



**Ministère de l'enseignement supérieur et de la  
recherche scientifique Université Batna 2**

**Faculté de médecine de Batna Département de  
médecine**

**Module : 2ème année médecine**

**Année universitaire 2024/2025**

**Dr. BOUSSOUF. M K**



# Débit Cardiaque

## Plan :

- I. Introduction – Définition
- II. Méthodes de mesures du débit cardiaque - Valeurs du débit cardiaque
- III. Valeurs du débit cardiaque
- IV. Régulation du débit cardiaque
- V. Adaptation du débit cardiaque dans différentes situations physiologiques
- VI. Conclusion

## I. INTRODUCTION - DEFINITION

- La principale fonction du cœur est d'assurer une quantité suffisante de sang oxygéné à l'organisme afin de subvenir à ses besoins métaboliques.
- Ceci impose une adaptation instantanée qui obéit à une régulation harmonieuse du système cardio-vasculaire et de l'activité métabolique (O<sub>2</sub> délivré et CO<sub>2</sub> rejeté).
- L'étude du débit cardiaque fait appel à plusieurs techniques de mesures dont la plupart utilisent le principe de conservation de la masse.

- Elle s'intéresse aux mécanismes de régulation dans divers situations physiologiques et s'avère être une approche satisfaisante pour apprécier la qualité de la fonction pompe cardiaque dans sa globalité et des facteurs qui participent à sa régulation.
- Le débit cardiaque (Qc) est défini comme étant la quantité de sang rejetée par chaque ventricule par unité de temps.

$$Qc = VES \times Fc$$

- Le Qc gauche doit être suffisant pour oxygéner toutes les cellules du corps.
- Le Qc s'adapte instantanément à toutes les situations physiologiques.

## II. METHODES DE MESURES DU DEBIT CARDIAQUE - VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE

- La plus part des méthodes reposent sur le principe de la **conservation de la masse** (Soit par un indicateur gazeux, colorant ou radioactif).

### 1) PRINCIPE DE FICK DIRECT A L'O<sub>2</sub> :

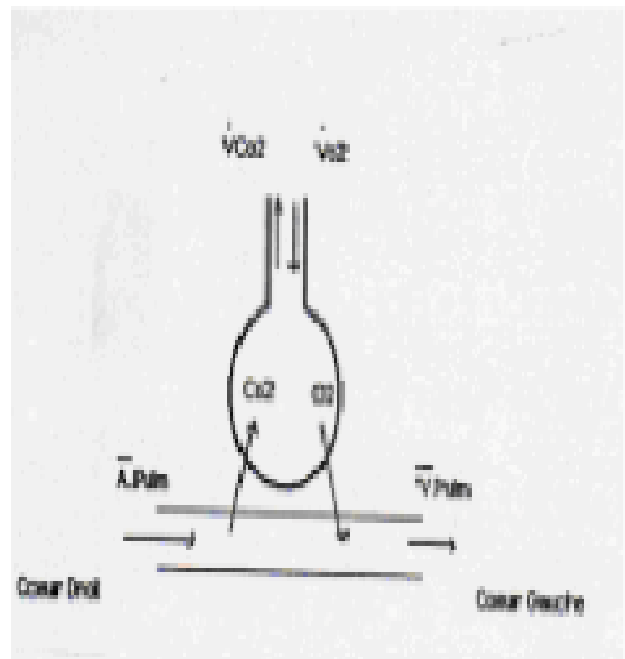
Méthode de référence, sujet au repos et dans des conditions stationnaires ( T°, obscurité ...).

La quantité d'une substance fixée par un organe par unité de temps est égale au produit du débit sanguin dans cet organe par la différence entre les concentrations de cette substance dans le sang artériel et veineux de l'organe (DAV).

