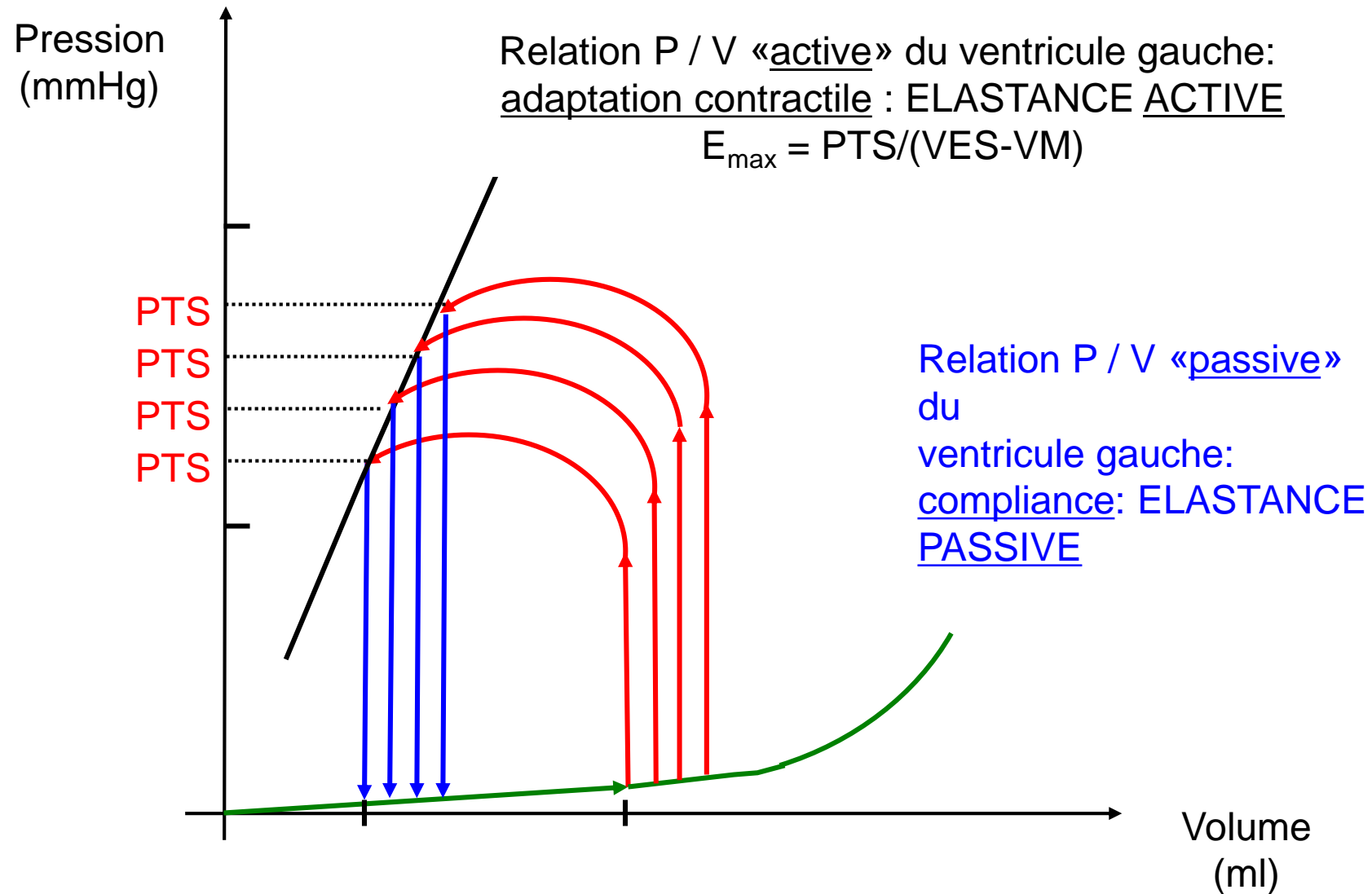
- Résistances vasculaires périphériques (RAS)
  - Pression artérielle ++++
    - SNA
    - Baro-réflexe
    - Endothélium vasculaire
  - viscosité sanguine
  - Rigidité artérielle

# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle



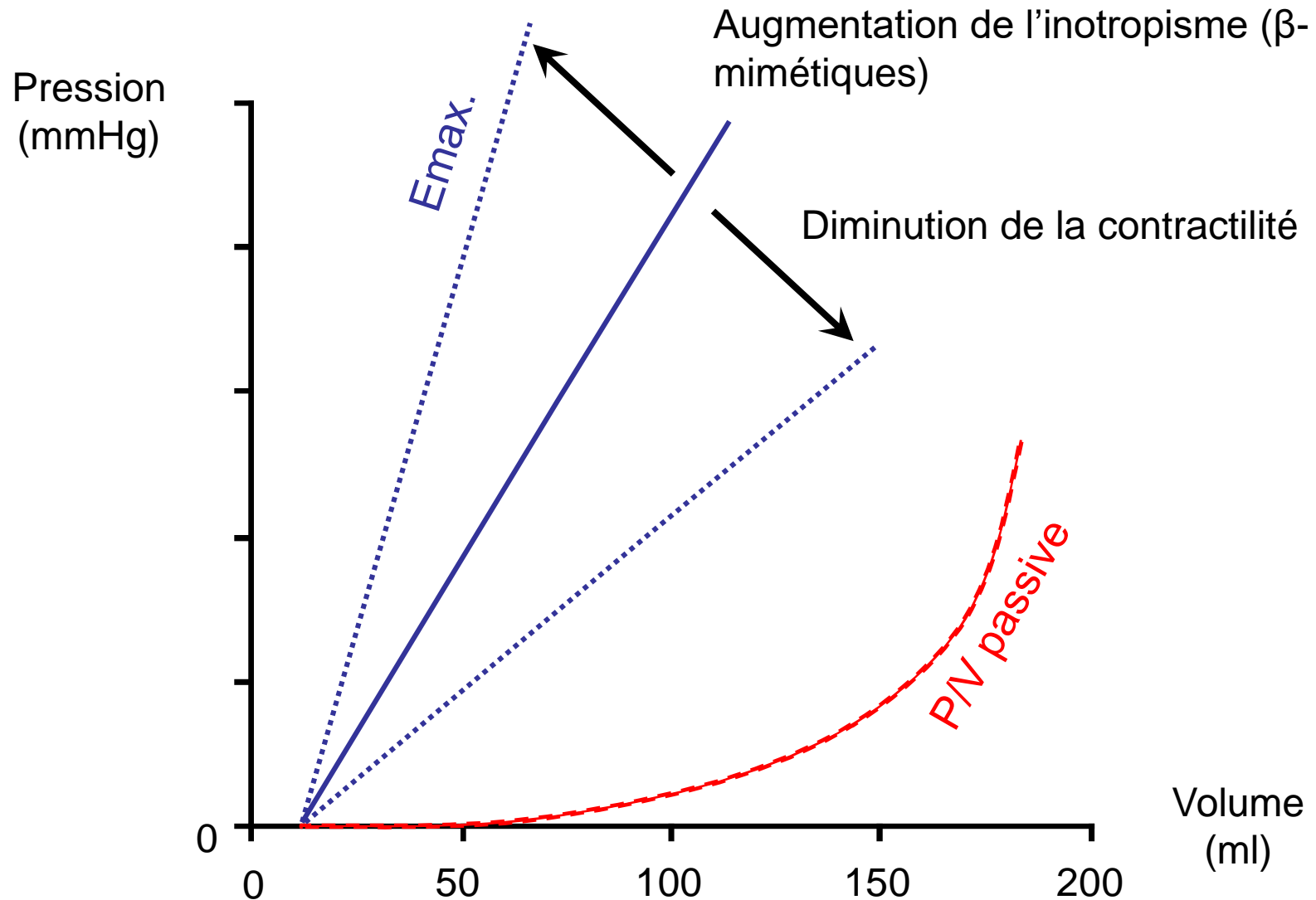
# Élastance ventriculaire



# La contractilité myocardique

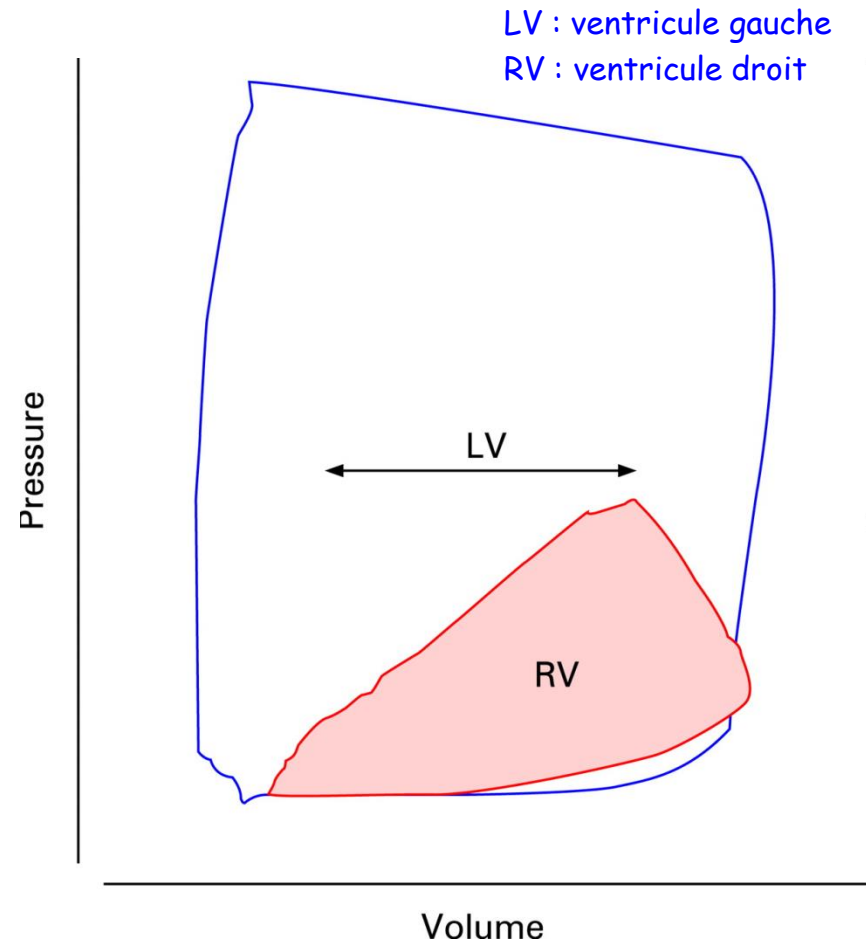
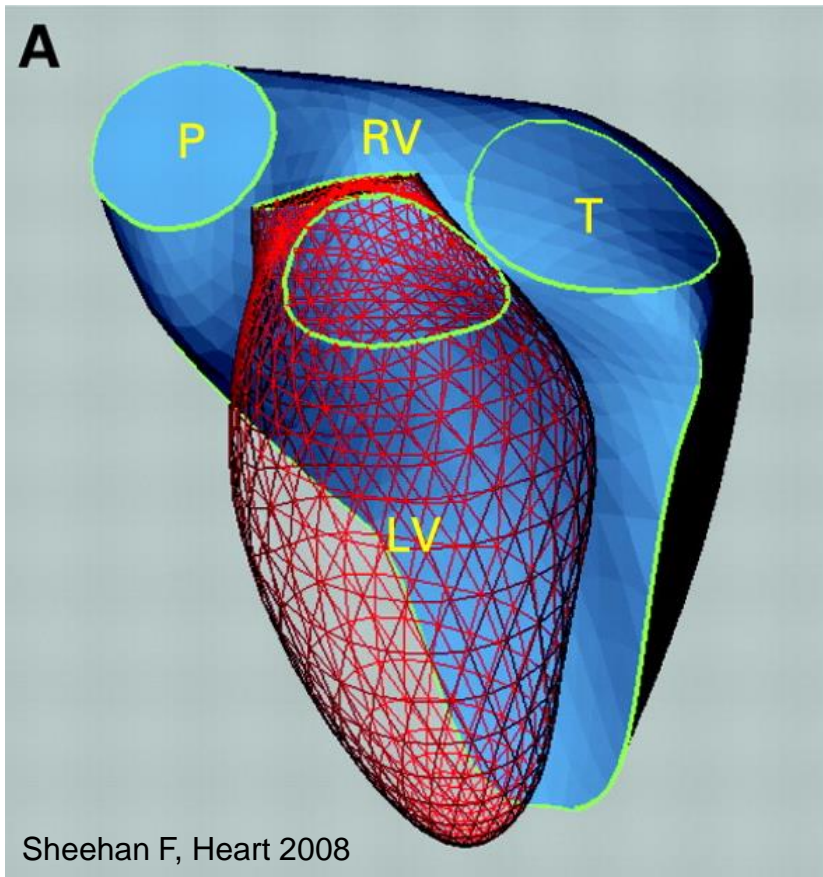
- Inotropisme : propriété intrinsèque des fibres myocardiques, indépendante des conditions de charge
- mesure difficile = élastance active
- approche = fraction d'éjection
- Contrôle **mécanique** : la loi fondamentale du cœur
- Contrôle par le SNA et hormonal

# Contractilité



# Le ventricule droit

P = valve pulmonaire  
T = valve tricuspide  
RV = ventricule droit  
LV = ventricule gauche



