**Déterminer le O2max par extrapolation à partir de la fréquence cardiaque**

**- avec le Généraliste -**

1 - Présentation

2 - Acquisition des valeurs

2-1 Les diverses possibilités avec Jeulin

2-2 Les dédiés

2-3 Le généraliste. 

3 - Exploitation des données

-----------------------------------

Rappel :

Cette solution ne peut être envisagée que si vous travaillez avec des interfaces ayant une connexion USB

Donc toutes sauf les anciennes ESAO4 PCI (où une carte PCI doit être installée au préalable dans l’ordinateur)

🖐 En utilisant **le généraliste**. 

* + Nous n’obtenons pas directement le O2 , mais nous pouvons réaliser la mesure simultanée de la FC, du volume ventilé et du taux de O2. expiré et obtenir par un calcul tout simple la valeur du O2 à partir des mesures de volume ventilé et de taux de O2. Expiré.

plus Cette solution présente l’avantage de gagner du temps lors de la prise des mesures.

plus Cette solution permet à chaque binôme de travailler en autonomie et de développer une réflexion autour de la formule permettant de calculer le débit.

moins Cette solution nécessite la réalisation d’un calcul hors ExAO pour obtenir la valeur du O2 …ce qui pédagogiquement est plus intéressant.

-----------------------------------

**Activité 1 –**

**Mise œuvre du protocole**

La **période de mesure**, peut être effectuée soit :

- pendant la fin (voir plus loin pourquoi) de la **période d’activité**,

- après la **période d’activité.**

Après avoir testé de nombreux protocoles, Nous conseillons de réaliser la **période de mesure** immédiatement après la **période d’activité** afin de contourner les difficultés liées à un enregistrement au cours de l'effort. En effet, les ECG et les spirographes obtenus pendant l’effort peuvent être parasités par l’exercice en cours. En effet, d’une part, l’ECG est parasité par l’enregistrement des contractions musculaires et d’autre part, le spirographe est parasité par une respiration peu stabilisée lors d’un effort (les élèves font involontairement des apnées).

Néanmoins, il est préférable de respirer dans le spiromètre pendant la période d’activité pour s’habituer à la respiration dans le dispositif et d’homogénéiser l’air de l’enceinte.

Nous proposons donc un protocole avec une **période de mesure** qui succède immédiatement à la **période d’activité**.

**Déroulement de l’expérience**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Au repos Durée de la respiration dans le dispositif ExAO |
| Etape 1  Repos |  |
|  | A l’effort |
| Etape 2  10 flexions/min |  |
| Etape 3  15 flexions/min |  |
| Etape 4  20 flexions/min |  |

**Légendes**

|  |  |
| --- | --- |
| Repos | Cette phase de **respiration au repos**, de quelques minutes, permet d’éviter l’épuisement. Elle ne nécessite pas le retour à des valeurs basales de la FC et du O2 tant que les activités sont réalisées dans l’ordre d’une intensité croissante. |
| Activité | Les étapes 2 à 4 se poursuivent par une **phase d'activité** (flexions) dont on peut adapter la **durée de 2 à 3 min** selon le temps disponible. |
| Mesure | Chaque étape se termine par une **phase de mesure**. Une **durée de 30 secondes** peut être choisie si on souhaite entraîner les élèves au calcul d'un débit. |

|  |
| --- |
| ☺ **Remarque sur la durée de la phase d'effort :**  Lors d’un effort, le O2 (débit d’O2) augmente progressivement jusqu’à atteindre un plateau qui dépend de l’intensité de l’effort réalisé. Le O2 obtenu au cours de cette phase d’augmentation n’est donc pas représentatif de l’effort fourni (voir courbe ci-après). Pour obtenir des valeurs significatives, il convient de réaliser la période de mesure pendant la **phase stationnaire** du O2. Ainsi, nous proposons de réaliser la période de mesure après la période d’activité. La durée minimale de la période d’activité est bornée à 2 minutes car les essais réalisés montrent que le O2 se stabilise au bout de 2 minutes. Il est bien sûr possible d’effectuer un effort plus court que 2 minutes tout en sachant que les valeurs obtenues seront alors d’autant plus approximatives. |
| **Evolution du** O2 **lors d’une période d’activité entre 2 périodes de repos**  debit VO2  *Modifié d’après http://hse.iut.u-bordeaux1.fr/lesbats/physiosite/physiowhtm/Image1.jpg* |

