▸ La respiration

Apprenez à respirer !

Il est important de maîtriser et d'optimiser sa respiration. Nous allons nous attacher à étudier son rôle insoupçonné pour améliorer votre confort lors de vos randonnées à vélo.

L'endurance dépend de multiples facteurs qu'il est possible de classer en trois catégories : fonction respiratoire, fonction cardio-vasculaire, fonction musculaire.

Le cycle respiratoire est fait d'une alternance d'inspirations et d'expirations, les volumes pulmonaires et la fréquence respiratoire variant en fonction des besoins et des circonstances.

Nous avons tendance à nous concentrer sur le geste à réaliser, sur le but à atteindre sans nous préoccuper de notre respiration, alors que celle-ci est essentielle afin d'améliorer nos performances.

Contrôlez notre **cycle respiratoire** est important pour progresser sur le plan technique, améliorer notre appareil cardio-vasculaire, retarder l'apparition de la fatigue, réduire le stress.

Les différentes filières énergétiques

Le fonctionnement musculaire nécessite la présence de nutriments, essentiellement des glucides et des lipides, accessoirement des protides, à partir desquels est synthétisé au fur et à mesure des besoins de l'activité la source unique de l'énergie musculaire, l'**ATP ou adénosine triphosphate**, en utilisant trois filières :

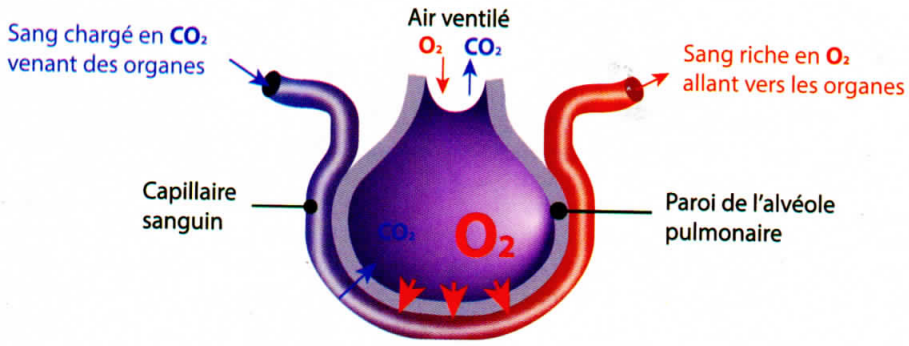
- Filière anaérobie alactique. En absence d'oxygène, utilise phosphocréatine et ATP – sur des efforts très courts et intenses. Cette filière provoque une dette en dioxygène (O_2).
- Filière anaérobie lactique. En absence d'oxygène, à partir du glycogène – sur des efforts d'une à trois minutes. Cette filière induit une production d'acide lactique.
- En présence d'oxygène, à partir de lipide et de glycogène, au cours des activités en endurance.

Chaque filière peut être améliorée grâce à un entraînement spécifique.

Dans l'intimité du cycle respiratoire

La fonction principale de l'appareil respiratoire est d'assurer :

- La ventilation : l'inspiration fournit à l'organisme le dioxygène ; l'expiration débarrasse l'organisme du dioxyde de carbone (CO_2).
- La diffusion de l'air est assurée par les voies aériennes supérieures (nez, pharynx, larynx et trachée) où l'air inspiré est réchauffé et humidifié, les bronches, les bronchioles se terminant par des alvéoles, petits sacs



Alvéole pulmonaire

Les échanges gazeux

> ***Respirer au repos semble simple, mais respirer au cours d'un effort cela s'apprend.***

en forme de grappe se remplissant d'air à l'inspiration et se vidant à l'expiration. Ces alvéoles sont intimement tapissées de capillaires, artériels et veineux, très fins.

Les échanges gazeux O_2/CO_2 entre l'air et le sang se font par différence de pression à travers la paroi existant entre les alvéoles et les capillaires : le dioxygène contenu dans les alvéoles passe dans le sang, le dioxyde de carbone contenu dans le sang passe dans les alvéoles pour être expulsé dans l'atmosphère au cours de l'expiration.

