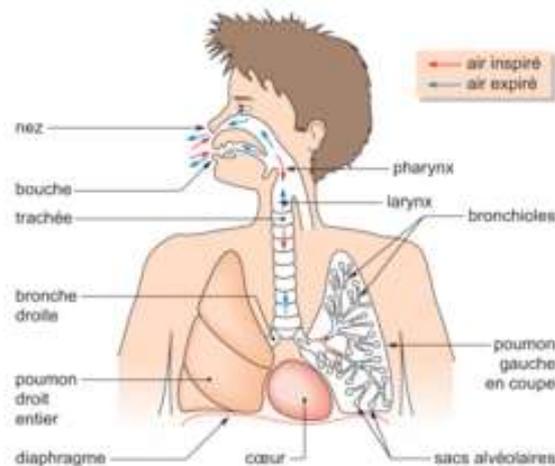


EXPLORATION RESPIRATOIRE FONCTIONNELLE DES SPORTIFS

I- L'APPAREIL RESPIRATOIRE :

1- rappels anatomie : L'appareil respiratoire comprend :

- Les voies respiratoires supérieures avec le nez, le pharynx et les structures associées.
- Les voies respiratoires inférieures avec le larynx, la trachée, les bronches et les poumons.



2- Quelques notions physiologiques essentielles :

Le rôle essentiel de l'appareil respiratoire est d'assurer la respiration, c'est à dire d'amener l'O₂ aux cellules de l'organisme et d'évacuer le CO₂ produit au cours des activités cellulaires.

L'appareil respiratoire comprend :

- Une zone conductrice qui conduit l'air dans les poumons (nez, pharynx, larynx, bronches et bronchioles)
- Une zone respiratoire où s'effectuent les échanges gazeux (canaux alvéolaires et alvéoles)

La respiration se traduit par la mise en œuvre de trois processus.

a – **La ventilation pulmonaire**. L'air vient dans les poumons lorsque la pression y est inférieure à celle de l'air atmosphérique. C'est ce qui se produit à l'**inspiration** avec l'augmentation de volume des poumons. L'air sort des poumons lorsque la pression y est supérieure à celle de l'air atmosphérique. C'est ce qui se produit à l'**expiration** avec la diminution de volume des poumons.

b – **La respiration externe (pulmonaire)** est l'échange d'O₂ et de CO₂ entre les **alvéoles** et les **capillaires sanguins pulmonaires**. Elle entraîne la conversion du sang désoxygéné (pauvre en O₂) en provenance du coeur en sang oxygéné (riche en O₂) retournant au cœur. Ce processus a lieu à l'inspiration en raison de la pression en O₂ élevée de l'air atmosphérique. Le CO₂ suit le chemin inverse en raison de la pression en CO₂ plus faible de l'air atmosphérique.

c – **La respiration interne (tissulaire)** est l'échange d'O₂ et de CO₂ entre les **capillaires sanguins des tissus** et les **cellules des tissus**. Elle entraîne la conversion du sang oxygéné en sang désoxygéné toujours en raison des différences de pression en gaz. L'O₂ diffuse du sang vers les cellules des tissus tandis que le CO₂ quitte les cellules vers le sang des capillaires.

Le transport des gaz respiratoires entre les poumons et les tissus est une fonction du sang. Ceci explique l'extraordinaire richesse du réseau capillaire dans les parois alvéolaires

II- PARAMETRES RESPIRATOIRES :

1- La fréquence ventilatoire (f) :

Nombre par cycles respiratoires (un cycle respiratoire est une inspiration + une expiration) par minutes. Un adulte au repos possède une fréquence ventilatoire de 12 à 20 cycles.min⁻¹, valeur pouvant atteindre 50 cycles.min⁻¹ à l'exercice intense.

Normes ventilatoires : La fréquence est de 12 à 20 par minute.

Fréquences respiratoires (mv/mn)	
Adulte	12 à 20
Enfant (1 à 8 ans)	20 à 30
Nourrisson <1 an	30 à 60
Nouveau-né < 1 semaine	40 à 60

Elle diminue pendant le sommeil et s'accélère pendant l'effort car les besoins en oxygène augmentent.

Attention, on peut faire varier sa fréquence volontairement pendant une brève période. Donc il faut toujours raisonner en fonction de l'environnement (peur, émotion, repos, effort...).

2- Le débit ventilatoire (VE) :

Le débit ventilatoire est le volume d'air mobilisé par minute il est égale au produit de volume courant par la fréquence respiratoire.

$$VE = Vt \times f$$

Chez un homme de 70 kg le débit ventilatoire au repos se situe généralement autour de **7.5 litres par minute**, décompensé comme suit : un volume courant de 0.5 litre et une fréquence respiratoire de 15 mouvements respiratoires par minutes (mvt/min).

