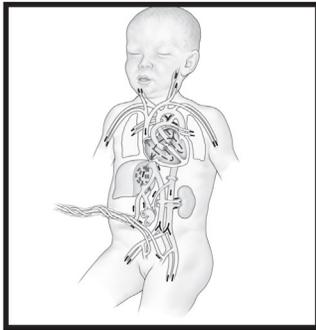
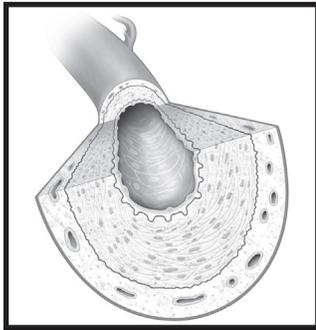
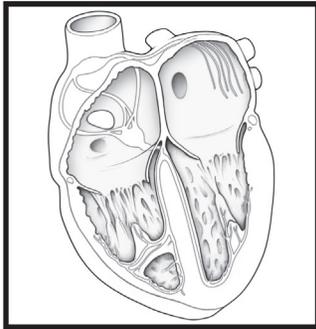
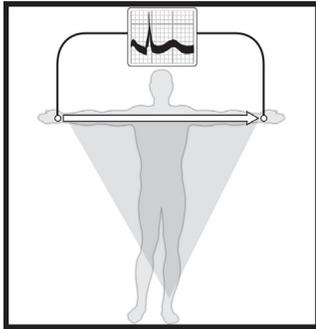

Chapitre 3 Physiologie cardiovasculaire



Le cœur humain, formé de quatre cavités, dotées de valves unidirectionnelles, éjecte le sang dans un **système circulatoire monté en série** qui empêche tout mélange entre le sang oxygéné et le sang désoxygéné. Le sang fraîchement oxygéné par les poumons parvient à l'**atrium gauche (AG)** puis est pompé par le **ventricule gauche (VG)** pour être éjecté dans l'aorte qui distribue le sang dans l'ensemble de la **circulation systémique**. Les artères de la circulation systémique perfusent les organes et les tissus de l'ensemble du corps, permettant, au niveau des capillaires les échanges de gaz, de nutriments et de déchets entre le sang et les tissus. Le sang pauvre en oxygène provenant des capillaires tissulaires est ensuite recueilli dans les veines et s'écoule en suivant son gradient de pression en direction du cœur pour atteindre l'**atrium droit (AD)** puis le **ventricule droit (VD)**. Le VD rééjecte le sang dans les poumons *via* les artères pulmonaires (AP) où il est enrichi en oxygène. Ainsi comme le flux sanguin suit toujours le même chemin (cœur gauche vers la circulation systémique, puis vers le cœur droit et enfin les poumons pour revenir au cœur gauche), le sang riche en oxygène ne se mélange jamais au sang pauvre en oxygène, et la circulation reste toujours montée en série.

La circulation systémique est une circulation à haute pression et haute résistance, alors que la circulation pulmonaire est une circulation à basse pression et faible résistance. Dans certaines zones du système circulatoire, les pressions sont exprimées sous forme de **pressions systolique/diastolique** : elles correspondent respectivement à la pression au cours de la contraction ventriculaire et de l'éjection du sang dans le système artériel (**systole**) et à la pression pendant le relâchement et le remplissage du ventricule par le sang issu des artères (**diastole**). Dans les veines et les atria, il est plus judicieux d'exprimer la pression sous forme d'un intervalle. Les pressions typiques de repos dans les différentes régions du système circulatoire sont listées ci-après, en millimètres de mercure (mmHg). Notez que la pression de remplissage ventriculaire gauche (P_{VG}) est typiquement dérivée de la pression atriale gauche mesurée sous la forme de la **pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO)**. Les pressions dans le système circulatoire sont montrées dans le tableau.

LOCALISATION	PRESSION (mmHg) (SYSTOLIQUE/DIASTOLIQUE)
Atrium gauche (AG)	4-12
Ventricule gauche (VG)	120/0
Aorte (Ao)	120/80
Atrium droit (AD)	2-8
Ventricule droit (VD)	25/0
Artère pulmonaire (AP)	25/10

RÉPONSES AUX QUESTIONS DE RÉVISION

- Pulmonaire.
- 120/80.
- 25/10.
- 120/0.
- 25/0.
- Déshydratation, effets secondaires d'un médicament.

