

Évaluation de l'aptitude aérobie.



Jeannot AKAKPO

Les méthodes d'évaluation.



Relation entre VO₂ max, VMA et CE



VO₂max (ml.min⁻¹.kg⁻¹) Coût Énergétique (ml.kg⁻¹.m⁻¹) Endurance aérobie (%VO₂max)

VAM (m.min⁻¹)

Performance dans les épreuves de longue durée (m.min⁻¹)

DiPrampero et al. Eur J Appl Physiol 1986 ; 55 : 259-266.

La vitesse aérobie maximale et la Puissance aérobie maximale

La VAM dépend:

- 1) VO₂max
- 2) Efficacité technique du sujet

Relation entre VO₂ MAX, VMA et CE

Contraintes métaboliques

- CE = VO₂ Vitesse
- Vitesse = VO₂/CE
- VMA = VO₂ Max/CE

Performance

- VMA = mL.kg⁻¹.min⁻¹/mL.kg⁻¹.m⁻¹
- VMA = min⁻¹/m⁻¹
- VMA = m/min ou km/h

VO₂max, CE et performance au 5000 m

Variable	r ²
CE	~0.25
VO ₂ max	~0.75
VAM	~0.85

Mortara et al.
Can J Appl Physiol 2000 ; 25 : 392.

La vitesse aérobie maximale

The graph shows a linear increase in VO2 over time. The y-axis ranges from 20 to 80 ml.min⁻¹.kg⁻¹, and the x-axis ranges from 0 to 20 minutes. A series of data points is plotted, showing a steady upward trend.

- VMA = plus petite vitesse d'un test triangulaire permettant de solliciter VO2MAX (Billat et al., 1994)
- Départ : 11 km.h-1 incréments de 1 km.h-1 / 2 minutes

La vitesse aérobie maximale

A partir de mesures directes (lorsque l'on connaît VO2MAX)

VMA = plus petite vitesse d'un test triangulaire permettant solliciter VO2MAX (Billat et al., 1994).

- A partir de VO2max et du coût énergétique de la course (Di Prampero et al., 1986)

$$VMA = VO2max / CE$$

- A partir de VO2max et du coût énergétique de la course et en tenant compte du métabolisme de base (5 ml.min⁻¹.kg⁻¹ en position debout) (Lacour et al., 1991)

$$VMA = VO2max - 5 / CE$$

La vitesse aérobie maximale

Sans mesure directe (lorsque l'on ne connaît pas VO2MAX)

- Vitesse du dernier palier complété lors d'un test sur tapis roulant avec des paliers de 1 minute (« Peak Treadmill Velocity ») (Noakes, 1988)
- Vitesse du dernier palier complété lors du test sur Piste Léger-Boucher (Léger et Boucher, 1980)
- Calculée à partir de la durée maintenue lors du dernier palier (Kuipers et al., 1985)
 - v = vitesse du dernier palier complété
 - a = incrément de vitesse,
 - b = durée des paliers,
 - n = durée maintenue lors du dernier (> 60 sec)

$$VMA = v + (a * n / b)$$

La vitesse aérobie maximale

Study	VAM (km/h)
Morgan et al. (1989)	19.5
Billat et al. (1994)	19.5
Di Prampero et al. (1986)	19.5
Lacour et al. (1991)	18.5
Noakes (1988)	20.5
Léger et Boucher (1980)	19.5
Kuipers et al. (1985)	20.5

- Comparaison des méthodes de calcul de la VAM (pour un même individu)
- Billat et Koralsztein (*Sports Med 1996*)

La vitesse aérobie maximale

Quels tests pour mesurer la VAM ?