3- L'équivalent respiratoire :

Lors d'un exercice sous maximal, le débit ventilatoire augmente de façon linéaire avec la consommation d'oxygène (VO_2) jusqu'à une intensité d'exercice variant de 60 % à 90% du $VO_{2\text{ max}}$. le rapport VE (volume d'air ventilé) et quantité d' O_2 consommé par les tissus (VO_2) est l'équivalent respiratoire. Au repos, **VE/VO₂** varie de **23 à 28 l d'air par litre** d' O_2 consommé. Cette valeur change peu lors de l'exercice sous maximal comme la marche ce qui indique que les systèmes de contrôle de la ventilation collant aux besoins énergétiques de l'organisme.

4- Le quotient respiratoire (QR) :

Le quotient respiratoire (QR) C'est le rapport entre le dioxyde de carbone relégué par l'organisme et l'oxygène consommé pour les dégradations métaboliques.

$$QR = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

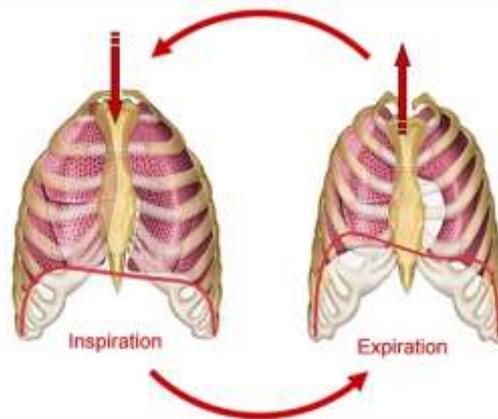
Plus l'effort augmente en intensité plus VCO_2 et VO_2 augmentent également. Ceci jusqu'à une certaine puissance d'exercice, à partir de laquelle le rejet de CO_2 s'élève plus fortement que la consommation d' O_2 (modification des capacités aérobie du sportif). Le rapport va donc augmenter.

Le QR est déterminé par le métabolisme des tissus, il reflète le type du substrat utilisé comme source d'énergie, et généralement compris entre 0,7 et 1,0 :

- La dégradation aérobie des résidus glucidiques entraine un $QR=1$.
- La dégradation aérobie d'acides gras et d'acides aminés entraine un QR de 0.7 à 0.8.
- Le métabolisme mixte du repos est entre 0.75 et 0.85 chez un individu normal.

Au début de l'effort le QR va s'installer à 0.85 (hyperventilation de stress), puis descendre vers la valeur de repos dans le cadre d'un exercice de moyenne intensité, avant de remonter vers l'unité (QR=1) avec la consommation de glycogène à l'augmentation de l'effort (> 60 % de VO₂ max), signe de la participation de la filière anaérobie lactique, pour ensuite dépasser 1 au moment de l'hyperventilation traduisant la prépondérance des filières anaérobie lactique et alactique (augmentation importante de l'effort). Le QR peut atteindre 1.21 ± 12 à l'effort maximal.

III- LES VOLUMES ET CAPACITES PULMONAIRES :



Les amplitudes des mouvements d'inspiration et d'expirations peuvent être d'**une grande variété**, mobilisant ainsi des volumes d'air pouvant varier de quelques millilitres à plusieurs litres.

Les volumes d'air mobilisés dépendent principalement de l'activité de la personne et de ses besoins en oxygène. Ils sont rarement constants et réguliers, si ce n'est, parfois, durant le sommeil.

Lors d'une **respiration ordinaire et calme**, les poumons inspirent et expirent environ un **1/2 litre** d'air alors qu'en augmentant l'amplitude des mouvements respiratoires, lors d'un exercice physique par exemple, ils leur est possibles de mobiliser de **8 à 10 fois plus** d'air.

Quatre volumes caractéristiques peuvent être identifiés :

- Volume courant (VC) (VT en anglais)
- Volume de réserve inspiratoire (VRI)
- Volume de réserve expiratoire (VRE)
- Volume résiduel (VR)

1- Le volume courant (VC) : c'est la quantité d'air qui est renouvelé lors d'un cycle respiratoire normal, quand on est au repos ou lors d'une activité calme comme la lecture ou lors d'une marche décontractée. Selon l'activité et la stature de la personne, il varie d'environ **400 à 600 millilitres** d'air. C'est la respiration « habituelle » dont on n'est généralement pas conscient et qui s'autorégule tout simplement en fonction des besoins en oxygène.

2- Le volume de réserve inspiratoire (VRI) : c'est le volume d'air maximal qu'il est possible d'inspirer après une inspiration normale. Il peut varier de **2 à 3,5 litres** selon la corpulence et l'aptitude de la personne, l'entraînement ou les pathologies. Il est important de comprendre que ce volume désigne un « espace » dans lequel le mouvement respiratoire peut être varié. Ainsi, dans le VRI, on peut inspirer, expirer ou encore demeurer en apnée.

3- Le volume de réserve expiratoire (VRE) : désigne le volume maximal expiré après une expiration normale. Il est d'environ **1 ou 1,5 litres**. Dans ce volume, également, on peut pratiquer l'expiration plus ou moins complète, l'inspiration ou encore rester sans mouvement respiratoire, en apnée.