Chez l'adulte les alvéoles sont approximativement au nombre de 600 à 800 millions, correspondant à une surface d'échange d'environ 100 m² soit l'équivalent de la surface d'un court de tennis.

Le dioxygène transitant dans le sang, par l'intermédiaire de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges, est distribué à tous les organes, en particulier aux cellules musculaires, où se déroulent les dernières étapes du cycle respiratoire.

En présence de dioxygène :

- Dans le cytoplasme cellulaire, les glucides sont transformés par glycolyse et les acides gras par oxydation.
- Les mitochondries, véritables petites usines cellulaires, produisent de l'acétyl-CoA.
- Synthèse de l'ATP, élément primordial, apportant l'énergie nécessaire à la contraction musculaire.

Au cours de ces trois étapes, une mitochondrie permet, à partir d'une molécule de glucose, la production théorique de 36 ou 38 molécules d'ATP, certaines études aboutissant à la valeur de 29,85 ATP par molécule de glucose.

L'hydrolyse d'une molécule d'ATP donne :

- une molécule ADP (Adénosine diphosphate) + une molécule de phosphate,
- de l'énergie mécanique (20 à 25 %),
- et surtout de la chaleur (75 à 80 %) soit environ 10 Cal/molécule.

La ventilation

Selon l'âge et l'activité, la fréquence respiratoire (FR) et la durée du cycle respiratoire sont variables.

La fréquence respiratoire moyenne par minute est de :

- 40 à 60 cycles chez le nouveau-né de moins d'une semaine,
- 30 à 40 cycles chez le nourrisson de moins d'un an,
- 20 à 30 cycles chez l'enfant non pubère,
- 12 à 20 cycles chez l'adulte et l'adolescent éveillés au repos,
- 40 à 50 cycles chez l'adulte au cours d'une activité physique.

La durée du cycle respiratoire est en moyenne de :

- 1 à 1,5 seconde chez le nouveau-né au repos,
- 4 à 5 secondes chez l'adulte au repos.

Pour apprendre à respirer, il est nécessaire de :

- **Percevoir sa respiration :**
  - Au calme prendre le temps de s'écouter respirer, de moduler le rythme de sa respiration.
- **Comprendre sa respiration :**

La ventilation, alternance d'inspirations et d'expirations, met en jeu des volumes pulmonaires et des fréquences respiratoires variables en fonction des besoins. Elle est assurée par la pompe respiratoire constituée par le squelette (cage thoracique, colonne dorsale), des muscles respiratoires, essentiellement **le diaphragme** mais aussi les muscles inspirateurs (muscles pectoraux, intercostaux externes, muscles du cou) et les muscles de l'expiration (intercostaux internes, abdominaux et certains muscles lombaires).

- Au cours de l'inspiration, le diaphragme, en s'abaissant augmente le volume pulmonaire et facilite l'admission d'air. Lorsque la poitrine se soulève, ne rentrez pas le ventre, l'abdomen doit se « gonfler » en premier. La respiration est dite abdominale.
- Au cours d'une inspiration purement thoracique, ventre « rentré », vos poumons n'utilisent qu'une partie de leur capacité inspiratoire, seule une quantité réduite d'air est admise. En dette de dioxygène la fatigue apparaît plus rapidement.
- Au cours de l'expiration, soufflez l'air de vos poumons en rentrant votre ventre. Ainsi votre diaphragme remonte facilement, chassant de vos poumons le dioxyde de carbone produit dans les cellules au cours de la création d'énergie.
- En moyenne et au repos, 500 ml d'air sont mobilisés au cours d'une inspiration et d'une expiration. En pratiquant une respiration abdominale spontanée, vous pourrez inspirer davantage d'O_2 et expirer plus de CO_2. **[Schéma : respiration-abdo.bmp]**

- **Favoriser une bonne respiration :**
  - Pendant vos activités physiques, essentiellement au cours des phases de récupération, adoptez une respiration consciente et abdominale. Cet apprentissage favorisera, par la suite, une respiration automatique abdominale qui permet une meilleure oxygénation musculaire.
- **Développer sa capacité respiratoire :** Un entraînement régulier permet d'améliorer sa capacité respiratoire, de mieux contrôler sa fréquence respiratoire.