|  |
| --- |
| ☺ **Remarque sur la durée de la période de mesure :**  La période de mesure sur 30 secondes est un **choix pédagogique**. En effet, il serait plus intuitif mais moins formateur de choisir une durée de mesure de 1 minute car dans ce dernier cas le **volume** de dioxygène consommé (VO2 sans le point sur le V, exprimé en L) correspondrait au **débit** de dioxygène consommé (O2 avec le point sur le V, exprimé en L/min). L’intérêt de fixer la durée de mesure sur 30 s est de créer une réflexion autour de la **relation entre débit et volume** : |
| formule vo2 |
| En outre comme la mesure se fait après l’activité, cette période de mesure est assez courte pour ne pas prendre en compte (ou très peu) des valeurs illustrant déjà la phase de récupération. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Description des étapes expérimentales proposées** | | | |
| **Etapes** | **Période d’activité** | | **Période de mesure** |
| **Durée** | **Intensité de l’activité** | **Durée** |
| Etape 1 | 1 à 2 min | - | 30 s |
| Etape 2 | 2 à 3 min | 10 flexions / min | 30 s |
| Etape 3 | 2 à 3 min | 15 flexions / min | 30 s |
| Etape 4 | 2 à 3 min | 20 flexions / min | 30 s |

Les essais réalisés pour ce TP ont permis de faire les observations suivantes :

* + L’ECG obtenu avec l’électrode violette sur la cheville gauche (position habituelle) est équivalent à celui obtenu avec l’électrode violette à proximité du coude (voir photo ci-après). Il nous paraît plus pratique d’utiliser cette dernière disposition en classe.
  + Pour éviter des interférences électriques « polluant » l’ECG, il peut s’avérer utile de laisser une voie libre entre l’adaptateur « Electrophy » et les autres adaptateurs.
  + Avec le généraliste, on ne vous demande pas de régler le gain, mais vous pouvez optimiser l’affichage en faisant varier le bouton de l’adaptateur « Electrophy » en tournant vers la gauche (0.5) si le signal est trop fort, vers la droite (3,5) si le trop faible.
  + L’intensité de l’activité, fixée par le nombre de flexion à la minute, ne doit pas être ni trop faible car aucune variation des paramètres mesurés ne serait observable, ni trop forte car l’activité deviendrait proche de la puissance maximale aérobie. Ainsi, nous conseillons de rester dans l’intervalle de 10 à 20 flexions à la minute.
  + Lors de l’étape 1, le fait de respirer dans le spiromètre avant la période de mesure permet de s’habituer à la respiration dans le dispositif et d’homogénéiser l’air de l’enceinte à 17 % environ. Ensuite, il est inutile d’aérer l’enceinte entre chaque enregistrement.

Les essais réalisés dans le TP « Consommation de dioxygène » montrent que l’enceinte est homogénéisée en une vingtaine de secondes.

* + Nous proposons une fourchette de durées pour les exercices afin d’éviter que les élèves ne perçoivent le protocole comme une « recette magique » permettant de déterminer le O2.max Ce temps doit être assez long pour observer une variation des paramètres physiologiques et assez court pour permettre aux élèves de terminer la séance en 1h30. C’est l’occasion d’effectuer une analyse critique des résultats : *«* *Un même individu, obtiendrait-il un* O2 *max différent avec un exercice plus long ? … moins long ? »*.

