

LE COUREUR DE FOND (CARDIOLOGUE ET LE CONSEIL D'ENTRAINEMENT)

Par R. Brion

Mise à jour 23-06-08

1/ LE COUREUR DE FOND

Les sportifs pratiquant les sports d'endurance attendent des conseils de préparation de plus en plus précis du cardiologue qui a évalué leur aptitude physique.

Les données enregistrées au cours des tests d'effort pratiqués au laboratoire et des tests de terrain apportent une aide précieuse dans le choix des objectifs et des d'entraînement.

C'est dans le domaine de la course à pied sur les longues distances que notre démarche peut être la plus significative.

Nous présentons une méthode de calcul simplifiée pour prédire la performance des sportifs d'endurance, basée sur leurs résultats.

OBJECTIFS

Le sportif cherche à courir le plus longtemps possible dans le système aérobie.

Son entraînement doit donc :

1. Augmenter la consommation maximale en oxygène
2. Reculer le seuil anaérobie ou seuil ventilatoire

DONNEES

Les principales données à recueillir pour établir la prédiction de performance et les conseils d'entraînement sont les suivantes :

Le poids du sujet en kilos

Sa consommation maximale en oxygène (VO₂Max) en ml/mn/kg.

Son temps sur une distance comprise entre 3000 et 5000 mètres

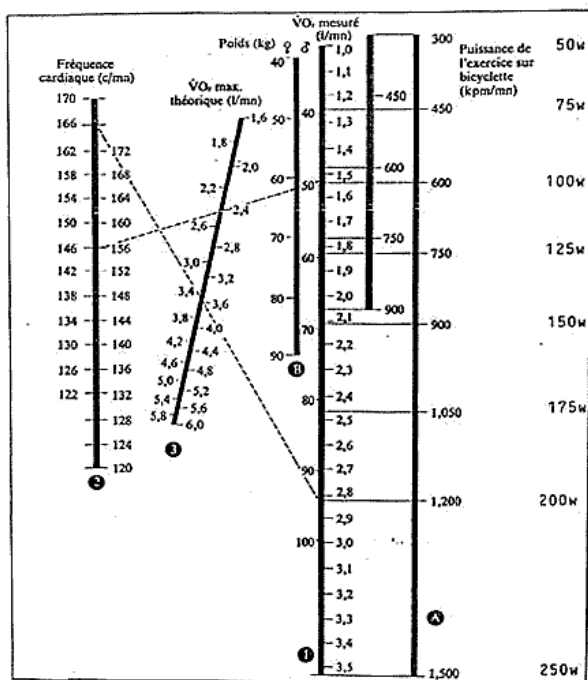
La distance pour laquelle il souhaite une estimation de performance et un conseil de préparation (par exemple le marathon).

CONNAITRE LA VO₂Max

4 METHODES

1. Test de laboratoire sur cycloergomètre ou tapis roulant avec mesure directe des gaz expiratoires.
2. Test de laboratoire sur cycloergomètre ou tapis roulant avec calcul estimé de la VO₂Max à partir de normogrammes pré-établis (par exemple le Normogramme d'Astrand).
3. Test de terrain avec mesure des gaz expirés et transmission télémétrique.
4. Test de terrain avec conversion du temps à l'arrivée par tables de correspondances pré-établies, ce test a été validé sur plus de 2000 cas par la réalisation contemporaine (la veille ou le lendemain) d'un test au laboratoire ; ce test permet aussi un suivi simplifié de l'entraînement.

NORMOGRAMME D'ASTRAND :



TEST DE TERRAIN

On chronomètre le sujet sur une distance suffisante pour le faire courir entre 3 et 5 minutes

Plateau d'équilibre cardiaque : par exemple 1500 mètres pour les sujets courant habituellement le semi-marathon et 3000 mètres pour ceux qui courent le marathon.

Le temps accompli sur la distance choisie est ensuite rapportée à une table de correspondance de VO₂.

Les tables vont de 1000 à 3000 mètres : elles ont été établies pour un poids moyen de 70 +/- 3 Kilos.

Le test de terrain permet d'estimer la VO₂Max d'un sujet avec une marge acceptable de 5 à 10 %.

Moins contraignant que le test cycloergométrique plus attrayant pour le sportif ; il peut être utilisé pour un suivi régulier de la performance ; la présence du cardiologue n'est pas nécessaire ; il suffit de lui communiquer les résultats (distance parcourue et temps à l'arrivée) ; pour avoir une interprétation (tables jointes) ; un entraîneur ou le sportif lui-même peuvent chronométrer le test.

