

Les essentiels : formules et équivalences incontournables en bio-énergétique

Le sujet :

Votre patient pèse 90 kg.
Sa capacité aérobie maximale a été évaluée à 5 METs sur vélo.
Vous devez l'entraîner sur vélo.

Questions :

1. Quelle est sa PMA ?
2. Pour une difficulté moyenne, à quelle intensité doit-elle faire les séances suivantes :
 - 10 x 30s/30s :
 - 6 x 60s/60s :
 - 15 minutes en continu :

Formules et équivalences nécessaires

- 1 MET = 3,5 ml d'O₂/min/kg
- 1 L d'O₂ consommé = 5 kcal (dépend des substrats énergétique)
- 1 kcal = 4187 joules (J)
- 1 watt = 1 J / seconde
- Rendement mécanique = 25% environ (entre 23 et 25% selon les auteurs)
 - 25 % de l'énergie est dépensée pour le travail (les 75% restant sont évacués en chaleur)
- 1 kg de poids en trop perdu (graisse + eau) = 7700 kcal dépensées

Calcul de la PMA (1)

Etape 1 : déterminer la consommation d'O₂ au repos

- **Au repos** : 1 MET = 3,5 ml O₂ kg⁻¹ min⁻¹

- **Si la personne pèse 90 kg:**

$$\begin{aligned} & 90 \text{ kg} \times 3,5 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1} \\ & = 315 \text{ ml O}_2 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

Etape 2 : ôter le MET de repos

- 5 METs (max) = 1 MET de repos + 4 METs (dû à l'effort)

Calcul de la PMA (2)

Etape 3 : déterminer la consommation d'oxygène maximale

- $315 \text{ ml O}_2 \text{ min}^{-1} \times 4 = 1260 \text{ ml O}_2 \text{ min}^{-1}$
- soit $1,260 \text{ L O}_2 \text{ min}^{-1}$

Etape 4 : transformer les litres consommés en Kcal

- $1 \text{ L O}_2 \text{ consommé} = 5 \text{ Kcal dépensées};$
- soit $1,260 \text{ L O}_2 \text{ min}^{-1} \times 5 \text{ Kcal} = 6,3 \text{ kcal min}^{-1}$

Calcul de la PMA (3)

Etape 5 : transformer les Kcal en J (joules)

- 1 kcal = 4 187 joules
- donc 6,3 kcal/min = 26 378 J/min

Etape 6 : Transformer les joules en watts puis en watts “mécanique”

- 1 watt = 1 J/s
- alors 26 378 J/min = 439,6 watts énergétique

Sachant qu'à peu près 75% de l'énergie est perdue en chaleur et 25% est utilisée pour l'aspect mécanique (le mouvement) **alors 439,6 watts énergétique x 25% = 110 watts = la PMA**

Pour simplifier :

1) $P = \dot{V}O_2 \times 87,22$

- P = puissance mécanique en watts
- $\dot{V}O_2 = \text{L min}^{-1}$ (sans le métabolisme de base)
- 87,22 s'exprime en watts / L d' O_2 consommé

2) $\dot{V}O_2 = P \times 0,0111465$

- P = puissance mécanique en watts
- $\dot{V}O_2 = \text{L min}^{-1}$ (sans le métabolisme de base)
- 0,0111465 s'exprime en L d' O_2 consommés / watt

Calcul des intensités d'entraînement

1. Pour une difficulté moyenne, à quelle intensité doit-il faire les séances suivantes :

- 10 x 30s/30s : 6 x 60s/60s : 15 minutes continu :

Par expérience on sait que l'on peut faire, à difficulté moyenne

- 10 x 30s/30s à 100% de la PMA (30 sec d'effort / 30 sec de repos)
- 6 x 60s/60s à 95% de la PMA (60 sec d'effort / 60 sec de repos)
- Pour le continu, c'est plus variable, mais pour un débutant, c'est plutôt 60% et pour un marathonien, 80%

Donc :

- **110 watts x 100% = 110 watts**
- **110 watts x 95% = 105 watts**
- **110 watts x 60% = 66 watts**

Question supplémentaire (1)

La même personne marche 150 minutes (recommandations nationales) par semaine : combien de kilocalories dépensées ?