- Paramètres qui définissent un protocole :
 - Continu – Discontinu
 - Durée des paliers
 - Vitesse du premier palier
 - Incrément de vitesse (puissance ou pente)
 - Durée des périodes de repos (discontinu)

Tests maximaux : Léger-Boucher

- Objectifs : déterminer VMA et estimer VO_{2max}
- Matériel :
 - Piste de 400m
 - Balises tous les 50m
 - Sono ou sifflet
- Principe :
 - Suivre le rythme du bip sonore
 - A chaque bip être à la balise, arrêt après 2 retards consécutifs ou plus de 2m de retard
 - VMA = vitesse au dernier palier complété
 - Vitesse :
 - départ selon le niveau,
 - +1km/h toutes les 2 min
 - Durée : 10 à 25 min

Tests maximaux : Léger-Boucher



Estimation de la VO_{2max} :

- Adultes (Léger-Boucher, 1980), V en km/h
 $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 14.49 + 2.143 V + 0.0324 V^2$
- Enfants (Léger, 1986)
 $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 22.859 \times V - 0.8664 \times \text{âge} + 0.0667 \times \text{âge} \times V$
- Nouvelle formule (Léger, Mercier 1983)
 $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 3.5 \times V$

Test de Brue, 1985



- **TEST DE COURSE DERRIERE CYCLISTE**

- Piste ou route sans pente et sans vent
- Augmentation de la vitesse = $1/2 \text{ km/h}^{-1}$ toutes les 30 s.
- Test validé
- Bonne précision

Accessibilité difficile (Cycliste expérimenté, peu d'évalués à la fois)

Test VAM-EVAL (Cazorla et Léger ,1993)



- **TEST PROGRESSIF DE COURSE SUR PISTE VAMEVAL**

- Piste multiple de 20 m (minimum 200 m)
- Augmentation de la vitesse = $1/2 \text{ km.h}^{-1}$ à chaque min.
- Validation indirecte (même pente et mêmes principes que ceux du Test de l'Université de Montréal: Léger et Boucher ,1980)

- Mais... meilleure précision (augmentation de la vitesse plus fine)
- et meilleure accessibilité (intervalles des signaux sonores tous les 20 m)

Test de l'Université de Bordeaux II :

T.U.B.2 (Cazorla,1990)

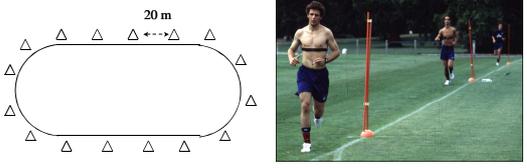
- **TEST PROGRESSIF DE COURSE SUR PISTE AVEC ARRÊTS**

- Piste multiple de 20 m (minimum 200 m) Idem VAM-EVAL
- Augmentation de la vitesse à chaque palier de 3 min. = 8, 10, 12, 13, 14, 15, ...ou : 12,14,16, 17, 18, 19... km/h (Coureurs de demi-fond et de fond)
- Arrêt d'1 minute entre chaque palier
- Validation indirecte avec le VAM-EVAL (pas de différence significative entre les vam et les FC max obtenues avec les deux tests: Hourcade 1997)
- Bonne précision



1-TEST VAMEVAL ET....

2-TEST DE L'UNIVERSITE DE BORDEAUX 2 (TUBII)



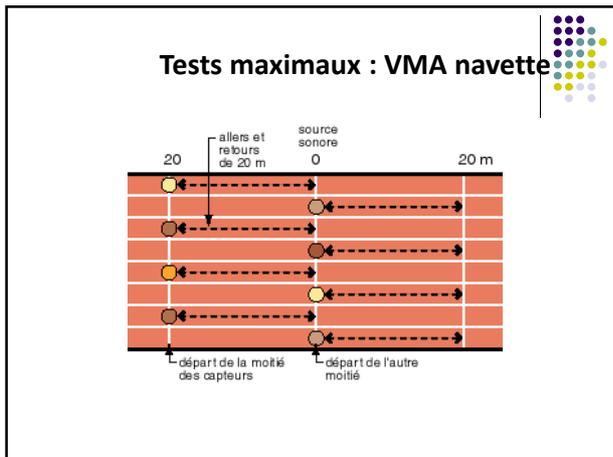
- Piste multiple de 20 m
- Bornes placées tous les 20 m
- 1 cassette enregistrée



Tests maximaux : VMA navette

- Objectifs : déterminer VMA et estimer VO_{2max}
- Matériel :
 - Terrain de 20m
 - Sono ou sifflet
- Principe :
 - Suivre le rythme du bip sonore
 - Poser le pied derrière la ligne au bip, faire demi-tour
 - VMA = vitesse au dernier palier complété
 - Vitesse :
 - départ à 8km/h,
 - +0.5km/h toutes les 2 min
 - Durée : environ 30' min





Epreuve de course navette de 20 m à paliers de 1 min.

