

Spécialité médecine

Année universitaire 2023-2024

Chapitre 1 Physiologie respiratoire

Polycopié exercices

Une question sur ce cours ? Un professeur te répond



Je pose ma question



Exercices

QCM 1 :

Un étudiant en médecine souhaite gravir le Mont-Blanc, et s'interroge sur un éventuel besoin de supplémentation en oxygène durant l'ascension. En sachant qu'au sommet de la montagne, la pression barométrique est de 405 mmHg, quelle est la pression partielle en oxygène à ce niveau-là d'altitude ?

- A $P_{\text{IO}_2} = 100 \text{ mmHg}$
- B $P_{\text{IO}_2} = 150 \text{ mmHg}$
- C $P_{\text{IO}_2} = 75 \text{ mmHg}$
- D $P_{\text{IO}_2} = 40 \text{ mmHg}$
- E $P_{\text{IO}_2} = 10 \text{ mmHg}$

QCM 2 :

Indiquez, parmi les propositions suivantes, la (les) formule(s) pouvant correspondre à la Capacité vitale (CV) :

VT (volume courant), VRI (volume de réserve inspiratoire), VRE (volume de réserve expiratoire), VR (volume résiduel), CPT (capacité pulmonaire totale), CI (capacité inspiratoire)

- A $CV = VT + VRI + VRE$
- B $CV = CPT - VR$
- C $CV = VT + VRI + VRE + VR$
- D $CV = VR + VRE$
- E La capacité moyenne de la capacité vitale est d'environ 6000 mL chez un individu adulte sain.

QCM 3 :

Concernant les différents acteurs de la mécanique ventilatoire, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A** Le diaphragme correspond au muscle expiratoire principal dont la contraction permet la sortie d'air des alvéoles vers l'extérieur.
- B** La pression intrapleurale négative permet de maintenir le poumon contre la paroi thoracique.
- C** Le surfactant a pour rôle d'augmenter la tension superficielle des plus petites alvéoles afin d'équilibrer les pressions alvéolaires au sein du poumon.
- D** Les échanges gazeux se déroulent entre, d'un côté l'air contenu dans les voies de conduction et dans les alvéoles, de l'autre côté le sang contenu dans les capillaires pulmonaires.
- E** Un emphysème entraîne une augmentation de la compliance pulmonaire.

QCM 4 :

Dans les échanges gazeux, le débit de transfert des gaz est d'autant plus important que :

- A** L'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire est diminuée.
- B** L'air inspiré possède une pression partielle inspirée en oxygène importante.
- C** La surface alvéolaire est importante.
- D** La concentration de l'hémoglobine dans le sang est élevée.
- E** Le cœur propulse plus de sang dans les capillaires pulmonaires.

QCM 5 :

À propos des échanges gazeux entre l'alvéole et les capillaires pulmonaires, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A** Les échanges gazeux permettent l'élimination du CO_2 et l'apport en O_2 de la circulation sanguine.
- B** À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air alvéolaire ont des compositions gazeuses équivalentes.
- C** À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air inspiré ont des compositions gazeuses équivalentes.
- D** À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air expiré ont des compositions gazeuses équivalentes.
- E** La fibrose pulmonaire entraîne une diminution de l'oxygénation du sang par diminution de la surface alvéolaire.

Corrections

QCM 1 :

Un étudiant en médecine souhaite gravir le Mont-Blanc, et s'interroge sur un éventuel besoin de supplémentation en oxygène durant l'ascension. En sachant qu'au sommet de la montagne, la pression barométrique est de 405 mmHg, quelle est la pression partielle en oxygène à ce niveau-là d'altitude ?

A $P_{iO_2} = 100$ mmHg
FAUX - Cf. correction C.

B $P_{iO_2} = 150$ mmHg
FAUX - Cf. correction C.

C $P_{iO_2} = 75$ mmHg

VRAI - On rappelle que la pression partielle en oxygène est déterminée par la formule :

$$P_{iO_2} = (P_B - P_{H_2O}) \times F_{iO_2}$$

On rappelle que la pression en pression de vapeur d'eau dans l'air inspiré (ou P_{H_2O}) est une valeur constante (47 mmHg), de même que la composition de l'air ne varie pas (la fraction inspirée en oxygène F_{iO_2} est constante, correspond à la fraction d'oxygène dans l'air, soit 21% ou encore 0,21)

En remplaçant la pression barométrique par la valeur donnée dans l'énoncé, on obtient :

$$P_{iO_2} \text{ au sommet du Mont-Blanc} = (405 - 47) \times 0,21$$

En sachant que la calculatrice est interdite le jour J, on n'hésite pas à simplifier le calcul pour approcher la valeur exacte. Ici, les valeurs de l'énoncé sont significativement différentes, on ne se fera pas piéger sur une valeur approchée si le calcul est correct.

$$P_{iO_2} \text{ au sommet du Mont-Blanc} \approx 375 / 0,20 \approx 375 / 5 \approx \underline{75 \text{ mmHg.}}$$

D $P_{iO_2} = 40$ mmHg
FAUX - Cf. correction C.