4- Le volume résiduel (VR) : c'est le volume d'air qui reste malgré tout dans les poumons après une expiration complète et forcée. Ce volume n'est pas facile à évoluer, il est de l'ordre de **1,5 litre**.

Il est à noter que sur les plus ou moins **6 litres** d'air que peut contenir les poumons, **plus 1.5 litres** d'air ne participe pas aux échanges gazeux car il se trouve dans l'**espace dit « mort »**, c'est à dire dans les différents conduits respiratoires ou encore dans des territoires alvéolaires ventilés mais mal perfusé.

5- La capacité pulmonaire totale (CPT) : c'est-à-dire le volume d'air que peut contenir les poumons à la fin d'une inspiration complète elle est d'environ 6 litres.

Valeur théorique

Homme = $(7,992 \times H) - 7,081$

Femme = $(6,602 \times H) - 5,791$

H = Taille en mètres

6- La capacité résiduelle fonctionnelle : Volume gazeux présent dans le poumon et les voies aériennes au niveau moyen de la fin d'expiration ($CRF = VRE + VR$).

7- La capacité vitale lente (CV) : Volume gazeux mobilisé entre les positions d'inspiration complète et d'expiration complète.

8- la capacité vitale forcée (CVF) : elle intègre la compression dynamique des bronches et peut être plus basse que la CVL.

CVF est donc toujours à CVL. Dans le cas contraire, l'examen doit être considéré comme de mauvaise qualité.

Chez un sujet normal : $CVF = CVL$.

Lorsque $CVF < CVL$ cela traduit une obstruction distale.

Valeur théorique de CVF:

Homme = $(5,757 \times H) - (0,026 \times A) - 4,345$

Femme = $(4,426 \times H) - (0,026 \times A) - 2,887$

H = Taille en mètres

A = Age en années

9- La capacité inspiratoire : (CI = VC + VRI), non représentée sur le graphique.

❖ **Les volumes mobilisables :**

Trois des volumes précédemment décrits sont mobilisables et peuvent être parcouru par une inspiration complète réalisée après une expiration complète. Ainsi, inspirant après une expiration complète, on parcourt successivement les espaces du **volume de réserve expiratoire (VRE)**, du **volume courant (VC)** et enfin du **volume de réserve inspiratoire (VRI)**.

Ces différents volumes cumulés représentent la **capacité vitale (CV)**, elle est d'environ **4,5 litre**, c'est la quantité maximale d'air pouvant entrer ou sortir des poumons.

L'évolution de ces différents volumes et capacités peut être représentée sur un graphique de la manière suivante. A l'inspiration, la courbe monte, et à l'expiration elle descend :

10- La Capacité Vitale Forcée :

Afin d'obtenir des résultats fiables, une bonne préparation du test est d'une importance cruciale. C'est indispensable d'expliquer le manœuvre très clairement au sportif. Idéalement le sportif respire à l'aise dans l'appareil durant vos explications afin qu'il puisse voir sa courbe débit/volume sur l'écran en temps réel.

La **CVF** est une **expiration forcée**. Le sportif est assis et garde son dos droit durant la manœuvre.

Le pince-nez n'est pas obligatoire mais recommandé.

C'est très important que les lèvres enferment bien l'embout du spiromètre, pour qu'il n'y ait pas de fuites.

Si le spiromètre le permet le sportif respire calmement dans le spiromètre. Au moment que le sportif et l'appareil sont prêts, le sportif inspire, profondément afin de remplir ses poumons à fond, et expire après le plus fort et le plus vite possible tout l'air de ses poumons dans le spiromètre.

Ensuite le sportif inspire complètement et forcé afin d'obtenir la courbe inspiratoire.

Les résultats de la spirométrie sont comparés aux valeurs théoriques ou prédites, qui eux sont calculés en partant de l'âge, du sexe, de la taille du sportif.

11- La Capacité Vitale (lente) :

Ce test de spirométrie ressemble la CVF. La différence est que l'expiration ou l'inspiration dans le spiromètre ne se font plus le plus vite possible. Le sportif inspire d'abord à fond et expire après lentement tout l'air de ses poumons (**Capacité Vitale Expiratoire**) ou à l'inverse: il expire tout l'air de ses poumons et inspire lentement à fond (**Capacité Vitale Inspiratoire**).

Après un test de spirométrie il y a toujours de l'air restant dans les poumons, même si le sujet n'arrive plus à souffler d'air. Il s'agit du **volume résiduel (VR)**. La Capacité Pulmonaire Totale (CPT) consiste donc de la (C)VF + du VR. C'est impossible de mesurer ce volume avec un spiromètre. Pour mesurer le VR des tests plus sophistiqués sont nécessaires, comme la méthode de dilution à l'hélium ou la pléthysmographie.

