

# Cycle cardiaque :

## 1/-introduction :

- L'activité cardiaque est un phénomène périodique: Activité cyclique associée: électrique et mécanique.
- Le cœur se contracte de façon cyclique selon une succession de révolutions cardiaques ou cycles cardiaques.

⇒ Cycle cardiaque = Tous les phénomènes sont associés avec la fréquence (fréquence cardiaque) .

- Le cycle comprend :
    - une phase de travail: la systole (1/3).
    - une phase de repos, la diastole (2/3) Donc: Cycle cardiaque = systole + diastole.
- La durée d'un cycle est en moyenne de 0,8 s: 0,5 s de la diastole et 0,3 s de la systole §Le cœur se repose plus qu'il ne travaille : infatigable et non tétanisable §1 révolution cardiaque est constituée : \*d'une systole auriculaire.
- \*d'une systole ventriculaire .
- \*d'une diastole générale .
- La dépolarisation des cellules provoque la **systole**: la phase de contraction puis éjection.
  - La repolarisation des cellules entraîne la **diastole**: la phase de relâchement qui permet le remplissage sanguin des cavités auriculaires et ventriculaires .

## \*La révolution cardiaque :

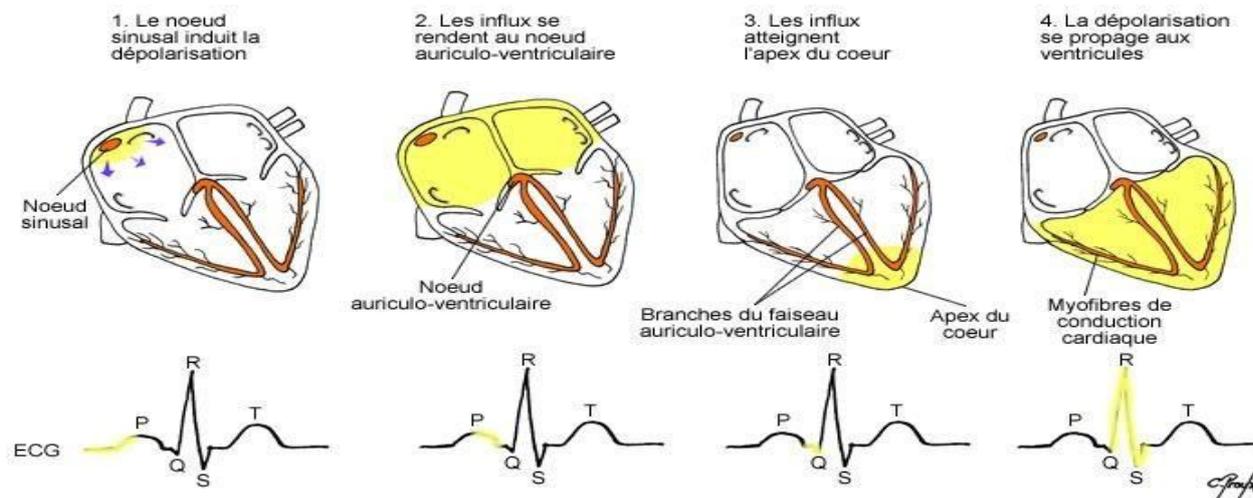
-Alternance de contractions et de relaxations : pompe propulsant le sang.

-Cycle cardiaque = patron(NS) des répétitions des contractions et des relaxations.