La quantité d'une substance fixée par un organe par unité de temps est égale au produit du débit sanguin dans cet organe par la différence entre les concentrations de cette substance dans le sang artériel et veineux de l'organe (DAV).

$$Qc = \frac{VO_2}{(CaO_2 - CvO_2) \text{ ou } DAVO_2}$$

- **VO<sub>2</sub>** = Consommation d'oxygène
- **CaO<sub>2</sub>** = concentration artérielle en O<sub>2</sub>
- **CvO<sub>2</sub>** = Concentration veineuse en O<sub>2</sub>
- **DAVO<sub>2</sub>** = Différence artério veineuse en O<sub>2</sub>



## 2) TECHNIQUES DE DILUTION :

- Se basent sur l'injection dans veine périphérique d'une quantité connue de colorant ou d'un traceur radioactif puis mesure concentration instantanée de cet indicateur dans échantillons successifs de sang artériel.
- En pratique :

$$Q_c = \frac{\text{Quantité de l'indicateur injectée}}{\text{Concentration moyenne du traceur au cours du premier passage à travers le cœur}}$$

- **Méthode de Stewart Hamilton** (Vert d'indocyanine)
- **Substances radioactives** (Iode 131, Krypton 85)
- **Embole froid** (Repose sur la conservation de l'énergie thermique).

## 3) ECHOCARDIOGRAPHIE (DOPPLER) :

- C'est la méthode la plus simple et la plus utilisée mais moins précise car très variable ;
- Permis d'éviter l'utilisation des techniques invasives ;
- Opérateur dépendante ;
- Permet la quantification approximative du  $Q_c$  par la mesure de **la Fraction d'éjection (FE)**.

## III. VALEURS DU DEBIT CARDIAQUE

À l'état stable le  $Q_c = VES \times Fc = 5,5 \pm 1$  Litre/min.

C'est une valeur relative qui reste un indicateur peu précis, rapporté au mètre carré de la surface corporelle sa valeur devient plus précise et facilement comparable, se qui correspond à

**Index cardiaque** ( $I_c$ ) =  $Q_c$  / surface corporelle

$I_c = 3,3 \pm 0,3$  L/min /m<sup>2</sup> de surface corporelle.

Le  $Q_c$  peut varier physiologiquement:

─ Le  $Q_c$  **augmente**:

Anxiété; Fièvre; Digestion; Altitude; Grossesse (entre 2 et 6<sup>ème</sup> mois)...

─ Le  $Q_c$  **diminue**:

Avec l'âge; Lors du passage en orthostatisme...