COLORIEZ

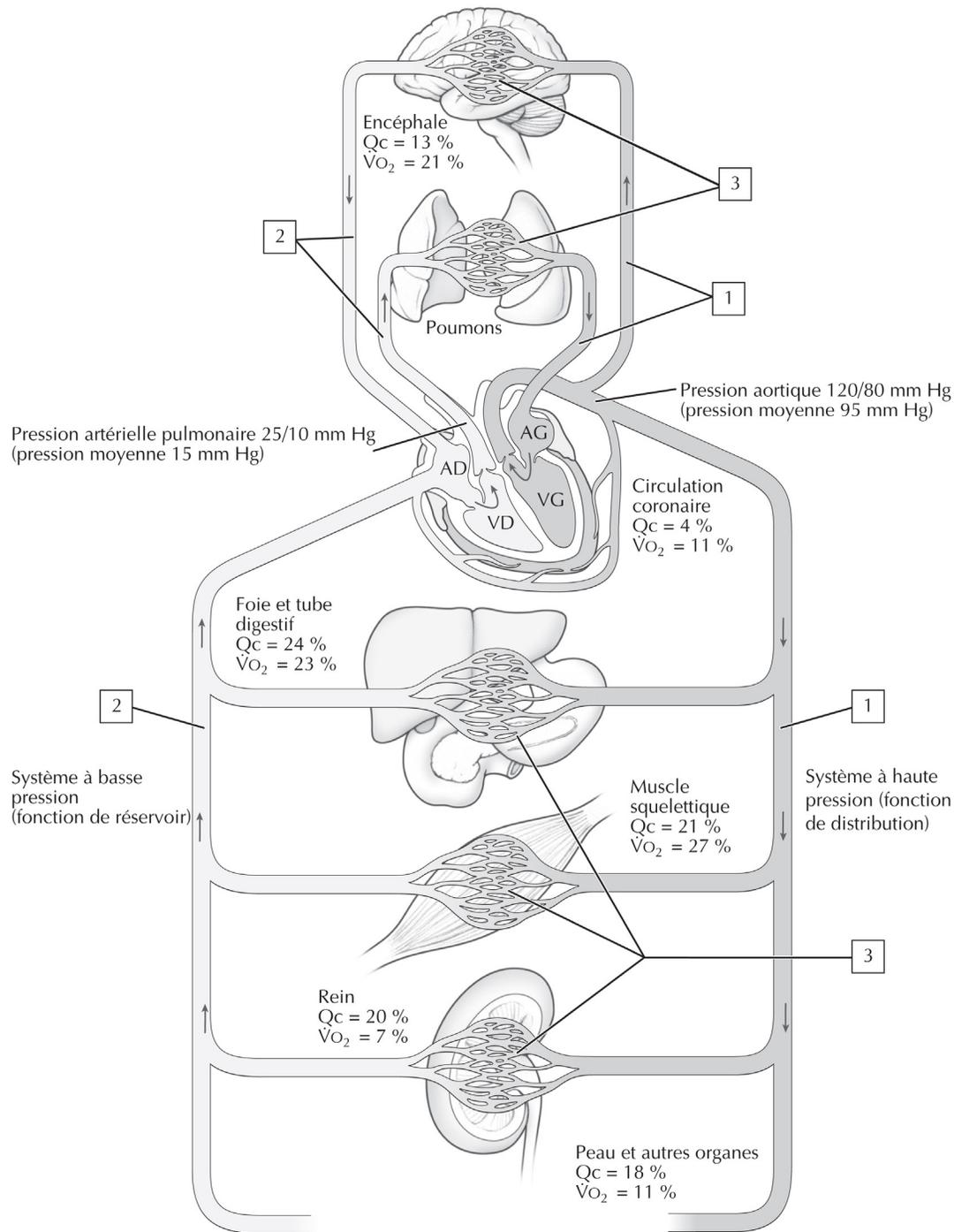
1. Les régions du système circulatoire contenant le sang totalement oxygéné (en rouge).
2. Les régions contenant le sang pauvre en oxygène (désoxygéné, en bleu).
3. Les régions de diffusion entre le sang et les tissus ou entre le sang et l'air (en violet).