E $P_{iO_2} = 10$ mmHg
FAUX - Cf. correction C.

QCM 2 :

Indiquez, parmi les propositions suivantes, la (les) formule(s) pouvant correspondre à la Capacité vitale (CV) :

VT (volume courant), VRI (volume de réserve inspiratoire), VRE (volume de réserve expiratoire), VR (volume résiduel), CPT (capacité pulmonaire totale), CI (capacité inspiratoire)

A $CV = VT + VRI + VRE$

VRAI – La capacité vitale correspond bien à la somme du volume courant, du volume de réserve inspiratoire et de réserve expiratoire. C'est donc le volume d'air que peut mobiliser un individu lors d'un effort d'inspiration maximal suivi d'un effort d'expiration maximal.

B $CV = CPT - VR$

VRAI – En se rappelant les différents volumes élémentaires : VT, VRI et VRE, on peut donc conclure que la capacité vitale correspond à la somme des volumes élémentaires moins le volume résiduel. Autrement dit, c'est la capacité pulmonaire totale à laquelle on soustrait le volume résiduel (non mobilisable).

C $CV = VT + VRI + VRE + VR$

FAUX – Cela correspond à la capacité pulmonaire totale.

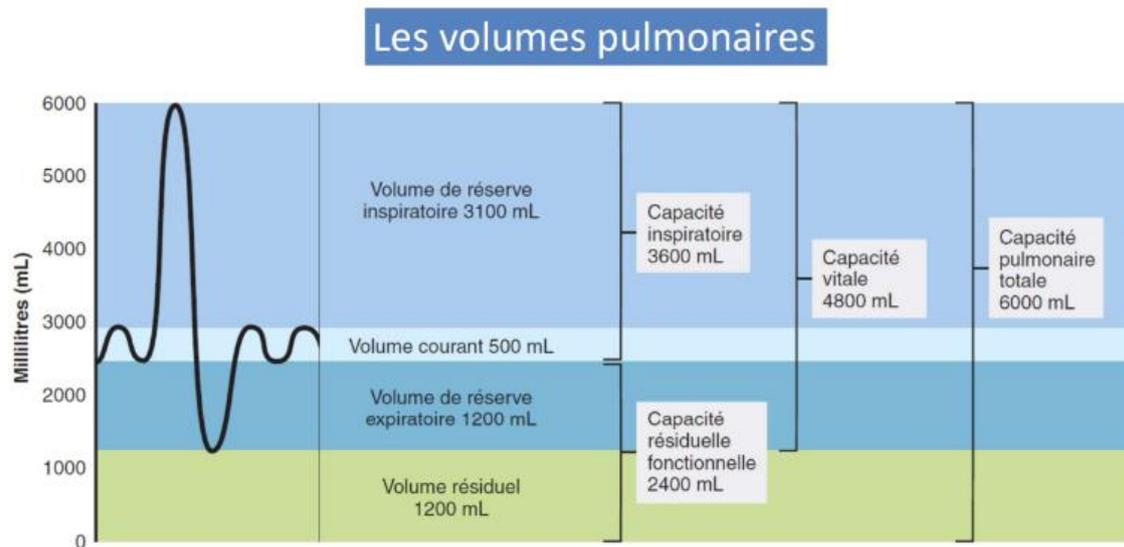
D $CV = VR + VRE$

FAUX – Cela correspond à la capacité résiduelle fonctionnelle.

E La capacité moyenne de la capacité vitale est d'environ 6000 mL chez un individu adulte sain.