TEMPS SUR 1000 MÈTRES (MINUTES - SECONDES)	CONSOMMATION MAXIMALE EN OXYGENE (VO ₂ MAX) (ML / MN / KG)	VITESSE (MÈTRES/SECONDES)
3'	60	5,50
3'20"	56	5
3'40"	53	4,55
4'	50	4,16
4'10"	46,2	4
4'20"	45,3	3,85
4'30"	44,4	3,70
4'40"	43,4	3,57
5'	41,2	3,33
5'10"	40	3,22
5'30"	38,1	3
5'50"	36,3	2,85
6'	35	2,77

TEMPS SUR 1500 METRES (MINUTES - SECONDES)	CONSOMMATION MAXIMALE EN OXYGENE (VO2 MAX) (ML / MN / KG)	VITESSE (METRES/SECONDES)
4'	75	6,25
4'10"	72,5	6
4'20"	70	5,77
4'40"	65,4	5,35
5'	61,8	5
5'10"	60	4,84
5'20"	58,3	4,68
5'40"	55	4,41
6'	53	4,16
6'20"	51	3,94
6'30"	50	3,84
6'40"	48	3,75
7'	46	3,57
7'20"	44,5	3,40
7'40"	43	3,26
8'	41,6	3,12
8'20"	40,8	3
8'30"	40	2,94
8'40"	39,2	2,88
9'	37,9	2,77

TEMPS SUR 2000 METRES (MINUTES - SECONDES)	CONSOMMATION MAXIMALE EN OXYGENE (VO2 MAX) (ML / MN / KG)	VITESSE (METRES/SECONDES)
5'35"	80	5,97
5'40"	78	5,88
5'50"	74	5,71
6'	70	5,55
6'10"	68,5	5,40
6'20"	67	5,26
6'30"	65,5	5,12
6'40"	63,8	5
6'50"	62	4,88
7'	61	4,76
7'10"	60	4,65
7'30"	58,5	4,44
7'50"	57	4,25
8'	55	4,16
8'20"	53	4
8'40"	51,5	3,84
9'	50	3,70
9'30"	48	3,50
10'	46	3,33
10'30"	44	3,17
11'	42	3
11'30"	40	2,90
12'	38	2,77

TEMPS SUR 3000 METRES (MINUTES - SECONDES)	CONSUMMATION MAXIMALE EN OXYGENE (VO2 MAX) (ML / MN / KG)	VITESSE (METRES/SECONDES)
7'50"	85	6,38
8'	83,5	6,25
8'20"	80	6
8'30"	78	5,88
8'40"	76	5,76
8'50"	74	5,66
9'	72	5,55
9'30"	70	5,26
9'40"	69	5,17
10'	66,5	5
10'30"	63,5	4,76
11'	60,5	4,54
11'15"	60	4,44
11'30"	58	4,34
12'	56	4,16
12'30"	54,5	4
13'	53	3,84
13'30"	51,5	3,70
14'	50	3,57
14'30"	48	3,44
15'	47	3,33
15'30"	46	3,22
16'	45	3,12
16'30"	44	3
17'	43	2,94
17'30"	42	2,85
18'	41	2,77
18'30"	40	2,70

**CONSUMMATION MAXIMALE EN OXYGENE
(VO2 MAX.)**

ADULTE MASCULIN

< 40	FAIBLE
41 - 45	MOYEN
46 - 50	ASSEZ BIEN
51 - 55	BIEN
56 - 65	TRES BIEN
66 - 75	EXCELLENT
> 75	EXCEPTIONNEL

LE SEUIL ANAEROBIE ou SEUIL VENTILATOIRE

C'est le moment de l'effort où l'oxygène devient insuffisant pour maintenir la performance, et où le sportif change de système énergétique après une courte transition ; il va maintenant utiliser ses réserves glycoléniques dans le système anaérobie.

Le test d'effort avec mesure des gaz situe avec précision cette transition.

Si l'on utilise les tests de terrain on fera une estimation du seuil , en tenant compte du niveau du sujet.