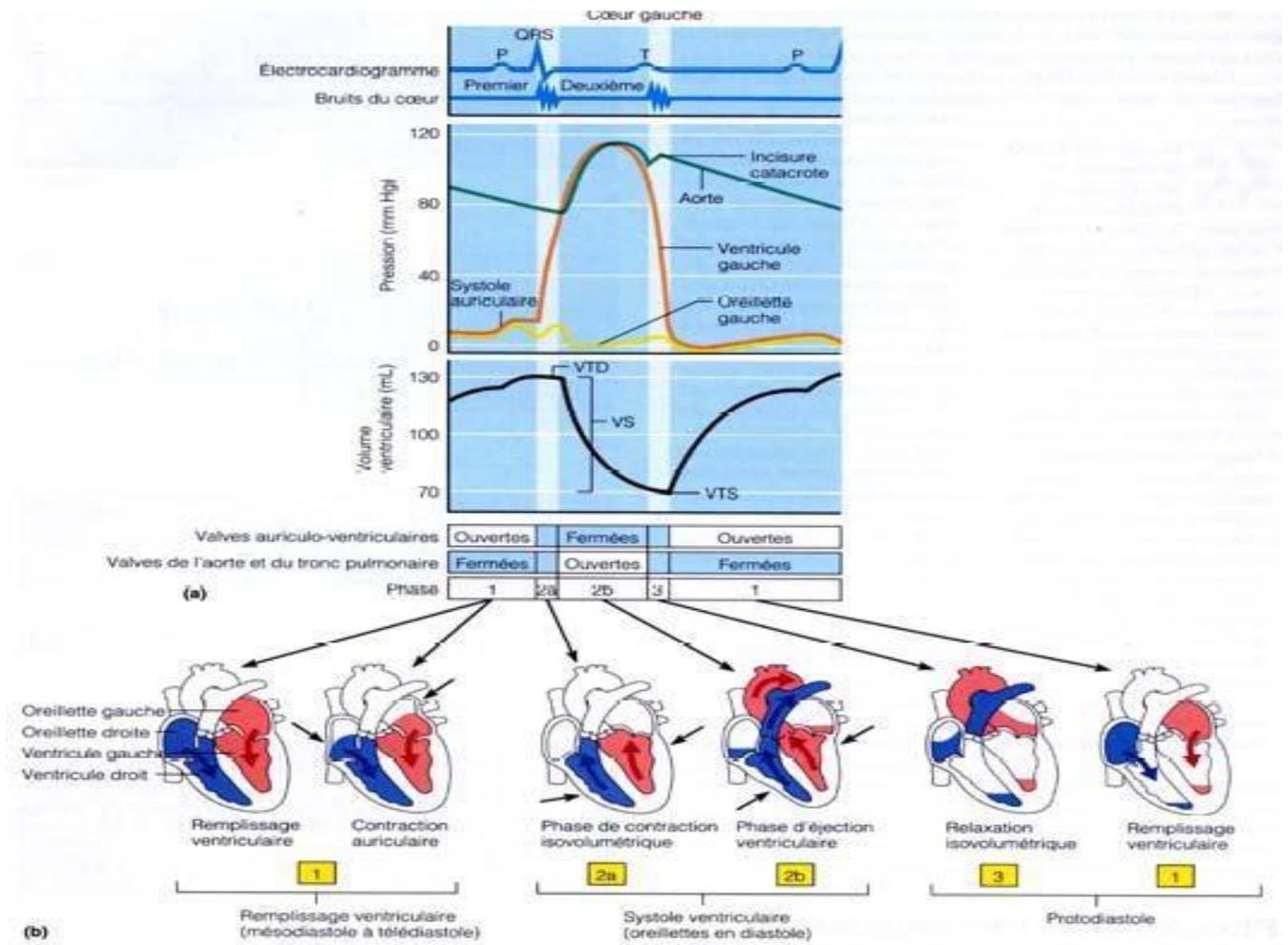
-Deux phases principales : diastole et systole .

-Sang circule d'un système à haute pression vers un système à basse pression

Diastole (2/3) Systole (1/3).



- Les variations de pression et de volume au niveau des ventricules, oreillettes et des artères permettent de suivre le fonctionnement cardiaque : On distingue 5 phases dans une révolution cardiaque.



## 2-Le cycle ventriculaire :

• On peut décrire un des deux cœurs généralement le gauche, mais les événements sont identiques à droite.

- **En début de systole :**

- ❖ **Contraction pre-isovolumétrique** puis  $P_{\text{Ventricules}} > P_{\text{Oreillettes}}$ , les VAV se ferment.

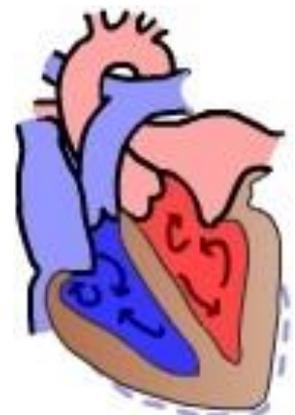
Mais  $P_{\text{Ventricule}} < P_{\text{aorte}} \rightarrow$  les Valves sigmoïdes (VS) restent fermées

Le sang reste dans les ventricules à un volume maximum et constant **donc** :

- le VG est rempli de sang
- les valves AV sont fermées

Dans le VG les pressions sont encore faibles.