FAUX – On sait que la CPT équivaut à 6 L, le VT à 500 mL, le VRI à 3100 mL, le VRE à 1200 mL et le VR à 1200 mL également. En reprenant les 2 formules vraies du QCM, on a :

- $CV = 500 + 3100 + 1200 = 4800 \text{ mL}$
- Ou $CV = 6000 - 1200 = 4800 \text{ mL}$

Correction détaillée :

On rappelle qu'il y a 4 volumes élémentaires, c'est-à-dire directement obtenus à la mesure et non par un calcul. Ils correspondent au volume courant (VT), au volume de réserve inspiratoire (VRI), au volume de réserve expiratoire (VRE) et au volume résiduel (VR). On comprend donc que le volume courant n'est pas inclus dans le VRE ni le VRI, c'est pour cela que le volume de réserve inspiratoire par exemple correspond au volume mobilisé par une inspiration maximale au-delà du volume courant (qui correspond au volume mobilisé par un effort de respiration normal).

Les 4 autres volumes sont déterminés par le calcul. Ainsi, la capacité inspiratoire est le volume total mobilisé par une inspiration (donc $CI = VRI + VT$). La capacité résiduelle est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration normale (donc $CR = VRE + VR$). La capacité vitale est bien le volume mobilisable lors d'un effort de respiration maximal (donc $CV = VT + VRI + VRE$), et enfin la capacité totale pulmonaire est la somme de tous les volumes élémentaires, car c'est le plus grand volume d'air contenu dans les poumons.

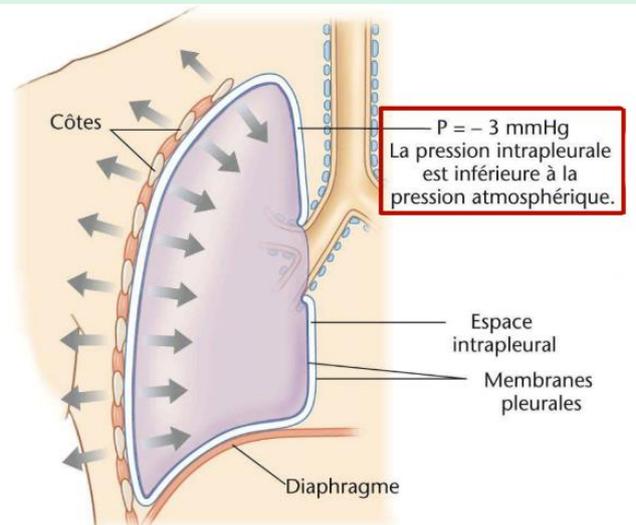
Ainsi, ce n'était pas un item du QCM, mais on aurait également pu noter $CV = CI + VRE$. Comprenez-bien ces différents volumes, car ils tombent fréquemment, et seront d'autant plus faciles à apprendre en les visualisant bien.

QCM 3 :

Concernant les différents acteurs de la mécanique ventilatoire, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A** Le diaphragme correspond au muscle expiratoire principal dont la contraction permet la sortie d'air des alvéoles vers l'extérieur.
FAUX – Il correspond au muscle inspiratoire principal. À la contraction, il s'abaisse, augmente le volume intrathoracique et ainsi diminue la pression alvéolaire. Ainsi, celle-ci devient inférieure à la pression atmosphérique, et l'air peut entrer dans les poumons : c'est l'inspiration.

- B** La pression intrapleurale négative permet de maintenir le poumon contre la paroi thoracique.



VRAI – Le poumon et la paroi thoracique possèdent tous deux des propriétés élastiques. Le poumon a donc tendance à se rétracter vers l'intérieur, alors que la paroi thoracique a tendance à s'étirer vers l'extérieur (symbolisé par les flèches sur le schéma). Ainsi, sans cette pression intrapleurale négative, il n'y aurait pas de cohésion entre les deux.

- C** Le surfactant a pour rôle d'augmenter la tension superficielle des plus petites alvéoles afin d'équilibrer les pressions alvéolaires au sein du poumon.

$$P = \frac{2 \times T}{r}$$

FAUX – Cf. On rappelle la loi de Laplace ci-dessus qui montre que la pression au sein des alvéoles est proportionnelle à la tension superficielle, mais inversement proportionnelle au rayon des alvéoles. Ainsi, afin d'équilibrer les pressions et les différentes alvéoles qui sont de rayon différent, et empêcher les plus petites de se vider dans les plus grandes en raison de différentiels de

pression, le rôle du surfactant est d'équilibrer les pressions en diminuant la tension superficielle au sein des plus petites alvéoles.

- D** Les échanges gazeux se déroulent entre, d'un côté l'air contenu dans les voies de conduction et dans les alvéoles, de l'autre côté le sang contenu dans les capillaires pulmonaires.