Remarque clinique

Le terme d'**hypertension** (ou pression artérielle élevée) est généralement utilisé pour décrire une élévation chronique de la pression artérielle. Les recommandations de l'American College of Cardiology/American Heart Association déterminant les valeurs des pressions artérielles considérées comme élevées sont les suivantes :

- **normale** : inférieure à 120/80 mmHg ;
- **élevée** : pression systolique entre 120 et 129 et diastolique inférieure à 80 ;
- **stade 1** : pression systolique entre 130 et 139 ou diastolique entre 80 et 89 ;
- **stade 2** : pression systolique au moins 140 ou diastolique au moins 90 ;
- **crise d'hypertension** : pression systolique supérieure à 180 et/ou diastolique supérieure à 120, avec des patients nécessitant soit un changement immédiat du traitement en l'absence de signes d'autres troubles, soit une hospitalisation immédiate en présence de signes de lésion organique.

L'**hypotension** correspond à une faible pression artérielle, même si, en général une faible pression artérielle est un signe de bonne santé. Ainsi elle n'est généralement pas diagnostiquée à moins qu'elle ne soit symptomatique (occasionnant par exemple vertiges et évanouissement entre autres). L'**hypotension orthostatique** correspond à une faible pression artérielle transitoire (avec étourdissements ou même évanouissement) associée à un changement de posture, avec passage par exemple de la position allongée à la position debout. Elle est généralement associée à une déshydratation ou aux effets secondaires de certains médicaments.



QUESTIONS DE RÉVISION

- La circulation _____ est une circulation à basse pression, faible résistance.
- La pression artérielle au repos normale est d'environ _____ mmHg (systolique/diastolique).
- La pression artérielle pulmonaire normale, de repos est d'environ _____ mmHg (systolique/diastolique).
- La pression normale de repos du VG est d'environ _____ mmHg (systolique/diastolique).
- La pression normale de repos du VD est d'environ _____ mmHg (systolique/diastolique).
- Citez deux causes fréquentes d'hypotension orthostatique.

Le volume sanguin total d'un individu pesant 70 kg est d'environ 5 L. Au repos, la majeure partie de ce volume (environ 64 %) est contenue dans les **veines** de la circulation systémique. C'est grâce à leur **capacité** que ces dernières sont capables de faire face à ce volume important, sous une faible pression, et qu'elles peuvent servir de réservoir lorsque le volume sanguin (volémie) est réduit (en raison d'une hémorragie ou une déshydratation). La **circulation pulmonaire** contient globalement environ 9 % du volume sanguin. Notez que les capillaires contiennent la plus petite fraction du volume sanguin, soit environ 5 %.

Le débit sanguin (Q) est gouverné par l'équation

$$\text{Débit (Q)} = \frac{\Delta P}{R}$$

avec Q correspondant au débit, ΔP au gradient de pression dans un tube ou un système, et R la résistance. Le **débit cardiaque (Qc)** correspond à la quantité de sang s'écoulant dans la circulation ou à la quantité de sang éjectée d'un ventricule ; pour un individu de 70 kg au repos, il est d'environ 5 L/min. Notez que comme le système circulatoire est monté en série, en moyenne le Qc des deux ventricules est identique. Comme le cœur éjecte le sang à chaque contraction, le Qc peut être défini en termes de **fréquence cardiaque (FC)** et de volume éjecté à chaque battement (**volume d'éjection systolique, VES**) :

$$Qc = FC \times VES$$

La FC normale au repos est d'environ 70 battements/min et le VES au repos est d'environ 70 mL, ce qui donne un Qc au repos d'environ 5 L/min. La planche 3.2 présente le pourcentage de ce Qc traversant divers organes, ainsi que la proportion de la consommation totale d'oxygène par ces organes (Vo_2). Lors d'un exercice, le Qc augmente parfois jusqu'à 25 L/min et même plus chez un sportif bien entraîné en bonne santé.

Si l'on considère la résistance au débit sanguin dans la circulation systémique, la **plus grande résistance est observée dans les petites artères et les artérioles** (vaisseaux

qui alimentent les capillaires). La vasoconstriction et la vasodilatation des artérioles et petites artères de la circulation systémique joue un rôle important dans la régulation de la pression artérielle et le contrôle du flux sanguin. Normalement, au repos, ces vaisseaux sont responsables d'environ 47 % de la **résistance vasculaire systémique**. Toutefois, ce qui est plus important, cette résistance peut être largement régulée et répond également aux conditions locales.