Volumes et capacités pulmonaires

Au repos, un certain volume d'air est inspiré puis expiré : c'est le débit ventilatoire.

En cas de nécessité, un volume supplémentaire d'air peut être inspiré et expiré, l'amplitude des mouvements thoraciques est donc variable.

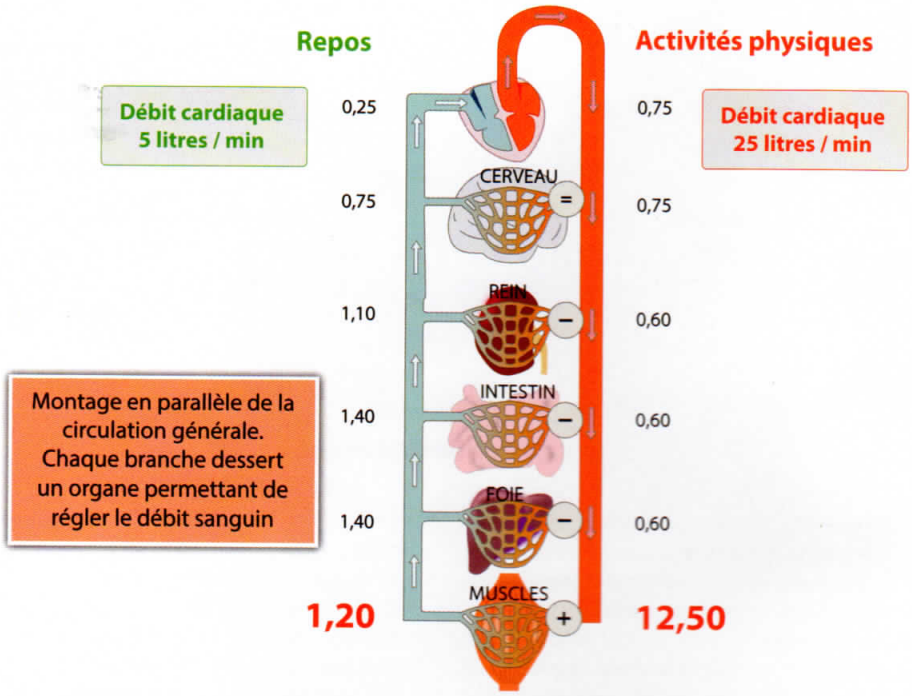
La ventilation pulmonaire ne mobilise pas la totalité du volume d'air contenu dans les poumons. Il existe des volumes mobilisables et un volume non mobilisable.

La capacité pulmonaire totale (CPT) correspond à la somme de tous les volumes pulmonaires, c'est le volume gazeux présent dans les poumons à la fin d'une inspiration complète. Chez l'adulte au repos, elle est en moyenne de 6 000 ml (comprise entre 5 et 7 litres) mais elle est variable en fonction de l'âge, du sexe, de la taille et de l'origine ethnique.

Elle se décompose chez un adulte en :

- Volume courant (500 ml) : volume mobilisé au cours de chaque cycle respiratoire.
- Volume de réserve inspiratoire (≈ 2 500 ml) : volume maximal d'air qu'il est encore possible d'inspirer après une inspiration normale de repos.
- Volume de réserve expiratoire (≈ 1 500 ml) : volume d'air qu'il est encore possible d'expirer par une expiration forcée après une expiration normale de repos.
- Volume résiduel (≈ 1 500 ml) : volume d'air pulmonaire à la fin d'une expiration forcée. Ce volume est non mobilisable.

La capacité inspiratoire (CI = VC + VRI) : volume maximal d'air inspiré (≈ 3 000 ml).
La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF = VR + VRE) : quantité d'air qui reste dans les poumons à la fin d'une expiration normale : c'est le volume pulmonaire de repos (≈ 3 000 ml).
La capacité vitale (CV) correspond à la totalité des volumes mobilisables (≈ 4 500 ml).