EVALUATION DU SEUIL ANAEROBIE

NIVEAU	% VO ² Max
DEBUTANTS ; JEUNES	70 - 80 %
BON NIVEAU	80 - 85 %
EXCELLENT	85 - 90 %
SPECIALISTE	90 - 92 %

RAPPELS

Le coût énergétique d'une course de fond à partir de 3 km :

1 kilocalorie/kilogramme de poids corporel/kilomètre

L'équivalent énergétique en oxygène : 1 litre O₂ = 4,8 kilocalories.

EXEMPLES

SUJET N° 1

Coureur de fond

Poids : 70 kg

VO₂ max : 65 ml

Record personnel sur 5 km : 23 mn

Souhaite améliorer cette performance

OBJECTIFS DU SUJET N° 1

Le sujet N° 1 souhaite améliorer son temps sur 5 km de 5 mn, soit courir en 18 mn.

Est-ce possible ?

Que faut-il lui conseiller ?

METHODE

1 / Calcul du pourcentage d'utilisation de la consommation en oxygène pour établir le temps record.

2 / Calcul de la faisabilité des objectifs.

3 / Conseils d'entraînement

1. On commence par calculer le coût énergétique d'une course de 5 km pour un homme de 70 kg :

$$70 \times 5 = 350 \text{ kcal}$$

On calcule maintenant la puissance utilisée par minute par ce sujet pour courir 5 km en 23 mn :

$$350 : 23 = 15,2 \text{ kcal/mn/poids total}$$

On peut en déduire l'équivalent énergétique en litre/minute (rappel 1 litre d'oxygène = 4,8 kcal)

$$15,2 : 4,8 = 3,18 \text{ litres/minute/poids total soit } 3180 \text{ ml/mn/ poids total}$$

La puissance utilisée par kilo de poids corporel pour cet homme de 70 kilos est donc de :

$$3180 : 70 = 45,5 \text{ ml/mn/kg}$$

Sa consommation maximale en oxygène connue étant de 65 ml/mn/kg, le pourcentage de cette VO₂Max qu'il utilise pour son temps record sur 5 km est de :

$$45,5 : 65 = 70 \%$$

POUR COURIR LES 5 KM EN 23 MINUTES, LE SUJET N° 1 UTILISE 70 % DE SA VO₂Max

2. Faisabilité des objectifs :

Pour courir les 5 km en 18 minutes, il devra utiliser une puissance par minute de : $18 = 19,4 \text{ kcal/mn/poids total}$

L'équivalent énergétique sera de

$$19,4 \times 4,8 = 93,12 \text{ ml/mn/poids total}$$

soit 9312 ml/mn/poids total

La puissance utilisée par kilo de poids corporel sera de :

$$9312 : 70 = 133,03 \text{ ml/mn/kg}$$

Pour passer de 45,5 ml (puissance pour le record actuel de 5 km en 23 mn) à 57,5 ml (puissance nécessaire pour l'objectif proposé de 5 km en 18 mn), il devra :

- Soit augmenter sa VO2Max tout en continuant à l'utiliser à 70%, dans ce cas , la VO2Max nécessaire sera de :
 $57,5 \cdot 70 = 82 \text{ ml/mn/kg}$
- Soit maintenir sa VO2Max à 65 ml/mn/kg et augmenter le pourcentage d'utilisation (en reculant le seuil ventilatoire), dans ce cas , le pourcentage d'utilisation nécessaire sera de :
 $57,5 : 65 = 88 \% \text{ de la VO2Max}$

3. Conclusion

Les deux projets sont très difficiles , sauf pour un athlète de haut niveau.

Il faut lui conseiller une progression plus raisonnable pour espérer par exemple un gain maximum de 3 minutes sur la distance de 5 km , soit un temps de 20 minutes.

SUJET N° 2

Marathonien

Poids : 65 Kg

VO2 Max : 70/ml/mn/ kg

Temps record sur 5 Km : 20 mn

OBJECTIF :

QUEL SERA SON TEMPS PREVISIBLE SUR LE MARATHON (42 Km) ?

