

Bilan carbone de la Musique municipale de Carouge et généralisation de l'effet des défilés sur l'environnement

Dr. Bunsen Honeydew

Muppet Labs: 'Where the Future is Being Made Today', Elstree WD6 3BX

(Reçu le 25 Février 2010)

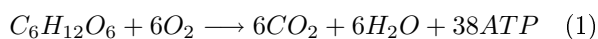
Résumé

Évaluation du bilan CO_2 d'une société musicale d'une cinquantaine de musiciens pendant un défilé. Le calcul est effectué en tenant compte de l'activité physique à travers une étude énergétique basée sur la calorimétrie indirecte. Les solutions possibles pour la réduction du dioxyde de carbone émis seront discutées.

Le Bilan Carbone® est une méthode de comptabilisation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) émises directement ou indirectement par une activité*. En ce qui concerne la Musique municipale de Carouge (MMC), on ne traitera ici que les émissions de nature directe émises lors d'un défilé. Il ne sera pas tenu compte des émissions indirectes ponctuelles dans le temps ne pouvant pas être généralisées pour une étude à long terme comme il en sera question dans cet article.

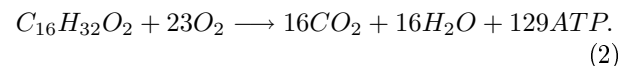
On commence par effectuer une statistique sur les différents individus composant la population observée, ce qui permet de déduire un profil de musicien. On mesure les données anthropométriques, pléthysmographiques et physiologiques que l'on présente sous le format d'une valeur moyenne avec son écart type standard. Les valeurs utilisées pour nos calculs ainsi que les résultats obtenus sont résumés sur la table 1.

En cas de repos complet, l'ensemble des fonctions de l'organisme nécessitent tout de même une consommation moyenne d'oxygène de 3.5 ml/kg/min qui équivaut, par définition, à 1 MET (metabolic equivalent of the task)[1]. Il est ensuite nécessaire de connaître le type d'aliment (glucide, lipide ou protéine) qui est oxydé, car les contenus en carbone et en oxygène du glucose, des acides gras et des acides aminés diffèrent totalement. Par exemple, Lors de la glycolyse (dégradation du glucose) pure, il y a un équilibre parfait entre l'oxygène fourni et le dioxyde de carbone rejeté :



Mais lors de la dégradation de l'acide palmitique, il

faut apporter beaucoup plus d'oxygène :



Le rapport entre les quantités de dioxyde de carbone produit $\dot{V}CO_2$ et d'oxygène utilisé $\dot{V}O_2$ se nomme le quotient respiratoire (QR) non protéique. Ce quotient qui décrit donc le type d'aliment brûlé est de 0.79 ± 0.01 au repos[2]. Ceci permet d'estimer le volume de CO_2 produit au repos. $\dot{V}CO_2 = QR \cdot \dot{V}O_2$. La valeur ainsi calculée du métabolisme de base (MB) ne tient pas compte des dépenses contingentes.

À l'arrêt, la fréquence respiratoire n'est pas imposée. Le $\dot{V}C$ (volume courant) normalement inspiré et expiré en respiration calme est de 0,4 à 0,7 litres[3]. En utilisant le fait que la teneur en CO_2 par expiration est de $\dot{V}E/\dot{V}CO_2 = 32 \pm 3$, on peut calculer le volume de dioxyde de carbone expiré par chacun en une minute avec

$$\dot{V}CO_2 = Freq. \cdot 0.031 \cdot \dot{V}E \quad (3)$$

Le volume expiré ($\dot{V}E$) étant égal au volume courant.

Lors de la marche et de la marche en jouant d'un instrument, un effort supplémentaire est fourni : « Durant l'effort, la fréquence respiratoire s'accroît, de même que le volume courant qui peut atteindre 60% de la capacité vitale. Le temps expiratoire et la durée totale de la respiration sont réduits. A faible puissance, c'est l'augmentation de volume courant qui intervient tandis que la fréquence s'accroît lors d'exercices lourds »[4]. Lors de ces deux activités, on se situe en faible puissance, bien en dessous du deuxième seuil ventilatoire (SV2). On est donc dans une filière aérobie, consommant essentiellement lipides et glucides sans production d'acide lactique. Il faut aussi noter que lors de l'exécution d'un morceau de marche, la