FAUX – *L'air contenu dans les voies de conduction ne participe pas aux échanges gazeux. C'est ce qu'on appelle l'espace mort. La proposition exacte aurait été de dire : « Les échanges gazeux se déroulent entre l'air contenu dans les alvéoles et le sang contenu dans les capillaires pulmonaires, à travers la membrane alvéolo-capillaire ».*

E Un emphysème entraîne une augmentation de la compliance pulmonaire.



VRAI – *En effet, l'emphysème entraîne une destruction de la membrane alvéolo-capillaire (donc diminution de la surface d'échange), ainsi il y a moins de débit de transfert de gaz. La destruction de la membrane entraîne une perte des fibres élastiques qu'elle contient. Or, l'élastance est la propriété inverse de la compliance (ou distensibilité) pulmonaire. Ainsi, la diminution de l'élastance dans le cas de l'emphysème entraîne une augmentation de la compliance pulmonaire.*

QCM 4 :

Dans les échanges gazeux, le débit de transfert des gaz est d'autant plus important que :

A L'épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire est diminuée.

VRAI – En effet, une épaisseur de la membrane moins importante favorise le transfert des gaz de part et d'autre de celle-ci.

B L'air inspiré possède une pression partielle inspirée en oxygène importante.

VRAI – Plus la pression partielle dans l'air inspiré est élevée, plus la pression en oxygène dans l'alvéole est importante. Ainsi, la différence de pression partielle, qui correspond à $P_{\text{alvéolaire}} - P_{\text{capillaire}}$ est d'autant plus grande si on augmente la pression alvéolaire en oxygène, ce qui est favorable au débit de transfert.

C La surface alvéolaire est importante.

VRAI – Qui dit plus de surface pour faire les échanges dit plus d'échanges...

D La concentration de l'hémoglobine dans le sang est élevée.

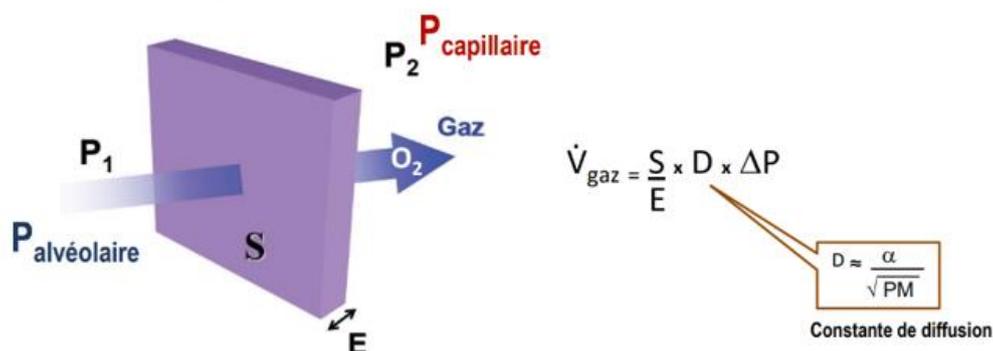
FAUX – Certes, plus d'hémoglobine dans le sang implique plus de molécules auxquelles l'oxygène peut se lier, donc une meilleure oxygénation du sang. En revanche, ce facteur n'a aucune influence dans le débit de transfert des gaz au travers de la membrane alvéolo-capillaire, qui est illustré par la Loi de Fick.

E Le cœur propulse plus de sang dans les capillaires pulmonaires.

FAUX – De même, ce facteur n'intervient pas dans la loi de Fick. En revanche, une diminution de la perfusion pulmonaire diminue également l'oxygénation du sang, car il y a moins de sang qui participe aux échanges gazeux.

Correction détaillée :

On rappelle que le débit de transfert des gaz au travers de la membrane alvéolo-capillaire est donné par la loi de Fick :



Ainsi, on peut donc déterminer quels sont les facteurs augmentant le débit de transfert des gaz, et ceux le diminuant :

Facteurs proportionnels au débit de transfert des gaz (\dot{V}_{gaz})	Surface (S), Différentiel de pression partielle de part et d'autre de la paroi (ΔP), solubilité du gaz (α)
Facteurs inversement proportionnels au débit de transfert des gaz	Épaisseur de la paroi (E), poids moléculaire du gaz (PM)

QCM 5 :

À propos des échanges gazeux entre l'alvéole et les capillaires pulmonaires, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

A Les échanges gazeux permettent l'élimination du CO₂ et l'apport en O₂ de la circulation sanguine.