METHODE

- 1/ Calcul du pourcentage d'utilisation de la consommation maximale en oxygène pour établir le temps record
- 2/ Calcul de la performance estimée sur le marathon

1/ Calcul du pourcentage d'utilisation de la VO2 :

On commence par calculer le coût énergétique d'une course de 5 Km pour un homme de 65 Kg (rappel:1 Kcal/Kg/Km)

$$65 \times 5 = 325 \text{ Kcal}$$

On calcule maintenant la puissance utilisée par minute pour courir 5 Km :

$$325 : 20 = 16,25 \text{ Kcal/mn/poids total}$$

On peut en déduire l'équivalent énergétique en litre/minute (rappel : 1 litre d'oxygène = 4,8 Kcal)

$$16,25 : 4,8 = 3,38 \text{ l/mn} = 3380 \text{ ml/mn}$$

La puissance utilisée par kilo de poids corporel pour cet homme de 65 kg est donc de :

$$3380 : 65 = 52 \text{ ml/mn/kg}$$

Sa consommation maximale en oxygène connue étant de 70ml/mnkg , le pourcentage de cette VO2 Max qu'il utilise pour son temps record sur 5 Km est de $70 = 74,2 \%$

POUR COURIR LES 5 KM EN 20 MINUTES, LE SUJET NUMERO 2 UTILISE 74,2 % DE SA VO2 Max

2/ Calcul de la performance prévisible sur 42 Km.

On calcule le coût énergétique d'une course de 42 Km pour un homme de 65 kg

$$65 \times 42 = 2730$$

On calcule maintenant le pourcentage de la puissance utilisée par minute par ce sujet sur 42 Km (74,2 % de sa VO2 Max)

$$74,2 : 70 = 52 \text{ ml/mn/kg}$$

Puissance utilisée pour la totalité du poids corporel (65 Kg)

$$52 \times 65 = 3380 \text{ ml/mn/kg} = 3,38 \text{ l/mn/kg}$$

On peut en déduire le coût énergétique : $3,38 \times 4,8 = 16,25 \text{ Kcal/mn/poids total}$

Son temps prévisible sur les 42 Km est le rapport du coût énergétique total sur le coût énergétique par minute :

$$2730 : 16,25 = 168 \text{ minutes soit } 2 \text{ h } 48 \text{ mn}$$

LE TEMPS PREVISIBLE DU SUJET N° 2 SUR LE MARATHON EST DE 2H48Mn

LE SEUIL ANAEROBIE ou SEUIL VENTILATOIRE

C'est le moment de l'effort où l'oxygène devient insuffisant pour maintenir la performance, et où le sportif change de système énergétique après une courte transition ; il va maintenant utiliser ses réserves glycogéniques dans le système anaérobie.

Le test d'effort avec mesure des gaz situe avec précision cette transition.

Si l'on utilise les tests de terrain on fera une estimation du seuil , en tenant compte du niveau du sujet.

EVALUATION DU SEUIL ANAEROBIE	
NIVEAU	% VO ² Max
DEBUTANTS ; JEUNES	70 - 80 %
BON NIVEAU	80 - 85 %
EXCELLENT	85 - 90 %
SPECIALISTE	90 - 92 %

RAPPELS

Le coût énergétique d'une course de fond à partir de 3 km :

1 kilocalorie/kilogramme de poids corporel/kilomètre

L'équivalent énergétique en oxygène : 1 litre O₂ = 4,8 kilocalories.

EXEMPLES

SUJET N° 1

Coureur de fond

Poids : 70 kg

VO₂ max : 65 ml

Record personnel sur 5 km : 23 mn

Souhaite améliorer cette performance

OBJECTIFS DU SUJET N° 1

Le sujet N° 1 souhaite améliorer son temps sur 5 km de 5 mn, soit courir en 18 mn.

Est-ce possible ?

Que faut-il lui conseiller ?

METHODE

1 / Calcul du pourcentage d'utilisation de la consommation en oxygène pour établir le temps record.

2 / Calcul de la faisabilité des objectifs.

3 / Conseils d'entraînement

1. On commence par calculer le coût énergétique d'une course de 5 km pour un homme de 70 kg :

$$70 \times 5 = 350 \text{ kcal}$$

On calcule maintenant la puissance utilisée par minute par ce sujet pour courir 5 km en 23 mn :

$$350 : 23 = 15,2 \text{ kcal/mn/poids total}$$

On peut en déduire l'équivalent énergétique en litre/minute (rappel 1 litre d'oxygène = 4,8 kcal)

$$15,2 : 4,8 = 3,18 \text{ litres/minute/poids total soit } 3180 \text{ ml/mn/ poids total}$$