fréquence de respiration n'augmente pas. Le rythme respiratoire est constant, il est fixé à 13 ± 1 cycles par minutes. Le volume courant augmente jusqu'à l'utilisation des volumes d'inspiration (VRI) et d'expiration complet (VRE) respectivement de 2 ± 0.5 litres et de 1.5 ± 0.5 litres [?]. On néglige aussi le début de l'effort, et on ne considère que l'effort une fois stabilisé. Dans ces conditions, il est légitime d'estimer que la production de CO_2 augmente linéairement avec la puissance engagée [5]. On utilisera une relation de linéarité entre l'énergie calculée théoriquement, en conditions de neutralité thermique, et la production de dioxyde de carbone.

Variables	Valeurs	ETS
Sexe (H/F)	H	—
Âge (années)	39	8
Masse (kg)	70	10
Valeurs au repos		
CO_2 MB (ml/min)	193.55	0.01
Valeurs à l'arrêt		
$\dot{V}C$ (ml)	600	100
freq. respiratoire (1/min)	16	1
$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$	32	3
CO_2 (ml/min)	243.4	0.4
Valeurs en marche (3km/h)		
Énergie consommée (kcal/h)	215.6	—
CO_2 (ml/min)	440	10
Valeurs en marche et en musique		
$\dot{V}E$ (ml)	1500	500
Énergie consommée (kcal/h)	328.3	—
freq. respiratoire (1/min)	13	1
CO_2 (ml/min)	630	10
Valeurs en marche lente (2km/h)		
Énergie consommée (kcal/h)	151.9	—
CO_2 (ml/min)	340	10
Valeurs en marche lente et en musique		
Énergie consommée (kcal/h)	225.4	—
CO_2 (ml/min)	460	10

TAB. 1 – Données anthropométriques, pléthysmographiques et physiologiques de la population observée sous le format d'une valeur moyenne avec son écart type standard (ETS) ou l'erreur pour les valeurs calculées.

Les calculs ne tiennent pas compte des différences d'âge, de poids et de sexe au sein de la population observée. Ce que l'on sait d'un point de vue qualitatif, c'est qu'un homme consomme plus de dioxyde

de carbone qu'une femme, et un jeune plus qu'une personne plus âgée [6]. Enfin, le métabolisme d'une personne ayant plus de masse consomme évidemment plus de dioxyde de carbone.

Il est possible alors de déterminer la production de CO_2 en grammes par kilomètre d'une société musicale de 57 membres. En considérant qu'en défilant à une vitesse constante, les musiciens jouent la moitié du temps, on obtient une valeur totale pour le dioxyde de carbone produit par kilomètre et pour 57 musiciens de 1100 ± 10 g pour une marche normale et de 1230 ± 10 g pour une marche lente. On utilise aussi la masse molaire du dioxyde de carbone : 44 g/mol et 24.3738 mol/l le nombre de litres pour une mole de CO_2 déduit de la théorie des gaz parfaits à une température de 20°C.

Pour réduire quantité de CO_2 produit, il est recommandé de ne faire défiler qu'une partie de la société, préférablement des personnes plus âgées, des femmes et des personnes de faible corpulence à une température entre 18 et 20°C et enfin de n'exécuter que des marches rapides. Les autres membres devraient se reposer le plus possible pour ne pas augmenter le quota de dioxyde de carbone.

Références

- [*] Définition de l'ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
- [1] Ariel Cohen and Nadia Belmatoug. *Coeur et médecine interne*, volume 1. ESTEM, 7 rue Jacquemont, 75017 Paris, 2002.
- [2] Jack H. Wilmore and David L. Costill. *Physiologie du sport et de l'exercice : adaptations physiologiques à l'exercice physique*. Sciences et pratiques du sport. De Boeck, Paris, 3e édition édition, September 2006.
- [3] Gilles Léothaud. *Théorie de la phonation*, 2004-2005.
- [4] Charles M. Thiebault and Pierre Sprumont. *L'enfant et le sport : introduction à un traité de médecine du sport chez l'enfant*. De Boeck et Larcier s.a., Département De Boeck Université, Paris, Bruxelles, 1998.
- [5] Wasserman et al. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 35(2) :236–243, 1973.
- [6] JL Diehl. Déterminants de la paco2 chez l'adulte sain et malade. Technical report, Service de Réanimation Médicale HEGP, 2008-2009.