- dans l'aorte la pression est à un niveau élevé, les sigmoïdes aortiques sont fermées.



Les ventricules se contractent ---> la contraction s'effectue dans une chambre fermée, à volume constant.

- ❖ **Contraction isovolumétrique** : Le sang des veines caves et veines pulmonaire commence à remplir les oreillettes .
- **L'éjection systolique ou systole ventriculaire isotonique** :

Ensuite,

- ✓ Les ventricules sont encore contractés
- ✓  $P_{\text{Ventricules}} > P_{\text{Artères}}$  , les VS s'ouvrent
- ✓ Les VAV restent fermées (cela évite au sang de remonter des ventricules aux oreillettes)
- Le sang a ouvert les sigmoïdes aortiques : propulsion du sang dans l'aorte. Pendant 1/5 de seconde, le cœur propulse le volume sanguin qui **va circuler pendant tout un cycle**:

• une partie du sang circule .

• une partie du sang est mise en réserve dans l'aorte par distension de l'aorte, puis il est redistribué pendant la diastole .

- ✓ Le sang est éjecté des ventricules vers les artères (environ 70-100mL par ventricule).

- **La diastole** :

- Le myocarde est totalement relâché .

En début de relaxation, la pression dans les ventricules est encore élevée : les valves AV sont fermées (pression basse dans l'oreillette).

Dans l'aorte, la pression est toujours  $> 80 \text{ mm Hg}$ ---il y a un petit mouvement rétrograde de sang de l'aorte vers le ventricule, puis fermeture des valves sigmoïdes.

- $P_{\text{Ventricules}} \text{ diminue et } P_{\text{Ventricules}} < P_{\text{Artères}}$  les VS se ferment, les VAV sont fermées---le volume ne change pas : **Relaxation isovolumétrique**.

Le volume ventriculaire est minimum et constant : volume téléstolique .

- Le sang va ensuite progresser par l'élasticité de l'aorte : **la circulation est continue dans les vaisseaux** (c'est l'élasticité artérielle qui donne la puissance).

- Le sang veineux finit de remplir les oreillettes .

- **Remplissage passif** :

- ✓ La relaxation se poursuit. la pression est élevée dans l'aorte : les sigmoïdes sont fermées.
- ✓ L'oreillette s'est remplie de sang progressivement pendant les autres phases.
- ✓ La pression devient légèrement supérieure à celle des ventricules.  $P_{\text{Ventricules}} < P_{\text{Oreillettes}} \longrightarrow$  les VAV s'ouvrent.
- ✓ L'ouverture des valves AV provoque le passage du sang dans le ventricule : c'est la phase de remplissage, d'abord rapide, puis plus lent (diastasis), avec accès direct des veines dans le ventricule.
- ✓ Le myocarde est toujours relâché.
- ✓ Le sang des oreillettes remplit passivement les ventricules (80%).



- **La systole auriculaire ;**

- ✓ Le cycle se termine par la contraction des oreillettes.
- ✓ Elle est de faible intensité, sous une pression de quelques mm Hg : peu importante physiologiquement.
- ✓ POreillettes > Pventricules
- ✓ Fin du remplissage des ventricules par cette contraction des oreillettes : Le ventricule se remplit un peu plus **remplissage actif (20%)**.
- ✓ Les sigmoïdes sont fermées(cela évite au sang artériel de retomber dans les ventricules)



- La localisation du sang dans les cavités cardiaques permet de distinguer :
  - Les phases de remplissage des ventricules : diastole (80%) et systole auriculaire (20%)
  - Les phases d'éjection du sang : systole ventriculaire.

### **-Le cycle ventriculaire:**

#### 1. systole:

##### a. Contraction:

1- Contraction préisovolumétrique et 2- Contraction isovolumétrique.

##### b.L'éjection:

1-Éjection rapide et 2-Éjection lente.

