

Leçon n°7
Les modifications physiologiques à l'effort
(Corrigé des bilans d'activités)

I. L'effort physique nécessite de l'énergie apportée par dioxygène et nutriments

Pourquoi l'effort physique nécessite dioxygène et nutriments et en quoi existe-t-il des limites à l'utilisation de ces molécules ? Activité III-1

A) Les dépenses énergétiques humaines

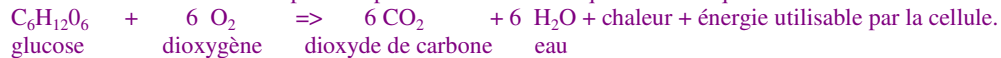
+ L'Homme dépense de l'énergie pour toutes ses **activités physiques** (et **intellectuelles** !) ; cependant à ces dépenses volontaires s'ajoutent des **dépenses incontournables** liées au **fonctionnement des organes vitaux** pour l'accomplissement de **nombreuses fonctions** telles que la respiration, la circulation... On désigne ce dernier type de dépenses par **métabolisme basal**. La dépense énergétique globale d'un individu est une grandeur qui correspond à la somme de l'énergie liée à l'**activité de l'individu** + le **métabolisme basal** et s'exprime en **kilo Joules (kJ)** ou parfois dans une unités peu à peu abandonnée la **kilo calorie (kcal)**, la conversion étant donnée par la formule : 1 kcal = 4,18 kJ .

+ La dépense énergétique liée à l'effort physique est la conséquence d'un **travail**. Ce travail comme l'**énergie dépensée** s'exprime en **Joules**. Ramené à l'unité de temps pendant lequel il se produit, cette grandeur permet de connaître la **puissance de l'effort** exprimée en **watts (W)** => Puissance (en W) = travail (en J) / unité de temps (en secondes). L'énergie dépensée lors de cet effort dépend d'un certain nombre de facteurs : **masse, taille, âge, état physiologique du sujet, le type d'effort** (marche, course, nage ...) et la **durée** de l'effort.

B) L'effort physique nécessite des molécules apportées par la respiration et l'alimentation

+ Tout effort nécessite chez l'Homme des **molécules organiques** (glucides, lipides et protides) apportées par l'**alimentation** et du **dioxygène** apporté par la **respiration**. C'est l'**énergie potentielle** contenue dans ces molécules organiques d'origine alimentaire qui permet de satisfaire les dépenses énergétiques. Par exemple, le glucose peut fournir théoriquement une énergie de 2840 kJ. La **production d'énergie** grâce aux molécules énergétiques et au dioxygène se fait par le mécanisme de **respiration cellulaire**. Ce mécanisme de production d'énergie se traduit par le **dégagement de vapeur d'eau** et de **dioxyde de carbone** (qui permettent le rejet des atomes "H", "C" et "O" qui formaient la molécule organique initiale) ainsi que de la chaleur (qui contribue cependant à **maintenir la température corporelle à 37°C**). Le **rendement énergétique** des réaction de respiration (= énergie produite / énergie potentielle de la molécule organique) dépend de la **nature de molécule organique alimentaire** et varie de 25 à 51 %.

+ Le bilan "entrées / sorties" peut s'exprimer sous forme d'équation chimique :



C) Les limites à l'effort physique

+ Une limite supérieure : le trop d'effort. L'effort nécessite nous l'avons vu dioxygène et nutriments. Il n'est pas possible d'**augmenter indéfiniment l'apport d'oxygène** pour satisfaire les mécanismes de la respiration. On peut définir ainsi un volume maximum d'oxygène consommé par unité de temps, au-delà duquel la respiration ne peut plus fournir davantage d'énergie : c'est la **VO2 max**. Cette valeur peut être évaluée lors de **test d'efforts avec surveillance médicale** (au Lycée on ne peut que fournir une valeur approchée de cette valeur).

+ Une limite inférieure : le trop peu d'effort. Chez certains individus l'**apport alimentaire est excessif**. Il se traduit par une accumulation de **matières organiques sous forme de lipides** dans l'organisme ce qui se traduit par un surpoids voire une **obésité** (surpoids > 20% par rapport à la normale) ; l'effort physique peut **corriger l'obésité** mais sous certaines conditions : l'utilisation des lipides lors de l'effort dépend en effet de la **durée et de l'intensité** de l'effort. Une **activité d'intensité modérée mais répétée** permet d'**optimiser la perte lipidique** (on nomme LIPOX max la quantité de lipides consommée par unité de temps, cette valeur est maximale dans ces conditions d'exercices). Il va s'en dire que **lutter contre l'obésité passe par une meilleur hygiène de vie** et donc une alimentation qualitativement et quantitativement équilibrée.

II. Réponses de l'organisme à l'effort physique

Comment les paramètres physiologiques cardio-respiratoires répondent-ils aux besoins des muscles pour accomplir l'effort physique ? Quelles en sont les limites et en quoi l'effort physique permet-il de les améliorer ? Activité III-2

A) Les variations des paramètres respiratoires au cours de l'effort

+ Le **débit ventilatoire** est obtenu en multipliant le **volume d'air courant** (celui échangé lors d'une inspiration et expiration) par la **fréquence respiratoire** (nombre de mouvements respiratoires par minute). Ce débit s'exprime en **Litre / minute**.