D'après Redington AN, Br Heart J 1988

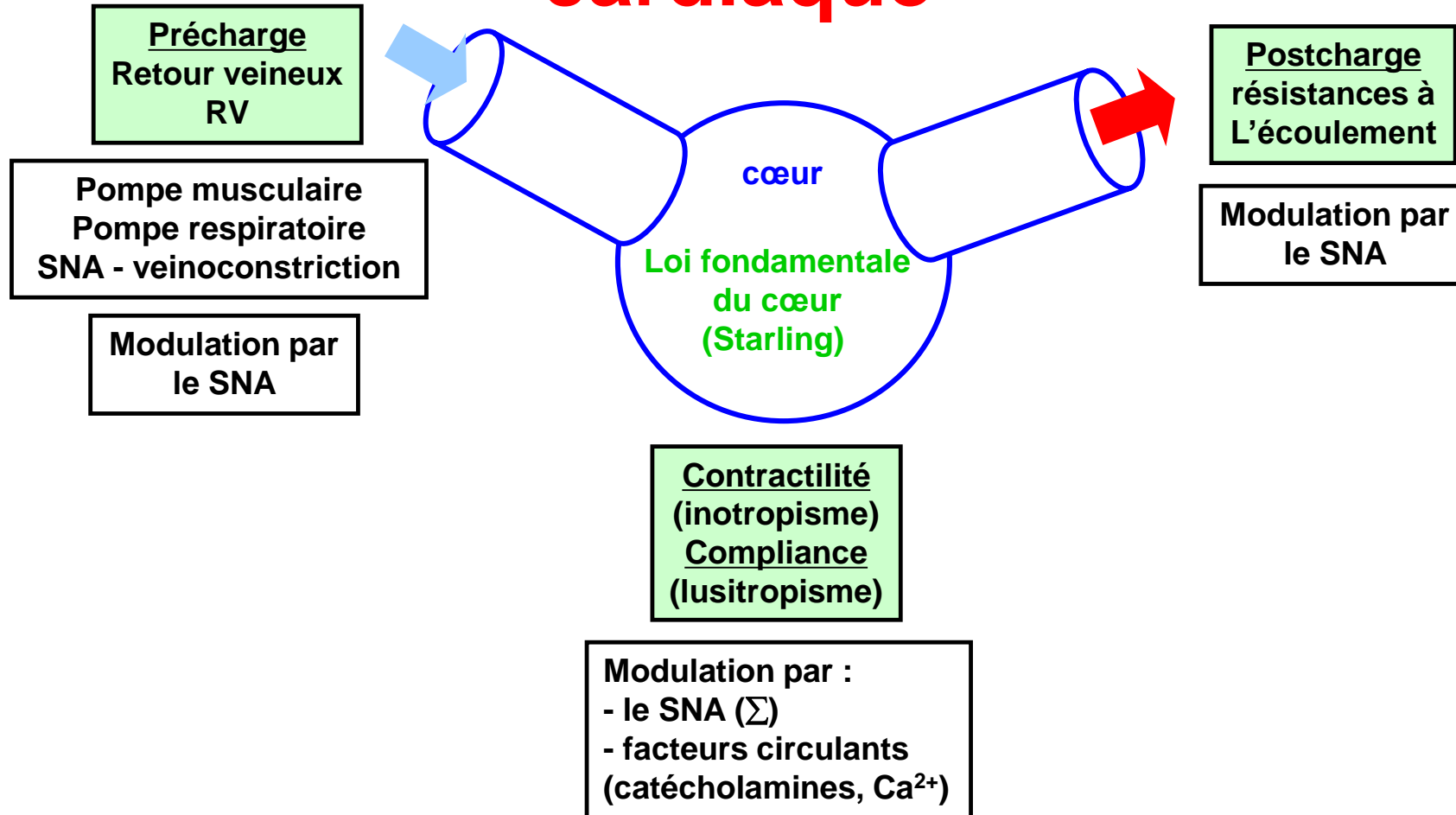
# PLAN

- Le cycle cardiaque
- la boucle pression-volume du ventricule gauche
  - la précharge
  - la postcharge
  - la contractilité
- le débit cardiaque et son contrôle