Réponse :

En supposant que cette personne marche, en moyenne, à 60 % de sa PMA, ce qui fait 66 watts ou 66 J/s

66 J/s pendant 150 min, cela fait 594 000 J ou 594 KJ

Mais ce sont des KJ « mécanique »; pour le transformer, il faut diviser par 25% (ou multiplier par 4) = 2376 KJ soit 567 Kcal (divisé par 4,187)

567 Kcal, c'est sans le métabolisme de base

Question supplémentaire (2)

2 personnes, de même poids (90 kg) marchent à 5km/h pendant 10 minutes, la première a une capacité aérobie maximale de 6 METs et la seconde de 12 METs : qui dépense le plus de kcal ?

En supposant que cela coûte environ environ 0,75 MET km/h à la marche (sans le métabolisme de base)

Aller à 5 km/h coûte 3,75 METs ou $3,75 \times 3,5 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$

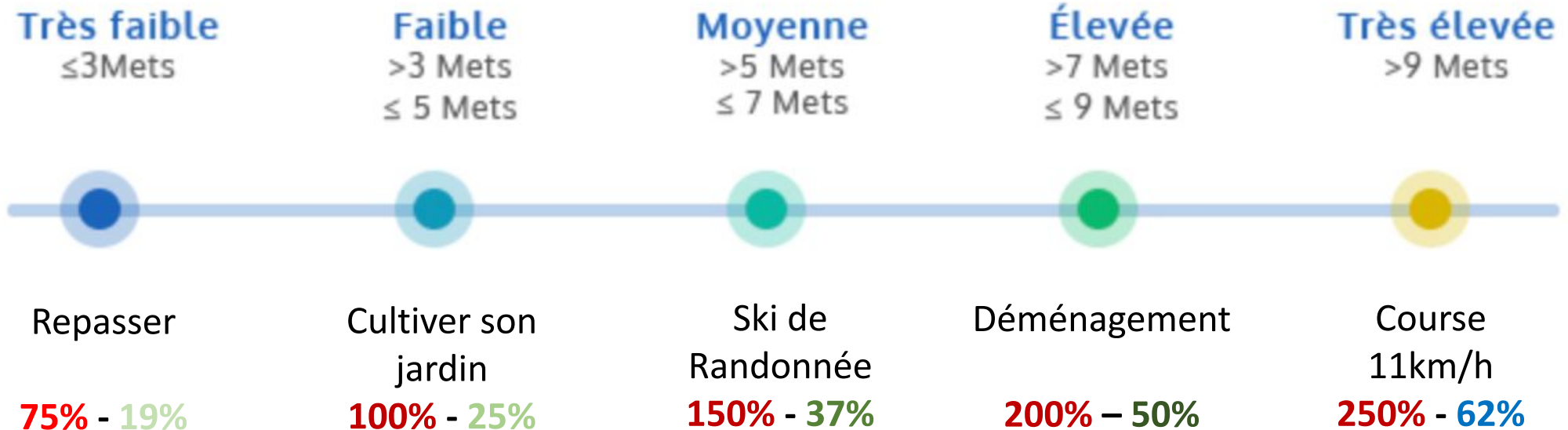
$= 13,125 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1} \times 90 \text{ kg} = 1,181 \text{ L O}_2$

$\times 5 \text{ kcal} = 5,9 \text{ kcal/min} \times 10 \text{ min} = 59 \text{ kcal}$ et cela peut importe la capacité aérobie maximale de chacun...

Mais la difficulté ressentie ne sera pas la même car en % de la capacité aérobie maximale, ce sera très différent:

- $4,75 \text{ METs}/6 \text{ METs} = 79,2\%$, pendant 10 min, ce n'est pas facile
- $4,75 \text{ METs}/12 \text{ METs} = 39,6\%$, pendant 10 min, c'est vraiment facile

Les METs et l'intensité selon « Manger - Bouger »



Et si notre capacité aérobie maximale est de 4 METs? Et 16 METs?