COLORIEZ et LÉGENDEZ, dans la partie A, le diagramme en camembert montrant le volume de distribution du sang aux :

- 1. Veines.
- 2. Poumons.
- 3. Petites artères et artérioles.
- 4. Grandes artères.
- 5. Cœur en diastole.
- 6. Capillaires.

COLORIEZ et LÉGENDEZ, dans la partie B, le diagramme en camembert montrant la répartition de la résistance vasculaire au travers des :

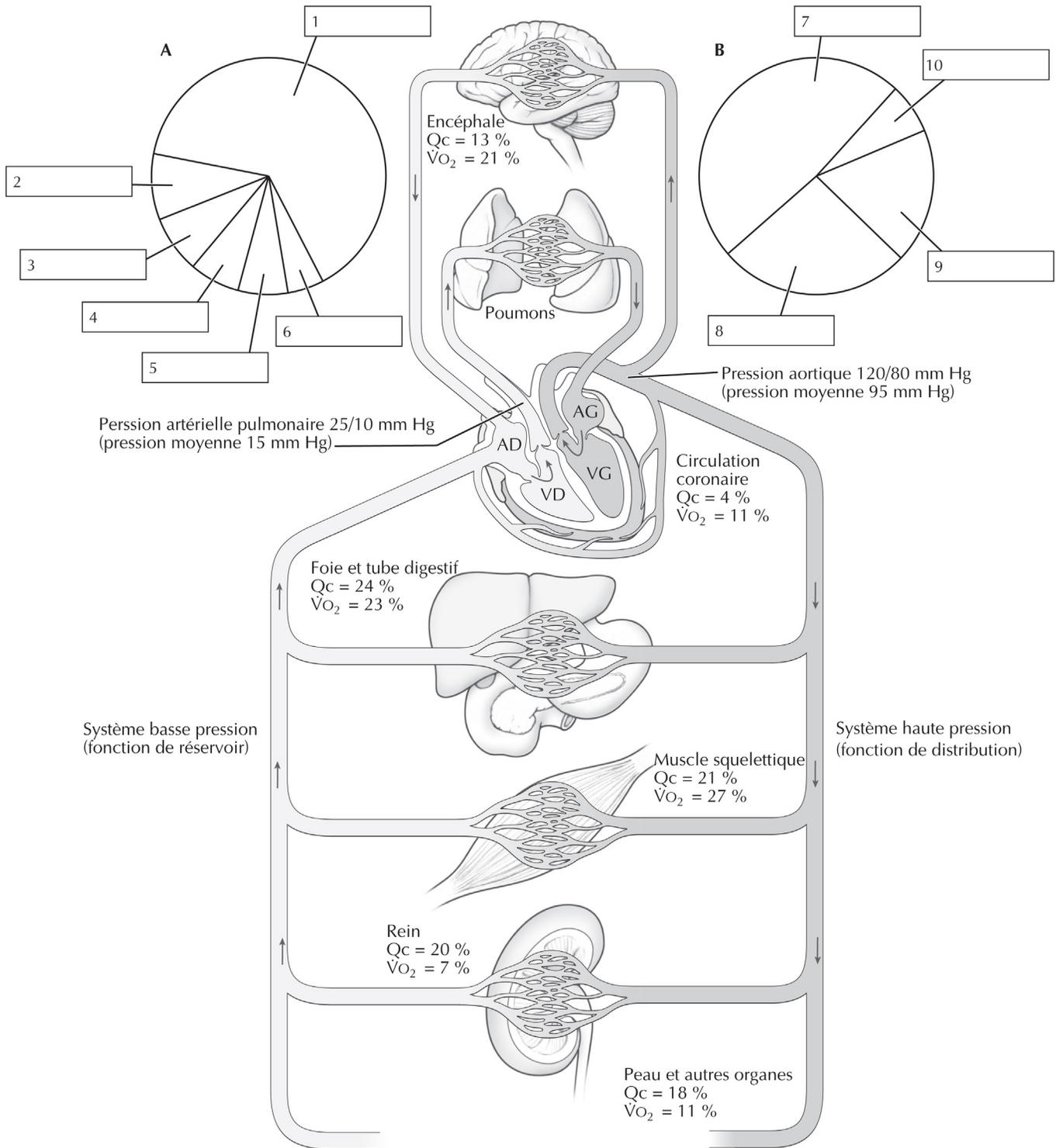
- 7. Petites artères et artérioles.
- 8. Capillaires.
- 9. Grandes artères.
- 10. Veines.