+ Au cours de l'effort, la **fréquence respiratoire** ainsi que le **volume d'air courant** augmentent de façon importante. **Fréquence respiratoire** qui passe de 16 mouvements / minute (repos) à 40-50 mouvements / minute (activité) alors que dans le même temps le **volume d'air courant** peut passer de 0,5 litres (repos) à 3 Litres (activité).

+ Cette augmentation du volume est rendue possible grâce à la **contraction du diaphragme**, des **muscles intercostaux** et aux mouvements des **muscles abdominaux**.

B) Les variations des paramètres cardiaques pendant l'effort

+ Le **débit cardiaque** est obtenu en multipliant le **volume d'éjection systolique** (VES) par la **fréquence cardiaque** (FC). Ce débit s'exprime en **Litre / minute**.

+ Au cours de l'effort, la **fréquence cardiaque** ainsi que le **volume d'éjection systolique** augmentent de façon importante. **Fréquence cardiaque** qui passe de 70 pulsations / minute (repos) à 180 pulsations / minute (activité) alors que dans le même temps le **volume d'éjection systolique** double en passant de 70 mL (repos) à 140 mL (activité).

. C) Pratiques sportives et fonction cardio-respiratoire

+ Toute pratique d'un sport nécessite au préalable un entretien avec un médecin pour déterminer s'il existe des contre-indications à l'exercice physique. Le **souffle au cœur** (qui résulte d'un **dysfonctionnement des valvules cardiaques**) peut nécessiter un arrêt temporaire voire définitif de toute activité physique.

+ L'**activité physique** pratiquée modérément et sous **surveillance médicale** peut améliorer certaines pathologies médicales.

+ D'une manière générale, l'activité sportive augmente les "**maximas**" **physiologiques** tels que la **VO₂ max** surtout lors de l'**adolescence**, les paramètres évoluant peu à l'âge adulte.

III. Approvisionnement privilégié des muscles pendant l'effort physique

Comment l'organisme privilégie-t-il l'apport en nutriments et en dioxygène aux muscles pendant l'effort ? Activité III-3

. A) Le cœur et la double circulation assure la propulsion du sang

+ Le cœur est un organe creux constitué de **deux séries de compartiments** séparés par des **valvules**. Dans chaque série, le sang à partir des **veines**, pénètre dans le cœur au niveau de l'**oreillette**, puis dans le **ventricule**, puis est propulsé hors du cœur par une **artère**.

+ La série de **compartiments droits** est le siège de la circulation d'un **sang peu oxygéné** (représenté en **bleu**) ; ce sang provient des organes via les **veines caves** et les artères pulmonaires lui permettront de s'**oxygéner** au niveau des poumons. Au contraire, la série de compartiments gauches, plus spacieux, est le siège de la circulation d'un **sang très oxygéné**, représenté en rouge vif (car apporté des poumons par les **veines pulmonaires**) ; l'**artère aorte** permet la distribution du sang aux organes pour leur fournir dioxygène et nutriments. Il n'y a donc pas mélange des sangs dans le cœur.

+ Ainsi la partie droite du cœur fournit du **sang peu oxygéné** aux poumons (= **petite circulation**) ; des poumons, le **sang oxygéné** revient dans la partie gauche du cœur pour être distribué à tous les autres organes (= **grande circulation**).

+ La propulsion du sang se fait pour les 2 séries de compartiments de façon synchrone et débute par la contraction des oreillettes (= **systole auriculaire**) qui déversent le sang dans les ventricules puis se poursuit par la contraction des ventricules (= systole ventriculaire), **contraction puissante qui propulse** le sang dans les artères. Après chacune de ces 2 contractions, des **valvules cardiaques se ferment** pour empêcher le **reflux du sang** dans les compartiments précédents..

. B) La distribution du débit sanguin aux organes ou les caractéristiques de l'irrigation de ces organes

+ La grande circulation est organisée "**en parallèle**" : le sang parvenant de l'artère aorte ne traverse qu'un seul organe (un muscle par exemple) ; c'est ce qui assure une **oxygénation maximale** de chaque organe. Cette organisation suppose donc que l'artère aorte **se ramifie en de nombreuses petites artères** qui irriguent un organe particulier. Au niveau de chaque organe (exemple muscle) ces artères **se ramifient en de nombreux vaisseaux** qui apportent nutriments et dioxygène à tous les tissus, à toutes les cellules.

+ Au repos, cette grande circulation (appelée aussi **circulation générale**) apporte le sang oxygéné à tous les organes. Lors de l'effort, le **débit sanguin** varie selon la nature des organes irrigués : il **augmente fortement** au niveau des muscles, de la peau et des artères qui alimentent les parois du cœur (artères coronaires) mais **diminue** au niveau des reins, du foie. Des **sphincters pré-capillaires**, petits muscles circulaires placés à l'entrée des organes et qui **entourent les vaisseaux sanguins** peuvent fermer (s'ils se contractent) ou ouvrir (s'ils se relâchent) l'**accès du sang aux organes**. Le muscle **est très irrigué** (1500 à 3000 capillaires par mm²) ; au repos, si seuls **10 % de ces capillaires sont ouverts**, lors de l'effort **tous sont ouverts**.