## ○ REPARTITION DU DEBIT CARDIAQUE :

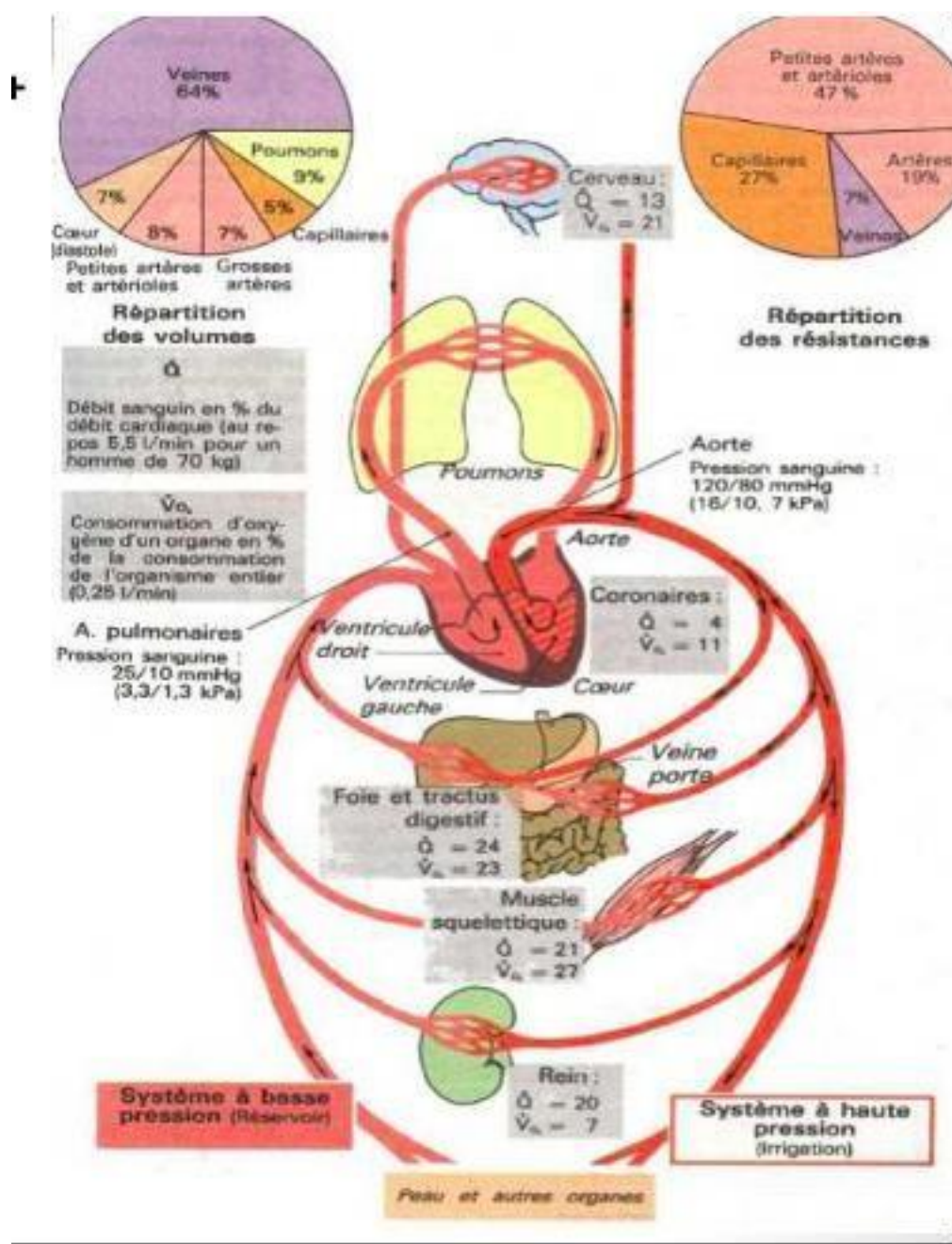
Selon le poids et l'activité métabolique++

- **Myocarde:** 250 mL/min (5%);
- **Muscles Squelettiques:** 850 mL/min (16%);
- **Cerveau:** 750 mL/min (15%)
- **Peau:** 450 mL/min (8%);
- **Rein:** 1200 mL/min (22%);

## ○ CIRCULATION HEPATOPATO-SPLANCHNIQUE:

1500 mL/min (28%);

- **Reste:** 350 mL/min (6%)



## IV. Régulation du débit cardiaque

$$\bullet Q_c = F_c \times VES$$

- La **régulation du  $Q_c$**  obéit à la **régulation de la  $F_c$**  et à la **régulation du VES**.

### 1) Régulation de la $F_c$ :

La  $F_c$  est déterminée par la rythmicité du NS (120 à 140 bat/min) et sous l'effet frénateur du SN parasympathique (environ 70 bat/min).

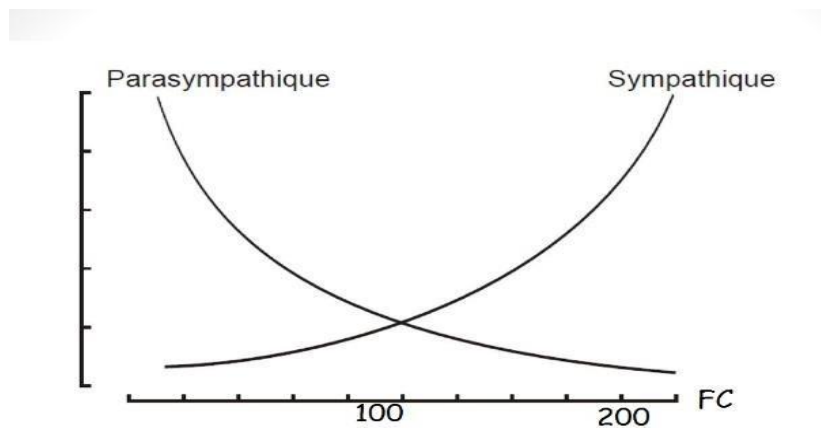
- La régulation de la  $F_c$  fait intervenir des facteurs influençant l'automatisme sinusal :