Remarque clinique

Lors des états d'hypovolémie (faible volume comme lors **d'hémorragie** ou de **déshydratation**), les veines se contractent en réponse au système nerveux sympathique. Cela entraîne la redistribution du sang veineux aux autres parties du système circulatoire afin d'améliorer la perfusion tissulaire et de contribuer au maintien de la pression artérielle lorsque la volémie est faible.

RÉPONSES AUX QUESTIONS DE RÉVISION

- A. 5 ; 5.
- B. Petites artères et artérioles.
- C. 9.
- D. 64.



QUESTIONS DE RÉVISION

- Le volume sanguin moyen est de _____ L et le Q_c moyen est de _____ L/min.
- Au niveau du système circulatoire, la plus grande résistance au débit sanguin a lieu au niveau des _____.
- La circulation pulmonaire contient environ _____ % du volume sanguin.
- Les veines de la circulation systémique contiennent environ _____ % du volume sanguin.

La planche 3.3 représente une coupe dans un cœur humain qui permet de voir les cavités et les valves cardiaques. Notez que le **myocarde** ventriculaire (couche musculaire) est bien plus épais que le myocarde atrial. Le **septum interventriculaire** qui sépare les ventricules est une structure musculaire épaisse qui, d'un point de vue fonctionnel, est considérée comme faisant partie du **VG**. La différence d'épaisseur entre les parois des ventricules droit et gauche est corrélée aux plus fortes pressions générées par le ventricule gauche. Le sang pénètre dans le cœur gauche par les **veines pulmonaires**, s'écoulant librement dans l'**AG**. Pendant la diastole, le sang passe de l'AG au VG en traversant la **valve mitrale** ouverte. Pendant la systole, période de la contraction ventriculaire, la valve mitrale est fermée et la contraction du ventricule éjecte le sang dans l'**aorte** via la **valve aortique** maintenant ouverte.

Du côté droit, le sang revenant de la circulation systémique entre dans l'**AD**. Pendant la diastole, le sang passe de l'AD au **VD** en traversant la **valve tricuspide** ouverte. Pendant la systole, la valve tricuspide est fermée et le sang est éjecté du VD dans l'artère pulmonaire (AP) via la **valve pulmonaire** maintenant ouverte. Pendant le déroulement de la systole et de la diastole, les valves s'ouvrent et se ferment en raison des gradients de pression. Les **muscles papillaires** et les **cordages tendineux** ont comme fonction de maintenir en place les valves tricuspide et mitrale pendant la systole ventriculaire, empêchant ainsi leur inversion ou leur prolapsus (voir Remarque clinique).