Les montages

|  |  |
| --- | --- |
| **Photo du dispositif ExAO de mesure de la FC** | **Photo du dispositif ExAO de mesure du VO2** |
| FC | Vo2 |
| Remarque : Nous avons utilisé l’interface JEULIN Primo. On obtiendrait les mêmes résultats avec les autres interfaces USB Jeulin (ESAO4+, Visio…). | |

**Acquisition des données.**



Sur l’interface sont connectés les adaptateurs « Electrophy », « Chronowin » et « Oxymètre »

* Ouvrer le **logiciel généraliste** de l’*Atelier scientifique pour les SVT* (fonctionnel sur toutes les versions).
* Placer les capteurs « Electophy » (filtré), « Volumètre » (et non débitmètre), « Oxymètre » sur l’axe des ordonnées et l’horloge sur l’axe des abscisses.
* Paramétrer la durée de l’acquisition (un peu plus de 30 secondes (35 par exemple) et le nombre de points enregistrés sur 5001 (préférable pour FC).
* Placer les 3 électrodes comme sur la photo ci-dessus en respectant les codes couleurs.
* Lancer l’acquisition pour les conditions de repos en cliquant sur le feu .
* Après chaque mesure, lancer une **nouvelle** acquisition (en conservant les enregistrements précédents), Nommer les par exemple effort-10 effort-15…
* Réaliser l’effort pour les étapes 2 à 4 du protocole expérimental.

**Traitement des données**

**Pour calculer la FC :**

Une lecture graphique s’impose

* Sélectionner l’outil « Fréquence » dans l’onglet « Outils ».



* Positionner les marqueurs bleus sur 2 motifs contigus en sélectionnant les boules bleues.

Copie d’écran d’un ECG réalisé au repos :

|  |
| --- |
| ECG-repos.jpg |

La valeur calculée par le logiciel apparaît en bas (il faut pour cela que le curseur de la souris soit maintenu sur le quadrillage).

Ici : 76,6 cpm (coups par minute)

**Pour calculer le** O2**:**

Il est possible de calculer très simplement le O2 grâce aux valeurs du volume d’air ventilé (mesuré par le spiromètre) et la [O2] dans l’air expiré (mesuré par la sonde à dioxygène) récupérables dans l’onglet « Tableau »

Puisque nous nous sommes placés dans des conditions de mesure (plus de 2 minutes après le début de l’effort) où la concentration en dioxygène expiré étant **constante** au cours de toute la période de mesure (voir graphique) : la concentration en dioxygène dans l’enceinte est donc également **constante**. Ainsi, il est possible de calculer simplement le en appliquant la formule suivante :



Comme on considère que dans l’air inspiré le taux de O2 est de 20,9%

|  |
| --- |
| formule-vo2 |

Concrètement : pour les mesures effectuées ci-dessous au repos, on obtient

|  |
| --- |
| repos-généraliste-annoté |

O2 = somme des V ventilés pendant la mesure (valeur obtenue au temps 30 sec  (ici cellule C4287) \* 2 (parce que seulement sur 30 sec ) x (20,9 (valeur imposée) –[O2]air expiré (valeur obtenue dans la cellule : D4287)/100)

Donc pour cet exemple : = 4,9 x2 (20,9-17,0)/100 = 0,38 L/min.

*(On peut soit donner directement la formule aux élèves, soit les faire raisonner sur la formule littérale qui permet d’accéder au* O2*.)*

|  |
| --- |
| ☺ Si l’on conserve le montage classique, c’est à dire avec la turbine placée juste avant l’enceinte, mesurant alors le volume d’air expiré ; la valeur affichée dans le tableau (colonne volume) sera négative, puisque c’est de l’expiré. Il suffit alors de placer la turbine sur l’embout vert du montage anti-retour pour mesurer alors le volume d’air inspiré (volume bien sur identique) ainsi la valeur s’affichant dans le tableau sera du coup positive. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Description des étapes expérimentales** | | | | **Exploitation des résultats** | |
| **Etapes** | **Période d’activité** | | **Période de mesure** |
| **Durée** | **Intensité de l’activité** | **Durée** | **FC** (cycles/min) | (L/min)([[1]](#footnote-1)) |
| Etape 1 | - | - | 30 s | 76,6 | 0,216 |
| Etape 2 | 2 à 3 min | 10 flexions / min | 30 s | 80,2 | 0,276 |
| Etape 3 | 2 à 3 min | 15 flexions / min | 30 s | 100,7 | 0,368 |
| Etape 4 | 2 à 3 min | 20 flexions / min | 30 s | 120,6 | 0,440 |

1. [↑](#footnote-ref-1)