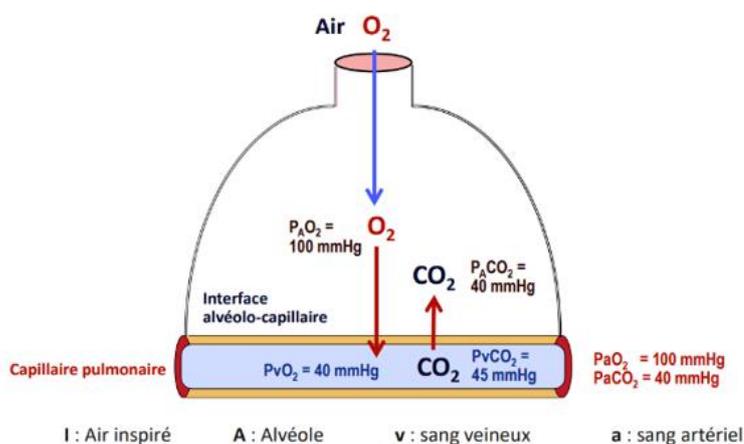
VRAI - C'est exactement le rôle des échanges gazeux. Les cellules vivantes du corps consomment de l'O₂ par leur métabolisme et relarguent du CO₂ dans la circulation sanguine, le rôle de la respiration est donc d'éliminer ce CO₂ du sang et de le réapprovisionner en oxygène.

B À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air alvéolaire ont des compositions gazeuses équivalentes.

VRAI - En effet, comme nous l'avons vu avec la Loi de Fick, la diffusion des gaz de part et d'autre de la membrane alvéolo-capillaire dépend de la différence de pression partielle de part et d'autre de la paroi. Ainsi, les échanges s'effectuent jusqu'à l'équilibre des pressions entre les 2 compartiments.

Par ailleurs, on parle de sang artériel, ce qui sous-entend un sang de composition artérielle (riche en oxygène, pauvre en CO₂). En revanche, ce sang artériel circule jusqu'au cœur gauche (avant d'être envoyé dans l'aorte et les artères de l'organisme) par les veines pulmonaires. C'est une notion d'anatomie et de physiologie circulatoire, mais le nom de veine / artère ne correspond pas à la composition du sang, mais simplement de si le vaisseau provient du cœur (artère) ou s'il amène le sang jusqu'au cœur (veine).

C À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air inspiré ont des compositions gazeuses équivalentes.



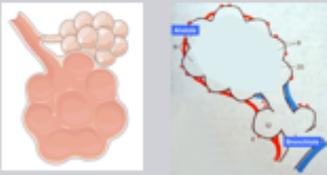
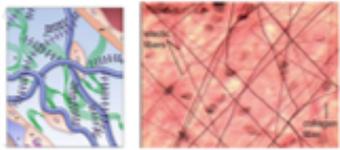
FAUX – L'air inspiré a une composition plus riche en O₂ que le sang capillaire (environ 150mmHg de pression en oxygène, déterminée dans la formule de la question 1), et moins riche en CO₂ (la P_iCO₂ est pratiquement nulle).

D À la fin des échanges gazeux, le sang artériel et l'air expiré ont des compositions gazeuses équivalentes.

VRAI – L'air expiré correspond à l'air alvéolaire après réalisation des échanges gazeux, c'est donc équivalent à la proposition B.

E La fibrose pulmonaire entraîne une diminution de l'oxygénation du sang par diminution de la surface alvéolaire.

FAUX – C'est le cas de l'emphysème (par destruction des parois alvéolaires). La fibrose pulmonaire (comme retrouvée dans les pneumopathies interstitielles) correspond à une altération de la paroi avec augmentation des fibres élastiques et de l'épaisseur de celle-ci. Voici le tableau résumant les conséquences de ces deux pathologies :

Pathologie	Diffusion de l' O ₂	Compliance
Emphysème 	↓↓ Diminution de la surface d'échange	➤ Destruction des fibres élastiques ➤ Donc augmentation de la compliance
Fibrose 	↓↓ Augmentation de l'épaisseur de la paroi	➤ Augmentation des fibres élastiques ➤ Donc diminution de la compliance

Notre préparation complète à la spécialité médecine



Je m'inscris

- Actualisation des cours en 72h maximum
- Poser vos questions de cours aux professeurs en illimité
- Préparation conçue avec [Conférence Cartesia](#), prépa au concours de l'internat
- [Garantie de réussite](#) : 12/20 ou remboursé
- Réductions de 50 à 90% pour les étudiants boursiers : [déposer sa demande](#)