- **Nerveux :**

Le SNA par ces deux branches sympathique et parasympathique est responsable du contrôle nerveux de la  $F_c$  :

**SNA :** SN Sympathique ➡ Augmentation de la  $F_c$  (**Effet chronotrope +**);

SN Parasympathique ➡ Diminution de la  $F_c$  (**Effet chronotrope -**).



- **Hormonaux :**

- **Hormones thyroïdiennes:**

Une augmentation du taux des hormones thyroïdiennes dans le sang (**Hyperthyroïdie**) entraîne une accélération de l'automatisme sinusal ➡ Augmentation de la  $F_c$  (**Tachycardie**);

Une diminution du taux des hormones thyroïdiennes dans le sang (Hypothyroïdie) entraîne un ralentissement de l'automatisme sinusal ➡ Diminution de la  $F_c$  (**Bradycardie**).

- Catécholamines circulantes dans le sang:

La libération importante de catécholamines par les cellules médullosurrénales (Augmentation de l'activité sympathique) entraîne une augmentation de leurs taux circulants dans le sang et donc ➡ Augmentation de la  $F_c$  (**Tachycardie**).

### **Métaboliques:**

- **La température du sang**

L'augmentation de la température intérieure (**Hyperthermie**) entraîne une **accélération de la  $F_c$** ;

La diminution de la température intérieure (**Hypothermie**) entraîne un **ralentissement de la  $F_c$** .

- **Digestion** entraîne une **augmentation de la  $F_c$** .

**NB:** L'augmentation isolée de la Fc n'entraîne pas obligatoirement l'augmentation du Qc (sauf si le VES reste constant ou augmente).

## 2) Régulation du VES:

Dépend de :

- La Pré-charge (VTD et PTD);
- La contractilité;
- La Post-charge (Résistances).

### • La pré-charge:

À la fin du remplissage ventriculaire, les valves fermées, le volume du sang contenu dans le ventricule et la pression qui y règne correspondent au **Volume** et à la **pression télédiastolique (VTD et PTD)**.

À l'échelle élémentaire le remplissage détermine une longueur du sarcomère;

La **pré-charge** est la longueur de la fibre myocardique à la fin du remplissage (avant la contraction).

### • Loi de Franc Starling

«La force de contraction des ventricules dépend de la longueur initiale des fibres musculaires pariétales à partir de laquelle se fait la contraction».

Plus un muscle est étiré, plus sa force contractile augmente.

- Les facteurs qui influencent la pré-charge :

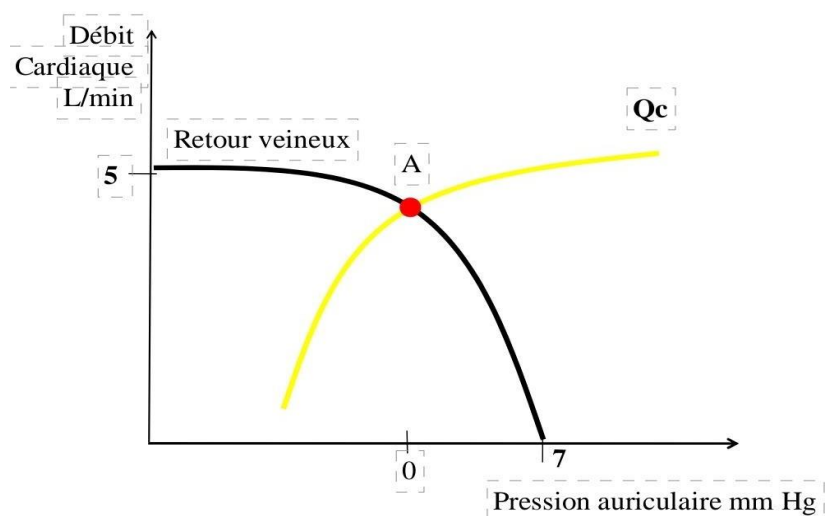
### a)- facteurs cardiaque:

- Pression auriculaire droite;
- Systole auriculaire.

Ceci va être expliqué par le Schéma de GUYTON.

### • Schéma de GUYTON:

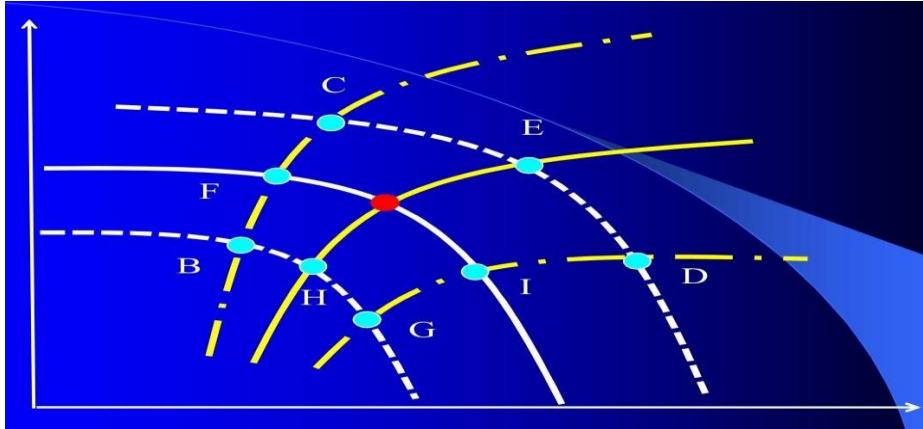
Une superposition de deux courbes étudier chacune individuellement,



- Une P auriculaire droite (Pad) plus élevée entraîne un remplissage plus important du ventricule et donc une force de contraction plus forte (Le Q ventriculaire augmente);
- L'augmentation de la Pad provoque une diminution du RV, celui-ci est complètement annulé lorsque la Pad = 7 mmHg;
- Le point A correspond au fonctionnement normal = Point d'équilibre entre le Qc et le RV.

### • États de dysfonctionnement:

- Le point **E** : Transfusion sanguine (Augmentation du RV avec Qvent normale);
- Le point **H** : Hémorragie (Diminution du RV avec Qvent normale);
- Le point **I** : Cœur défaillant (RV normal avec un Qvent diminué);
- Le point **F** : l'action d'un tonicardiaque (RV normale avec Qvent augmenté).



### b) Facteurs extracardiaques:

- Augmentation du volume sanguin totale ➡ **Augmentation du Qc**;
- Augmentation de la pression intra thoracique ou intra péricardique ➡ **Diminution du Qc**;
- Lors du passage en orthostatisme ➡ **Diminution du RV et du Qc** puis **adaptation**;
- Pompe musculaire ➡ **Augmentation du RV et du Qc**.

### • La contractilité:

À un rôle important dans l'ajustement du Qc;

- Elle représente la vitesse de raccourcissement des éléments contractiles et reflète à l'échelle élémentaire l'activité ATPasique de la myosine.
- Elle dépend de la concentration du  $Ca^{++}$  qui joue un rôle important dans la dépolarisation et l'interaction des protéines contractiles.
- La quantité d'ions  $Ca^{++}$  délivrée aux protéines contractiles détermine le degré de raccourcissement des fibres et finalement le volume éjecté.