#### 2.Diastole:

##### a.Phase de relaxation iso volumétrique.

##### b.Phase de remplissage :

1-Remplissage rapide et 2-Période intermédiaire(diastasis) et 3-Remplissage terminale.

### **3/-Cycle auriculaire :**

1.Systole auriculaire(contraction et éjection).

2.Diastole auriculaire( relâchement et remplissage).

- L'ensemble et sous le jeu de pression /volume sous control du couplage électro-mécanique.

### **4/-COURBE DES PRESSIONS :**

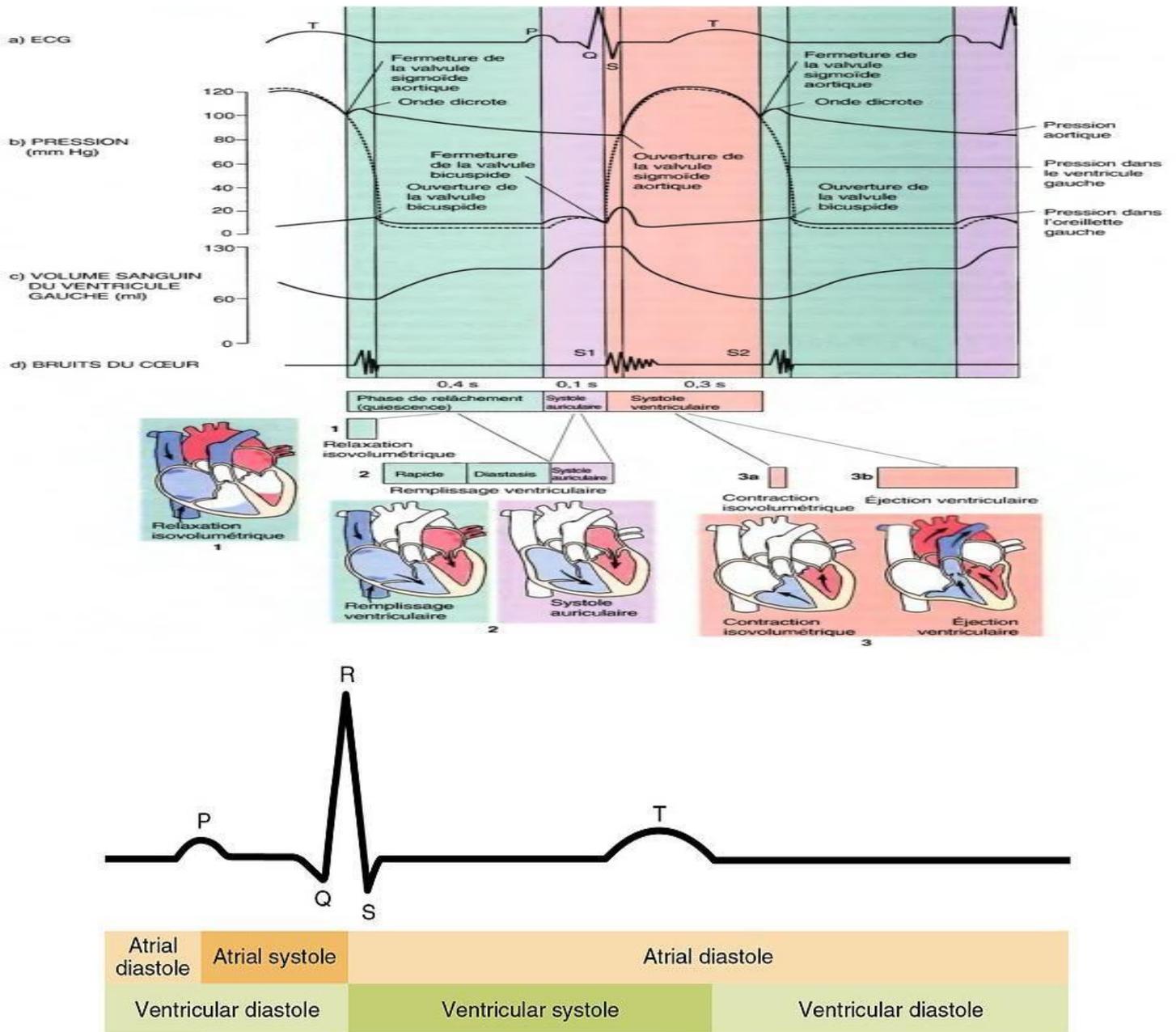
- On décrit généralement le cœur gauche.
- Pour le cœur droit, les pressions sont divisées par trois à quatre.
- Les volumes déplacés sont les mêmes à droite et à gauche.