Variation des besoins d'un muscle en fonction de l'intensité de l'activité physique

Une activité physique induit quasi simultanément une augmentation du rythme respiratoire, du débit ventilatoire, de la quantité de dioxygène inspiré, de la fréquence cardiaque, du débit sanguin, de la chaleur corporelle, d'un surcroît de transpiration, et plus tardivement une sensation de faim.
Lorsque l'intensité d'une activité physique augmente, la consommation d'une cellule musculaire en dioxygène et en glucose augmente proportionnellement à l'intensité de l'effort fourni et s'accompagne du rejet d'un volume de dioxyde de carbone comparable à celui du dioxygène utilisé. Les besoins en dioxygène et glucose de la cellule musculaire varient donc en fonction de l'intensité et du type de l'activité physique effectuée.
Par l'intermédiaire de la circulation pulmonaire, la masse sanguine, se débarrasse du CO_2 et se recharge en O_2. Au cours d'un effort, dans la circulation générale, il existe un rééquilibrage du débit sanguin en faveur de certains organes : il est augmenté au niveau du cœur, des muscles, de la peau ; il reste identique au niveau du cerveau ; il est diminué au niveau des autres organes sauf de l'appareil digestif en période postprandiale.

Rappelons la définition du **VO2 max. Il correspond au volume maximal d'oxygène qu'un organisme peut consommer en un temps donné au cours d'une activité aérobie maximale.** C'est donc un indicateur de la capacité d'un individu à réaliser un effort physique en endurance.
Le VO_2 max est :

- Exprimé par litre d'oxygène, par minute, par kilogramme de poids, (ml/min/kg).
- Déterminé génétiquement.
- Augmenté par l'entraînement, diminué à l'arrêt de celui-ci.
- Maximal entre 10 et 30 ans, puis amorce une baisse de 8 à 10 % de sa valeur tous les dix ans.

Au cours de l'intensité maximale d un effort, la consommation du dioxygène atteint une valeur seuil correspondant au VO_2 max.
Au-delà de ce seuil, appelé Seuil ventilatoire 1 (SV1) ou Seuil aérobie, en absence de dioxygène, les cellules musculaires ont recours, comme nous l'avons vu, à d'autres filières énergétiques. La dégradation du glycogène devient incomplète, les déchets s'accumulent, apparaît rapidement une production d'acide lactique. Dans ces conditions, l'effort ne peut être poursuivi au-delà de quelques minutes à des puissances égales ou supérieures au VO_2 max. Une sensation de fatigue de plus en plus intense s'installe.
L'apport privilégié du dioxygène aux muscles au cours d'un effort découle d'une vasodilatation des capillaires artériels des muscles, conjugué à une répartition ciblée des débits sanguins dans les différents organes.

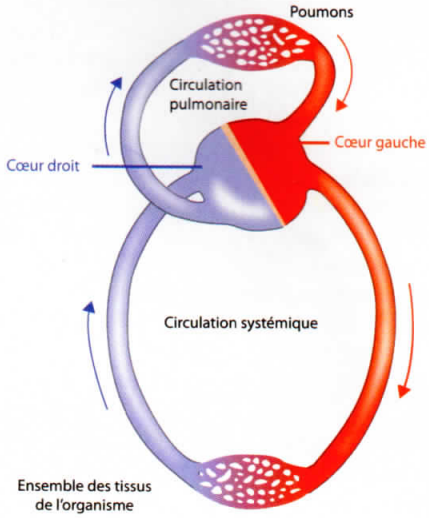
Et maintenant respirez au cours d'une activité sportive

Nous avons vu l'importance des muscles dans le fonctionnement de la pompe respiratoire.

Pour assurer une bonne ventilation, de manière à ce que la respiratoire soit aisée, en concordance avec le geste technique, le sportif doit acquérir un bon gainage des muscles de la sangle abdominale associé à un renforcement de la musculature du tronc. Chez le cycliste, la position penchée, tronc plié en avant, muscles tendus, est un facteur de gêne respiratoire.
Le volume d'air inhalé (en litre d'air par minute [l/min]) est variable, en rapport avec l'intensité de l'activité. Il passe d'environ 5 à 7 l/min au repos à 80, 150, voire 200 et même 250 l/min chez des athlètes de haut niveau. Au cours d'une marche, d'une promenade à bicyclette le volume d'air inspiré est de 15 l/min, pour une marche rapide ou une montée d'escalier on note 30 à 40 l/min, en cas d'une pratique intensive du vélo ou en côte : 60 à 100 l/min.