Léger et al.1982

Augmentation de la vitesse de course : un demi km/h à chaque minute au moyen d'une cassette audio préalablement enregistrée.

Tests maximaux : VMA navette

Estimation de la VO_{2max} :

- Adultes, V en km/h

$$VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 5.86 V - 19.46$$

- Enfants de moins de 18 ans (Léger, 1981)

$$VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 31.025 + 3.238 \times V - 3.248 \times \text{âge} + 0.156 \times \text{âge} \times V$$

Tests maximaux : Test de Buchheit

- Objectif : déterminer VMA
- Matériel :
 - Terrain de 40m
 - Sono ou sifflet
- Principe :
 - 30'' course – 15'' récupération passive
 - Suivre le rythme du bip sonore
 - Demi-tour pris en compte (0.7'')
 - VMA = vitesse au dernier palier complété
 - Vitesse :
 - départ à 8km/h,
 - +0.5km/h toutes les 45''
 - Durée : environ 20' min

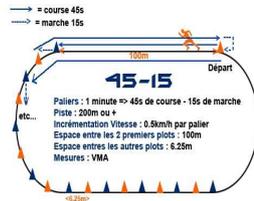
Tests maximaux : Test de Buchheit

Tests maximaux : test spécifique

Test de Gacon

Le 45-15 (Gacon)

- **Objectifs du test :** Evaluer la VIM.
- **Matériel et mise en place :**
 - Une piste de 200m au moins.
 - Deux plots placés à 100m l'un de l'autre.
 - Les autres plots placés tous les 6.25m (voir schéma).
 - Un chronomètre et un sifflet.
 - Un tableau d'exploitation des résultats (voir plus bas).
- Ce test évalue une vitesse maximale intermittente et non la VMA.



Aérobie - cardiovasculaire

Tests maximaux : Test de Cooper

- **Objectif :** estimer VO₂max
- **Matériel :**
 - Terrain plat
 - Chronomètre et sifflet
- **Principe :**
 - Parcourir la plus grande distance possible en 12'
 - Rythme choisi par le sujet
 - Durée : env. 20 min

Aérobie - cardiovasculaire

Tests maximaux : Test de Cooper

- Estimation de la VO₂max :
 - $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = (D \text{ (en m)} \times 20.2) - 5.41$
 - $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = 22.351 \times D \text{ (en km)} - 11.288$
 - $VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} = Y - 133 \times 0.17 + 33$
- Y = nombre de mètres par minute
- Estimation de la VMA :
 - $VMA \text{ (km/h)} = VO_{2max} \text{ (mL/min/kg)} / 3.5$

Aérobic - cardiovasculaire



Tests maximaux : Test de Cooper

Forme physique	Distance en mètres					
	13-19 ans	20-29 ans	30-39 ans	40-49 ans	50-59 ans	>60 ans
Très mauvaise	<2100	<1950	<1900	<1850	<1850	<1650
	<1600	<1550	<1500	<1400	<1400	<1350
Mauvaise	<2200	<2100	<2100	<2000	<1850	<1650
	<1900	<1800	<1700	<1600	<1500	<1400
Moyenne	<2500	<2400	<2350	<2250	<2100	<1950
	<2100	<1950	<1900	<1800	<1700	<1600
Bonne	<2750	<2650	<2500	<2500	<2300	<2150
	<2300	<2150	<2100	<2000	<1900	<1750
Très bonne	<3000	<2850	<2700	<2650	<2500	<2500
	<2450	<2350	<2250	<2100	<2100	<1900
Excellente	>3000	>2850	>2750	>2650	>2550	>2500
	>2450	>2350	>2250	>2150	>2100	>1900