#### ***1- Courbe de pression :***

##### **A. ventriculaire :**

- La pression est quasi nulle au début du cycle.
- Elle va augmenter jusqu'à provoquer l'ouverture de la valve aortique.

- Les sigmoïdes s'ouvrent à la pression aortique minimale.
- Le ventricule continue sa contraction jusqu'à la pression maximale.
- Puis il se détend, la pression baisse, ce qui détermine la fermeture des sigmoïdes à la pression aortique minimale
- En fin de relaxation, quand le ventricule a repris sa forme initiale, on observe une petite dépression qui correspond à l'aspiration du sang après l'ouverture de la mitrale.



**B. Courbe de pression aortique :**

- La pression aortique est comprise entre 60 et 130 mm Hg.
- Quand les sigmoïdes sont ouvertes, la pression ventriculaire et aortique sont identiques.
- Incisure catacrote : la fermeture des valves sigmoïde est provoquée par un reflux du sang en direction du ventricule.

- Onde dicrote : le rebond de pression aortique est dû à la force élastique de l'aorte. (elle traduit la qualité de l'élasticité aortique).
- Au total : une circulation pulsée d'origine ventriculaire donne lieu à une circulation redressée dans l'aorte.

### C.Cavité auriculaire :

- Quand les valves AV sont ouvertes, les pressions auriculaire et ventriculaires sont identiques.
- La pression augmente modérément pendant la diastole après la pression négative du début.
- On observe un renforcement final due à la systole auriculaire.
- Au début de la contraction ventriculaire, les valves AV bombent vers l'oreillette : petit reflux qu'on peut sentir au niveau des veines jugulaires.
- Pendant le reste de la systole, la montée en pression se fait de façon progressive en raison du remplissage.

**Tableau des pressions normales en mm de HG**

Cavités explorées	Valeurs normales
Ventricule gauche <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systolique</li> <li>• Protodiastolique</li> <li>• Télédiastolique</li> </ul>	125 0 <12
Ventricule droit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systolique</li> <li>• Protodiastolique</li> <li>• Télédiastolique</li> </ul>	25 0 +5
Oreillette gauche (pression moyenne)	2-4
Oreillette droite (pression moyenne)	0-2
Aorte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systolique</li> <li>• Diastolique</li> <li>• Moyenne</li> </ul>	125 70 85
Artère Pulmonaire <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systolique</li> <li>• Diastolique</li> <li>• Moyenne</li> </ul>	25 15 15

### II - Courbe des volumes

- ✓ Le cœur a le volume d'un poing. Son poids est de 300 g. Les cavités ont un volume de 100 ml en réplétion complète.
- ✓ Il existe un volume minimal : le ventricule ne se vide pas complètement. On distingue :
  - le volume éjecté : 50 à 70 %.
  - le volume résiduel : 30 ml. Volume **télesystolique**
- ❖ La persistance de sang évite que les parois entrent en contact, ce qui créerait des lésions de l'endocarde.
- ✓ Le volume est maximal en fin de remplissage c'est à dire en début de cycle. **Volume télédiastolique**.
- ❖ Par définition, il ne change pas pendant la contraction et la relaxation isovolumiques. Il est minimal en fin d'éjection.
- ✓ L'éjection est d'abord rapide puis plus lente.
- ✓ De même, le remplissage est rapide puis lent.