# Le débit cardiaque

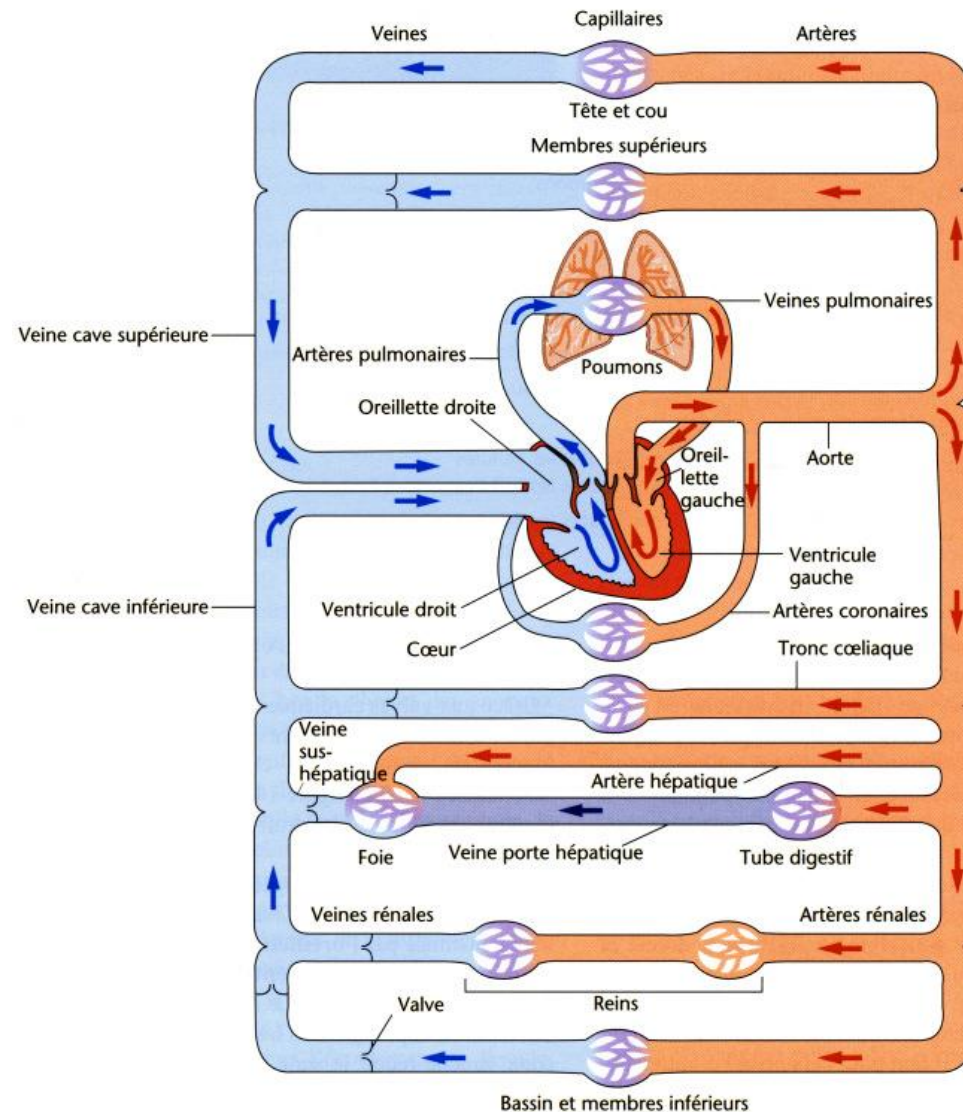
- **Définition** : c'est la quantité de sang mise en mouvement par unité de temps
- C'est une mesure de la **performance du système cardio-vasculaire** dans son ensemble
- Au repos si VES = 80 ml et Fc de 70/min
$$\dot{Q}_c = 5,6 \text{ l.min}^{-1}$$
- Index cardiaque = débit/surface corporelle  
en  $\text{l.min}^{-1}.\text{m}^{-2}$
- **Valeurs normales** :
  - $\dot{Q}_c = 4 \text{ à } 7 \text{ l.min}^{-1}$
  - Index Cardiaque = 3 à 3,5  $\text{l.min}^{-1}.\text{m}^{-2}$

# Facteurs de contrôle du débit cardiaque



**Le contrôle du débit se fait par le débit du retour veineux**

# distribution du débit cardiaque





# Messages essentiels du cours

- le cœur a un fonctionnement cyclique et un contrôle cycle à cycle
- le comportement du ventricule dépends de paramètres
  - physiologiques : contractilité et compliance
  - hémodynamiques : précharge et postcharge
- le débit cardiaque est contrôlé par le débit du retour veineux lui même contrôlé par les besoins des organes

# Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en Première Année Commune aux Etudes de Santé (PACES) à l'Université Grenoble Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.