Homme

Femme

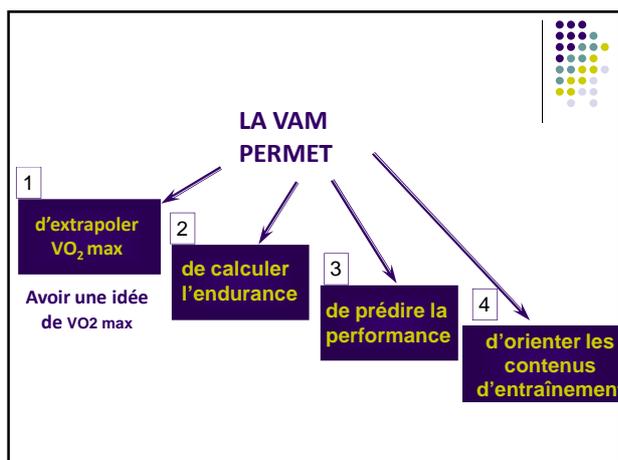
La vitesse aérobie maximale



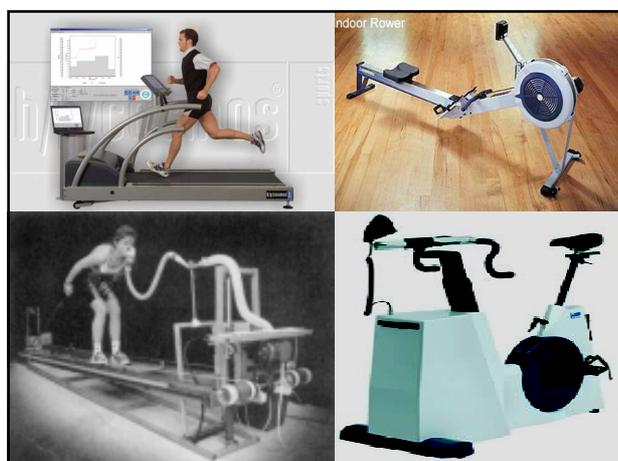
- Comment choisir son test pour déterminer VMA.
 - Accélération optimale pour déterminer VO2 max (donc VMA)
= 4mil/min/kg toutes les 2 minutes.
- Sachant que $VO2max = 3,5 \times vitesse$
 - Le protocole optimal se rapproche de 1km/2min

Pourquoi évaluer la vitesse aérobie maximale ?





Les outils d'évaluation:
les différents ergomètres



Mesure directe de $\dot{V}O_2$ max; test d'effort chez un cardiologue du sport.



A partir du pédalage sur son propre vélo...

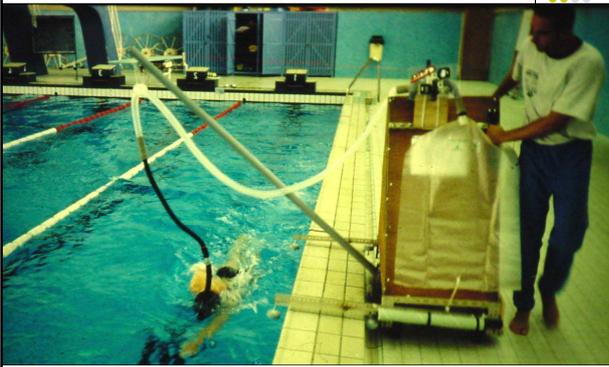




A partir d'une épreuve de rame sur un ergo-rame adapté.



Directement au cours de la nage...



...et de la nage sur une planche de surf



Le moniteur de fréquence cardiaque pour le critère de maximalité lors du test.
Il permet d'enregistrer la fréquence cardiaque lors du test ou des entraînements.
Le GPS est un outil de plus en plus utilisé par le coureurs pour les différents entraînements.
Il permet d'indiquer la vitesse de course calculée à partir de la connaissance de la VMA.
Les dernières versions sur le marché associent les deux fonctions: mesure de la fréquence cardiaque et de la vitesse de course.

- GPS de course
- Moniteur de fréquence cardiaque