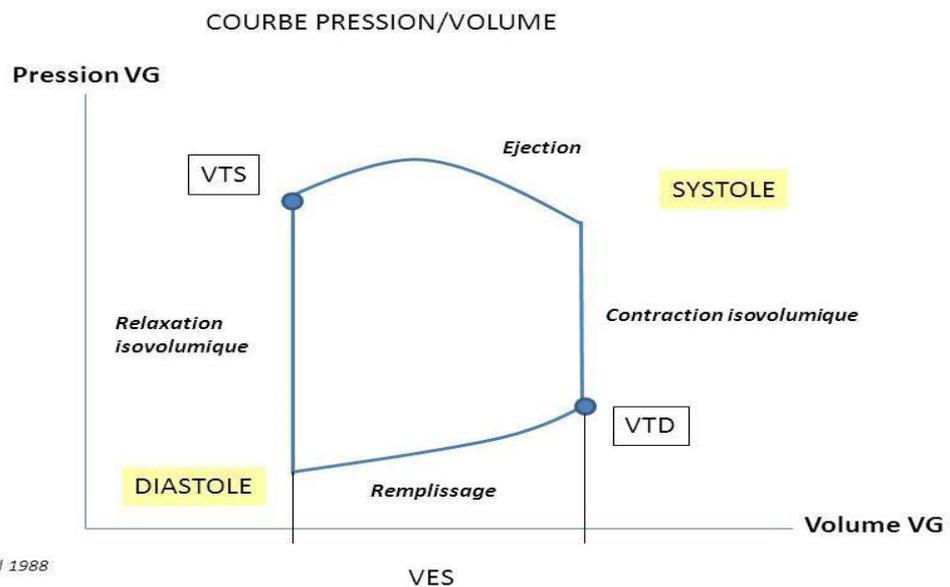
### Au total: les effets circulatoires du cycle cardiaque :

- ✚ **Volume d'éjection systolique (VES)** : Volume de sang éjecté du cœur par les ventricules à chaque contraction (100 ml) .

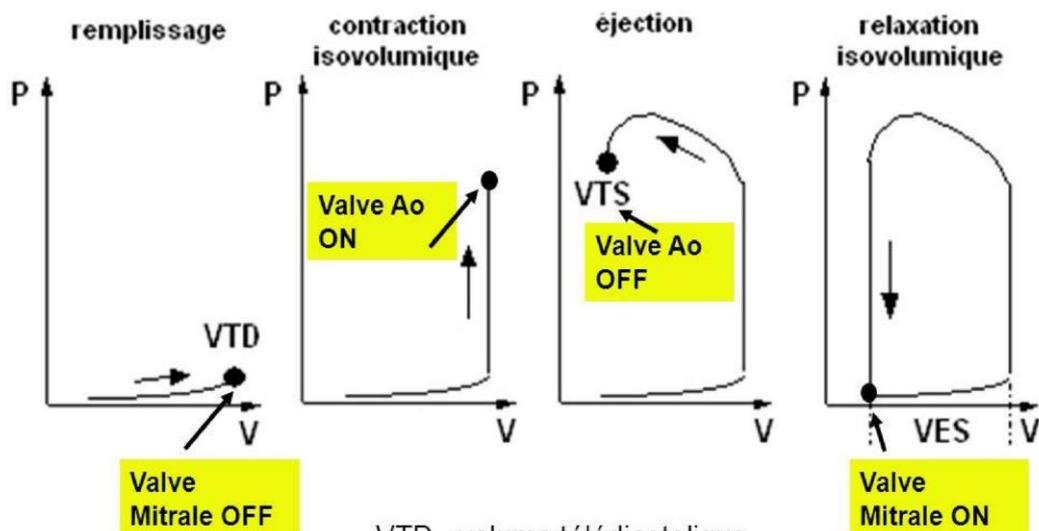
- ✚ **Volume télédiastolique (VTD)** : Volume de sang contenu dans les ventricules juste avant la systole ventriculaire (160 ml) = *volume précharge* .
- ✚ **Volume télésystolique (VTS)** : Volume de sang contenu dans les ventricules à la fin de chaque systole (60 ml) = *volume postcharge* .

$$VES = VTD - VTS$$

- ✚ **Fréquence cardiaque (Fc)** : nombre de contractions ventriculaires par seconde. Elle est exprimée en battements par minute bats/min (moyenne = 60 - 70 bats/min).
  - **Fc max** = variable suivant les individus, elle diminue progressivement avec l'âge et avec l'entraînement.