Donc l'augmentation de la contractilité ➡ Une **augmentation du Qc**;

La rapidité de la CIV est améliorée par : L'augmentation de la FC,  $Ca^{++}$  et le SN sympathique.

### • La post-charge:

C'est l'ensemble des résistances que doit vaincre le VG au moment de l'éjection:

- **Des forces d'inertie** de l'accélération de la masse sanguine;
- **Des forces capacitives**: Distensibilité des parois aortiques;
- **Des forces résistives**: Vasomotricité artériolaire et viscosité sanguine.

L'ensemble de ces résistances, de cette inertance et de cette capacitance permet de définir l'impédance artérielle.

- L'augmentation de la post-charge ➡ Une **diminution du VES** et donc **du Qc**;



- La diminution de la post-charge ➡ Une **augmentation du Qc**.

## V. Adaptation du débit cardiaque dans différentes situations physiologiques

### 1) La digestion:

Augmentation du Qc de 30% avec redistribution du sang vers le tractus digestif.

### 2) La chaleur:

Veinodilatation, entraînant une augmentation du Qc par augmentation du RV (Dans le but d'éliminer le surplus de la chaleur).

### 3) La grossesse:

Augmentation du Qc entre le 2 et 6 ème mois; Une diminution observée à la fin de la grossesse (Pressions intra thoracique et abdominale, œdèmes des membres inférieurs, rôle du placenta).

### 4) L'altitude:

Augmentation du Qc en réponse à l'hypoxie induite par le niveau d'altitude suite à la diminution de la PaO<sub>2</sub>.

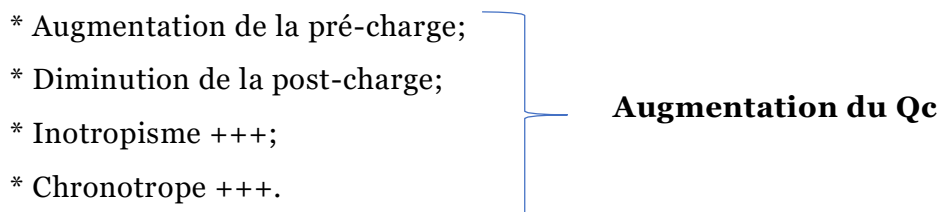
### 5) Exercice musculaire:

- Stimulation du SN sympathique :

Augmentation de la Fc, du VES et du Qc (Augmentation de la pré-charge);

- Dilatation des vaisseaux, des artérioles et des sphincters pré capillaires (Diminution de la post-charge) avec redistribution du sang aux muscles en activité;

Le mécanisme d'adaptation à l'effort:



## VI. Conclusion

- Le cœur est un organe automatique et qui est sous la dépendance du SNA;
- Le Qc doit être suffisant pour subvenir aux besoins de l'organisme, qui varient en fonction de l'activité métabolique, d'où l'importance de sa régulation;
- De nombreuses techniques de monitoring hémodynamique ont été développées ces dernières années, l'intérêt de chacune doit être discutée en fonction des besoins et des objectifs à atteindre pour chaque patient.



# QCM

**01) Pour un volume télédiastolique de 150ml, un volume télésystolique de 80ml et un FC de 100 bat/min, le débit cardiaque en L/min est = à l'une des valeurs suivantes, laquelle ?**

A. 6. B. 7. C. 8. D. 9.

**02) Le débit cardiaque est une grandeur hémodynamique dont la valeur est variable physiologiquement, elle diminue dans l'une des situations suivantes, laquelle ?**

A. Digestion. B. Passage en orthostatisme.  
C. Anxiété. D. Environnement chaud.

**03) Le débit cardiaque augmente au cours de l'effort physique, cette augmentation est le fruit de plusieurs phénomènes physiologiques régulateurs, groupés dans l'une des propositions suivantes, laquelle ?**

A. 1234. B. 2345 C. 3451. D. 4512.

**Sachant que :**

1. Effet chronotrope positif.
2. Régulation homéométrique du cœur.
3. Vasoconstriction artérielle.
4. Activité de la pompe musculaire.
5. Régulation hétérométrique du cœur.