Les phénomènes d'adaptation de l'organisme à l'effort

Le début d'une randonnée à vélo, surtout si le départ est rapide, comme toute activité physique se caractérise par une inadaptation respiratoire, les jambes sont lourdes. Il se crée rapidement une **dette en dioxygène : rappelons-nous que** toute activité physique



débute par une phase en anaérobie, l'adaptation ventilatoire ne se produisant qu'en 3 à 4 minutes.

Si l'échauffement est bien conduit, la fréquence cardiaque s'accélère pour se maintenir aux alentours de 50 à 65 % de la fréquence cardiaque maximale. Parallèlement, la fréquence, l'amplitude des mouvements respiratoires, le volume d'air inhalé augmentent. Le diamètre des capillaires tapissant les alvéoles pulmonaires se dilatent progressivement, majorent le débit sanguin et adaptent les échanges gazeux alvéolaires à l'intensité de l'effort. Simultanément les muscles bénéficient d'une quote-part préférentielle de dioxygène grâce à la vasodilatation des capillaires artériolaires qui les vascularisent. Concurremment, les débits sanguins dans les différents organes de la circulation générale, disposés en parallèle, sont adaptés aux besoins de ceux-ci. Simultanément, l'élévation de la température corporelle générée par le travail musculaire améliore l'influx nerveux, les réactions métaboliques, la viscoélasticité des fibres musculaires.

À la fin d'un échauffement bien conduit, la respiration et la fréquence cardiaque deviennent régulières, un équilibre entre les besoins et les apports en dioxygène est atteint : **c'est le second souffle !**

Au cours d'un effort, la respiration doit être aisée, le rythme respiratoire aussi régulier que possible, en évitant de doubler l'inspiration et l'expiration. L'inspiration s'effectue par le nez, l'expiration se pratique par la bouche en étant deux à trois fois plus longue que l'inspiration. Une respiration efficace sera profonde, sans accélération de la fréquence respiratoire, aboutissant à une augmentation du volume d'air ventilé donc des volumes de dioxygène absorbé et de dioxyde de carbone rejeté.

Si, comme le font souvent la plupart des pratiquants débutants, vous accélérez la fréquence du rythme respiratoire, vous inspirez et expirez superficiellement sans renouveler suffisamment l'air alvéolaire, entraînant une dette en O_2 et un essoufflement.

Naturellement le rythme respiratoire se calque sur le rythme de pédalage.

Une ventilation optimale permet de diminuer la fréquence cardiaque, d'environ 5 à 10 battements par minute.

Pendant les temps de récupération, prenez le temps de reprendre une respiration profonde et complète pour combler la dette d'oxygène.

À la fin d'un exercice, le volume d'air ventilé diminue rapidement en quelques secondes, cependant la fréquence respiratoire de base n'est retrouvée qu'après plusieurs minutes de repos. En effet, après un effort physique, la consommation en dioxygène reste supérieure à celle constatée au repos, l'organisme ayant besoin de ce surplus au cours de la phase de récupération ou « fenêtre métabolique », pour reconstituer ses réserves, faciliter l'élimination de l'acide lactique et accompagner une augmentation modérée du métabolisme de base durant environ 24 heures. L'importance et la persistance de cette augmentation de la ventilation respiratoire de repos sont liées à l'intensité de l'exercice physique effectué.

Pour conclure

Apprendre à bien respirer permet une amélioration de vos performances et constitue indéniablement une amélioration de votre confort au cours de vos randonnées. En récupération active ou au cours de la coupure hivernale, pratiquez la natation, en particulier le crawl. Cette activité sportive permet d'apprendre à coordonner son cycle respiratoire, à respirer sans s'essouffler.

Jean-Luc Langeron
Médecin de la ligue Pays-de-la-Loire