## Pression et volume ventriculaire au cours du cycle cardiaque



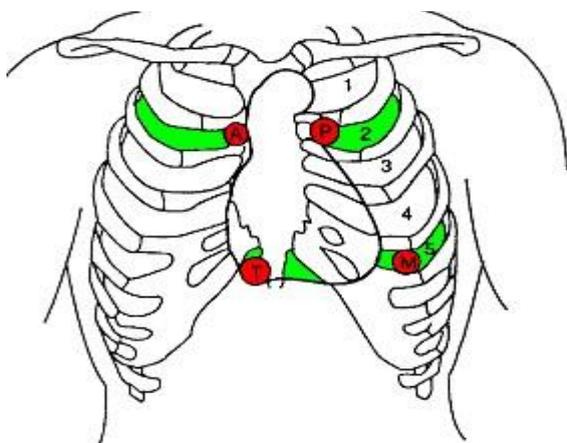
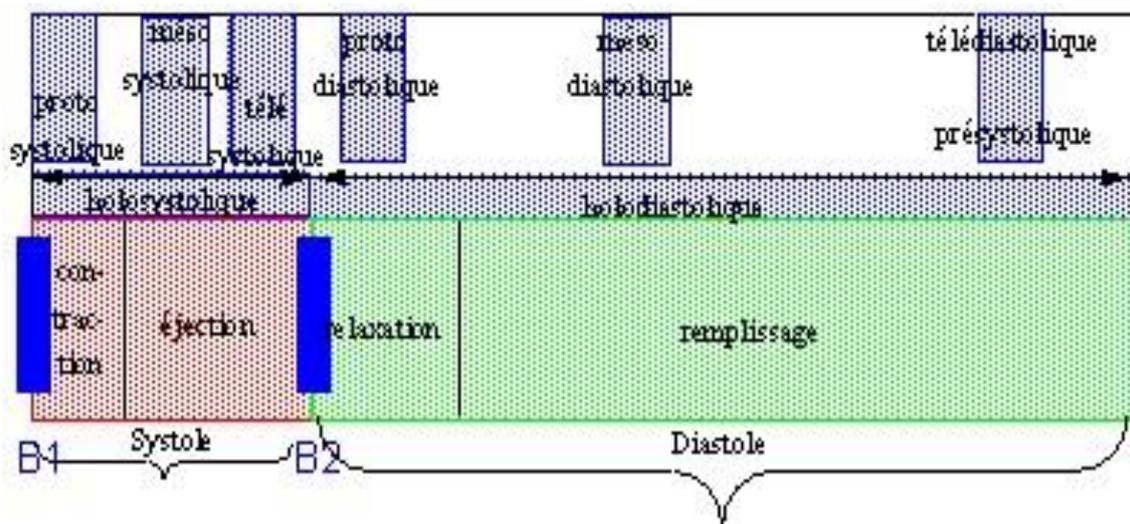
VTD= volume télédiastolique  
 VTS= volume télésystolique  
 VES=volume d'éjection systolique=VTD-VTS