La puissance utilisée par kilo de poids corporel pour cet homme de 70 kilos est donc de :

$$3180 : 70 = 45,5 \text{ ml/mn/kg}$$

Sa consommation maximale en oxygène connue étant de 65 ml/mn/kg, le pourcentage de cette VO₂Max qu'il utilise pour son temps record sur 5 km est de :

$$45,5 : 65 = 70 \%$$

POUR COURIR LES 5 KM EN 23 MINUTES, LE SUJET N° 1 UTILISE 70 % DE SA VO2Max

2. Faisabilité des objectifs :

Pour courir les 5 km en 18 minutes, il devra utiliser une puissance par minute de : $18 = 19,4 \text{ kcal/mn/poids total}$
L'équivalent énergétique sera de
 $19,4 \times 4,8 = 4,04 \text{ ml/mn/poids total}$
soit $4040 \text{ ml/mn/poids total}$
La puissance utilisée par kilo de poids corporel sera de :
 $4040 : 70 = 57,7 \text{ ml/mn/kg}$

Pour passer de $45,5 \text{ ml}$ (puissance pour le record actuel de 5 km en 23 mn) à $57,5 \text{ ml}$ (puissance nécessaire pour l'objectif proposé de 5 km en 18 mn), il devra :

- Soit augmenter sa VO2Max tout en continuant à l'utiliser à 70%, dans ce cas , la VO2Max nécessaire sera de :
 $57,5 \times 70 = 82 \text{ ml/mn/kg}$
- Soit maintenir sa VO2Max à 65 ml/mn/kg et augmenter le pourcentage d'utilisation (en reculant le seuil ventilatoire), dans ce cas , le pourcentage d'utilisation nécessaire sera de :
 $57,5 : 65 = 88 \% \text{ de la VO2Max}$

3. Conclusion

Les deux projets sont très difficiles , sauf pour un athlète de haut niveau.

Il faut lui conseiller une progression plus raisonnable pour espérer par exemple un gain maximum de 3 minutes sur la distance de 5 km , soit un temps de 20 minutes.

SUJET N° 2

Marathonien

Poids : 65 Kg

VO2 Max : 70 ml/mn/ kg

Temps record sur 5 Km : 20 mn

OBJECTIF :

QUEL SERA SON TEMPS PREVISIBLE SUR LE MARATHON (42 Km) ?

METHODE

1/ Calcul du pourcentage d'utilisation de la consommation maximale en oxygène pour établir le temps record

2/ Calcul de la performance estimée sur le marathon

1/ Calcul du pourcentage d'utilisation de la VO2 :

On commence par calculer le coût énergétique d'une course de 5 Km pour un homme de 65 Kg (rappel: 1 Kcal/Kg/Km)

$65 \times 5 = 325 \text{ Kcal}$

On calcule maintenant la puissance utilisée par minute pour courir 5 Km :

$325 : 20 = 16,25 \text{ Kcal/mn/poids total}$

On peut en déduire l'équivalent énergétique en litre/minute (rappel : $1 \text{ litre d'oxygène} = 4,8 \text{ Kcal}$)

$16,25 : 4,8 = 3,38 \text{ l/mn} = 3380 \text{ ml/mn}$

La puissance utilisée par kilo de poids corporel pour cet homme de 65 kg est donc de :

$3380 : 65 = 52 \text{ ml/mn/kg}$

Sa consommation maximale en oxygène connue étant de 70 ml/mn/kg , le pourcentage de cette VO2 Max qu'il utilise pour son temps record sur 5 Km est de $70 = 74,2 \%$

POUR COURIR LES 5 KM EN 20 MINUTES, LE SUJET NUMERO 2 UTILISE 74,2 % DE SA VO2 Max

2/ Calcul de la performance prévisible sur 42 Km.

On calcule le coût énergétique d'une course de 42 Km pour un homme de 65 kg

$65 \times 42 = 2730$

On calcule maintenant le pourcentage de la puissance utilisée par minute par ce sujet sur 42 Km (74,2 % de sa VO2 Max)

$$74,2 : 70 = 52 \text{ ml/mn/kg}$$

Puissance utilisée pour la totalité du poids corporel (65 Kg)

$$52 \times 65 = 3380 \text{ ml/mn/kg} = 3,38 \text{ l/mn/kg}$$

On peut en déduire le coût énergétique : $3,38 \times 4,8 = 16,25 \text{ Kcal/mn/poids total}$

Son temps prévisible sur les 42 Km est le rapport du coût énergétique total sur le coût énergétique par minute :

$$2730 : 16,25 = 168 \text{ minutes soit } 2 \text{ h } 48 \text{ mn}$$

LE TEMPS PREVISIBLE DU SUJET N° 2 SUR LE MARATHON EST DE 2H48Mn