COLORIEZ et LÉGENDEZ

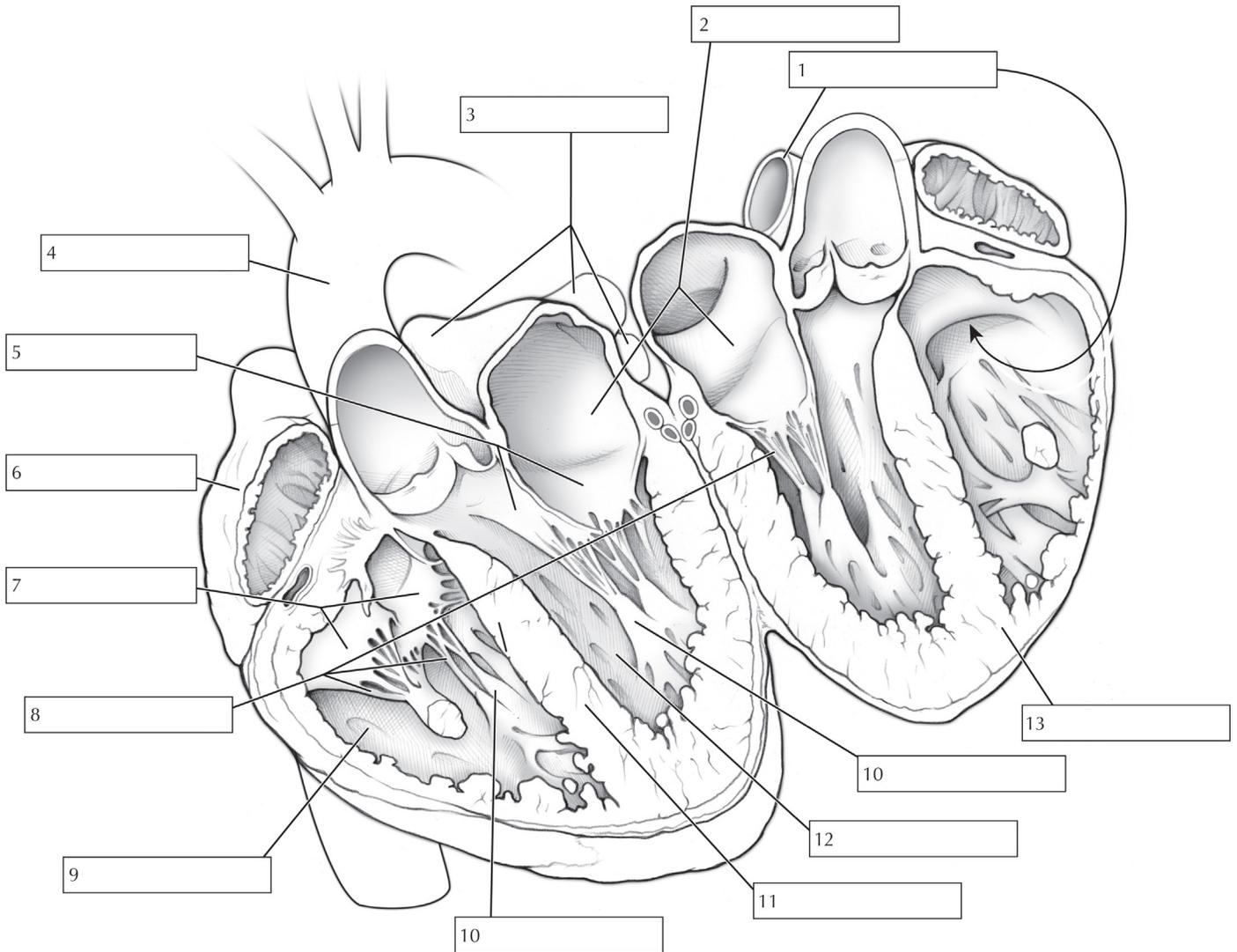
- 1. Tronc pulmonaire.
- 2. AG.
- 3. Veines pulmonaires.
- 4. Aorte.
- 5. Valve mitrale.
- 6. AD.
- 7. Valve tricuspide.
- 8. Cordages tendineux.
- 9. VD.
- 10. Muscles papillaires.
- 11. Septum interventriculaire.
- 12. VG.
- 13. Myocarde.

Remarque clinique

Le **prolapsus de la valve mitrale** correspond à la ballonnisation de cette valve dans l'atrium gauche pendant la systole ventriculaire, ce qui s'accompagne parfois d'une régurgitation (fuite) du sang dans l'atrium gauche. Ce prolapsus peut être asymptomatique, mais peut aussi entraîner des étourdissements, des arythmies, de la fatigue ainsi que des douleurs de poitrine non associées à une pathologie coronarienne. Cette affection peut rester indétectable pendant plusieurs années sans aucune conséquence grave ; toutefois elle peut également entraîner une **endocardite** (infection et inflammation du revêtement interne du cœur, et dans ce cas précis, de celui de la valve).

RÉPONSES AUX QUESTIONS DE RÉVISION

- A. Valve tricuspide.
- B. Aortique.
- C. VG.
- D. Muscle papillaire, cordages tendineux.



QUESTIONS DE RÉVISION

- A. La valve séparant l'AD du VD est la _____.
- B. Le VG éjecte le sang dans la circulation systémique en traversant la valve _____.
- C. La cavité cardiaque ayant le myocarde le plus épais est le _____.
- D. Pendant la systole ventriculaire, les valves atrioventriculaires sont maintenues en place pour éviter leur prolapsus, par le _____ et les _____.