**04) La modification de la contractilité pour ajuster le débit cardiaque constitue une régulation extrinsèque liée à l'action du sympathique. Elle dépend de la quantité de l'un des ions suivants délivrée aux protéines contractiles, lequel ?**

A.  $Mg^{2+}$ . B.  $K^{+}$ . C.  $Na^{+}$ . D.  $Ca^{2+}$ .

**05) Pour un débit cardiaque de 11 L/min et une Fc de 100 bat/min et un volume télédiastolique de 140 ml, quel sera la valeur du volume télésystolique en ml, parmi les valeurs suivantes ?**

A. 10 B. 20 C. 30 D. 40 E. 50

**06) Le débit cardiaque augmente au cours de l'effort physique, suite à l'augmentation directe ou indirecte de plusieurs phénomènes physiologiques, groupés dans l'une des propositions suivantes, laquelle**

A. 1234 B. 2345 C. 3451 D. 4512

**Sachant que** ces phénomènes physiologiques sont les suivants

1. Effet chronotrope positif:
- 2 Contractilité
3. Résistance des capillaires artérielles
4. Retour veineux
5. Activité de la pompe musculaire.

**07). Pour un débit cardiaque de repos = 5 L/min, le débit sanguin coronaire en L/min est égale à l'une des valeurs suivantes, laquelle ?**

**A. 0,21 B. 0,23 C. 0,25 D. 0,27 E. 0,29**

**08) Au repos, la perfusion du cœur entier est plus importante en phase de diastole avec une valeur égale en ml/min, à l'une des propositions suivantes, laquelle ?**

**A. 165 B. 170 C. 175 D. 180 E. 185**

**Sachant que le débit cardiaque choisi pour cette question est égale à 5L/min.**

## **Correction**

<b>Question</b>	<b>réponse</b>	<b>commentaire</b>
<b>1</b>	<b>B</b>	Pour calculer le débit cardiaque (DC), on utilise la formule $DC = FC \times (TVD - TVS)$ , où TVD est le volume télédiastolique et TVS est le volume télésystolique. $DC = 100 \text{ bat/min} \times (150 \text{ ml} - 80 \text{ ml}) = 100 \times 70 \text{ ml} = 7000 \text{ ml/min} = 7 \text{ L/min.}$
<b>2</b>	<b>B</b>	Le débit cardiaque diminue généralement lors du passage en orthostatisme, car le corps s'adapte à la gravité et il y a une redistribution du sang
<b>3</b>	<b>D</b>	L'augmentation du débit cardiaque lors de l'effort est principalement due à l'effet chronotrope positif et à la régulation hétérométrique du cœur, entre autres
<b>4</b>	<b>D</b>	La contractilité dépend principalement de la concentration de calcium ( $Ca^{2+}$ ) disponible pour les protéines contractiles, ce qui influence la force de contraction du cœur
<b>5</b>	<b>C</b>	Pour trouver le volume télésystolique (TVS), on utilise la formule : $TVS = TVD - (DC / FC)$ . Substitute values: $TVS = 140 \text{ ml} - (11000 \text{ ml/min} / 100 \text{ bat/min}) = 140 \text{ ml} - 110 \text{ ml} = 30 \text{ ml}$
<b>6</b>	<b>D</b>	
<b>7</b>	<b>C</b>	Pour un débit cardiaque de repos de 5 L/min, le débit sanguin coronaire est généralement de l'ordre de 4-5 % du débit cardiaque total. Pour chaque option : - 0,21 L/min = 4,2 % - 0,23 L/min = 4,6 % - 0,25 L/min = 5 % - 0,27 L/min = 5,4 % - 0,29 L/min = 5,8 %
<b>8</b>	<b>C</b>	