## 5/-Synchronisme des deux cœurs :

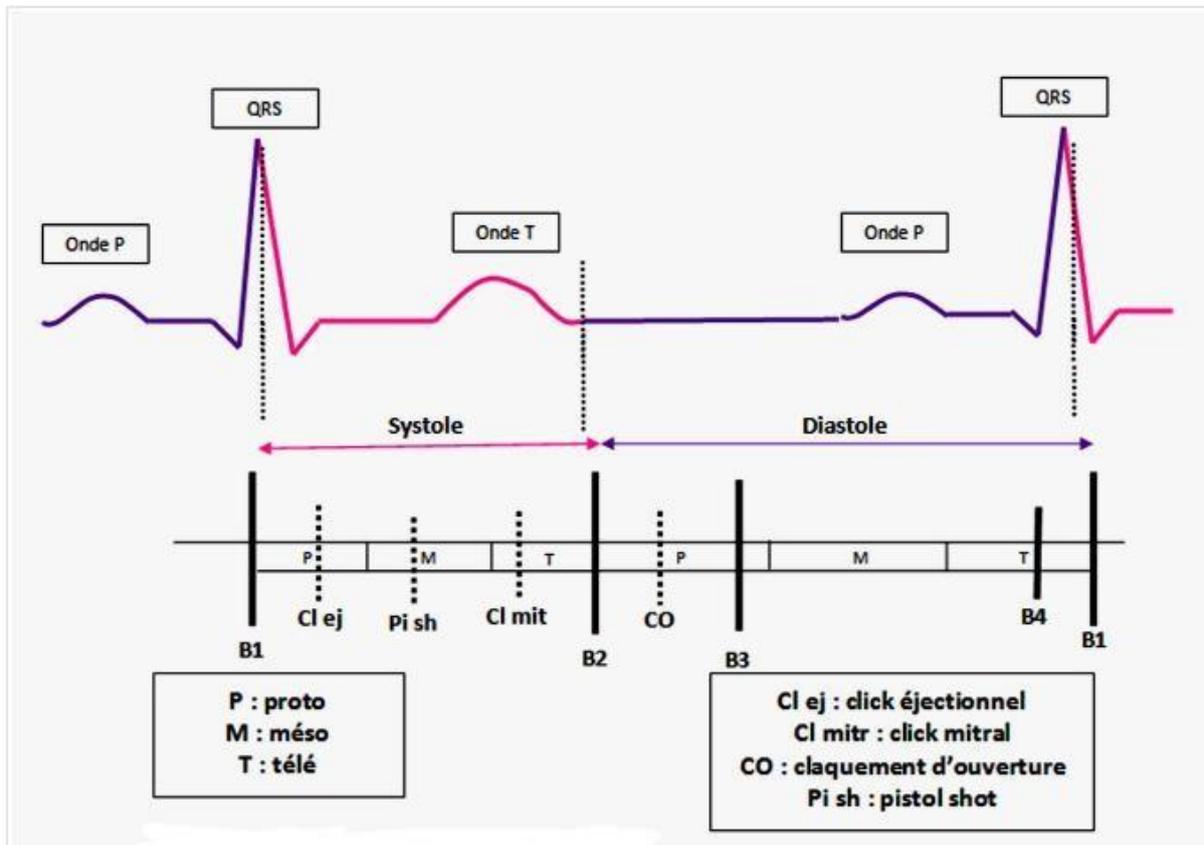
- Normalement, les deux cœurs fonctionnent en même temps
- Cependant il existe un décalage de 50 ms entre le phénomène électrique et les manifestations anatomiques et hémodynamiques.
- Au phonocardiogramme, les deux cœurs marchent effectivement de façon synchrone (les cœurs sont synchrones mais en léger déphasage: il existe un décalage .)
- les deux bruits sont fusionnés (on les entend en même temps).
- Les événements du cœur gauche encadrent ceux du cœur droit. Ceci est important pour les bruits anormaux : permet de connaître le cœur concerné par le décalage.

## 6/-Le phonocardiogramme :

- ❖ Les bruits normaux du cœur correspondent aux FERMETURES des valves d'admission (tricuspide, mitrale) = premier bruit "TOUM" d'éjection (pulmonaire, aortique) = deuxième bruit "TA".
- ❖ Enregistrement qui correspond aux 2 bruits du cœur lors de la fermeture des valvules objective:
  - 1er bruit : sourd et long « toum » = fermeture des valvules auriculo-ventriculaires .
  - 2ème bruit : court et sec « ta » = fermeture des valvules sigmoïdes.
- ❖ Séquence : **TOUM** - systole (« petit silence ») – **TA** – diastole (« grand silence »).
  - 3ème bruit remplissage rapide du ventricule .
  - 4ème bruit contraction auriculaire .



## Foyers d'auscultation des différents bruits



### 7/-METHODES D'ETUDE DE L'HEMODYNAMIQUE CARDIAQUE :

- ❖ Auscultation .
- ❖ Mesure des pressions intracardiaque : Cathétérisme et montée de sondes manométriques : courbes pression-temps.
- ❖ Mesure des volumes .
  - *Volumes instantanés : VTS et VTD*
    - Cathétérisme + injection de produit de contraste + clichés radio .
    - Echocardiographie et écho-doppler .
    - Mesure des axes et calcul des volumes (avec hypothèse géométrique) .
  - *Courbe volume - temps :*
    - Médecine nucléaire: marquage radioactif des globules rouges (Scintigraphie cardiaque).
    - Mesure de la radioactivité au cours du temps (d'une contraction) .