

Cardiofréquencemètre et Entraînement



Thierry Laporte



CLUB DES CARDIOLOGUES DU SPORT

CFM un outil peu utilisé ..

- **Questionnaires d'enquête**
 - **190 coureurs (100 médecins) Semi Marathon 2002**
 - » L'utilisez vous ?40 % OUI
 - **107 coureurs Marathonien Quinquagénaires (53+- 3a)**
« Médoc 2006 »
 - » Utilisateurs réguliers : 44 %
- **Peu d'utilisateurs « avertis »**
 - **Zones cibles erronées**
 - **Méconnaissance des pièges et des limites**

Un CFM ..Pourquoi faire ?

Un « outil » .. Logique
..Pratique
et.. Efficace

A Condition....:

Utiliser les bons repères

Connaitre les « limites »

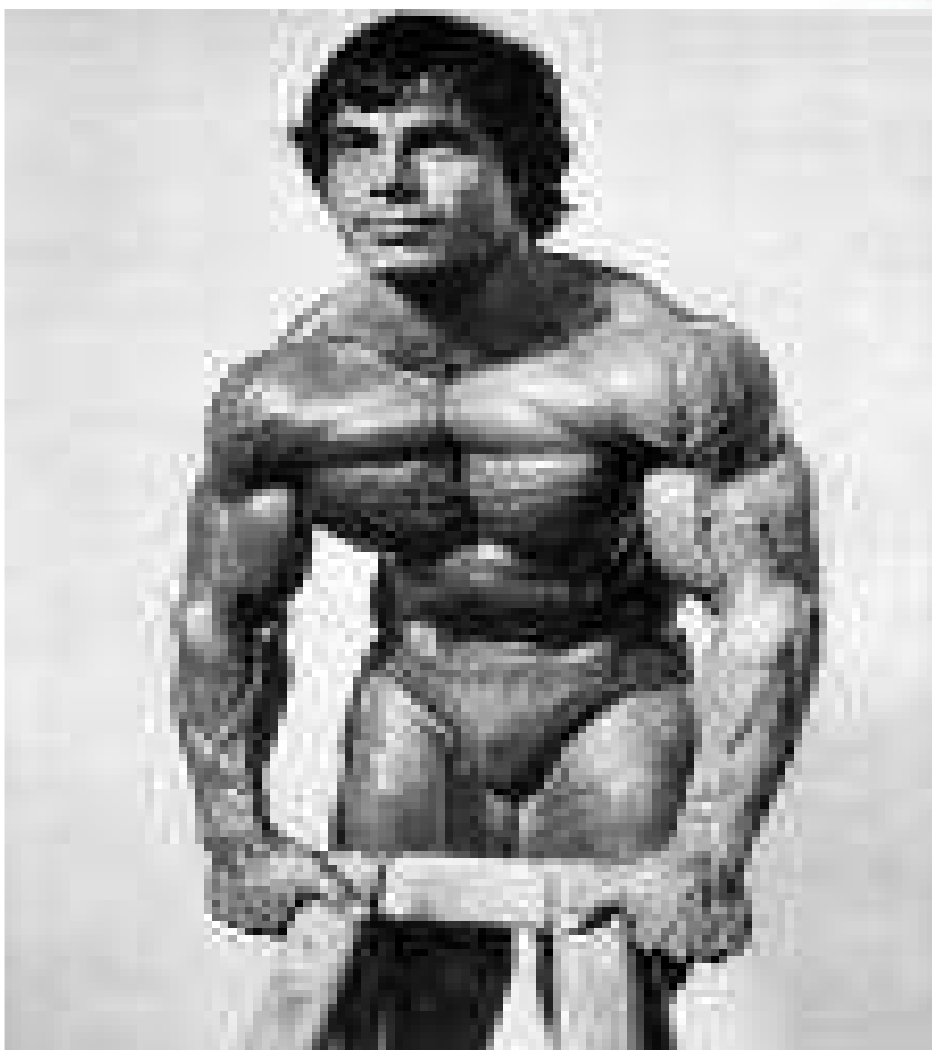
La dérive cardiaque

L'inertie de la filière aérobie

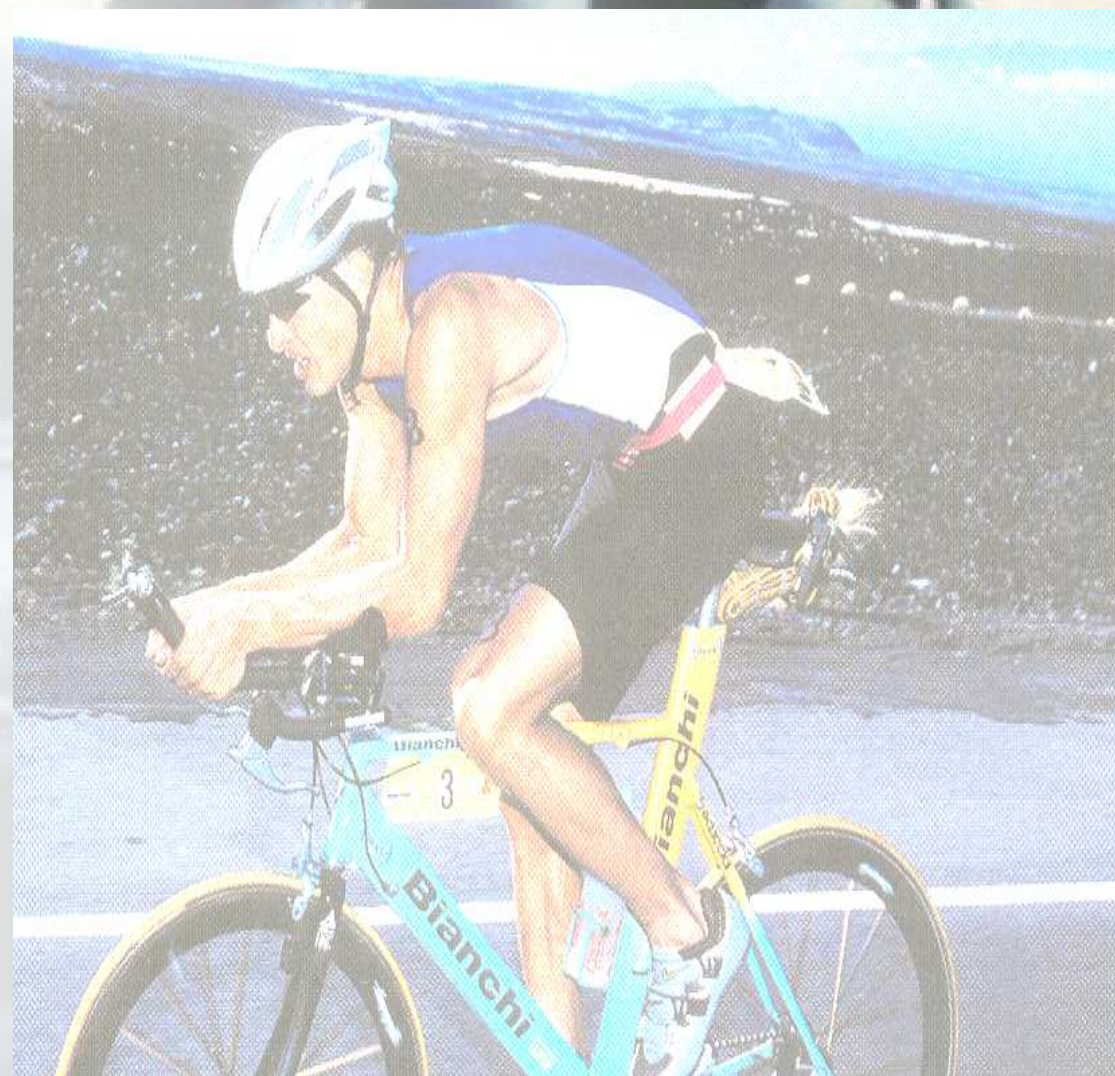
UN OUTIL LOGIQUE ..

Le « cardiostat » de la $\dot{V}O_2$





INUTILE !!

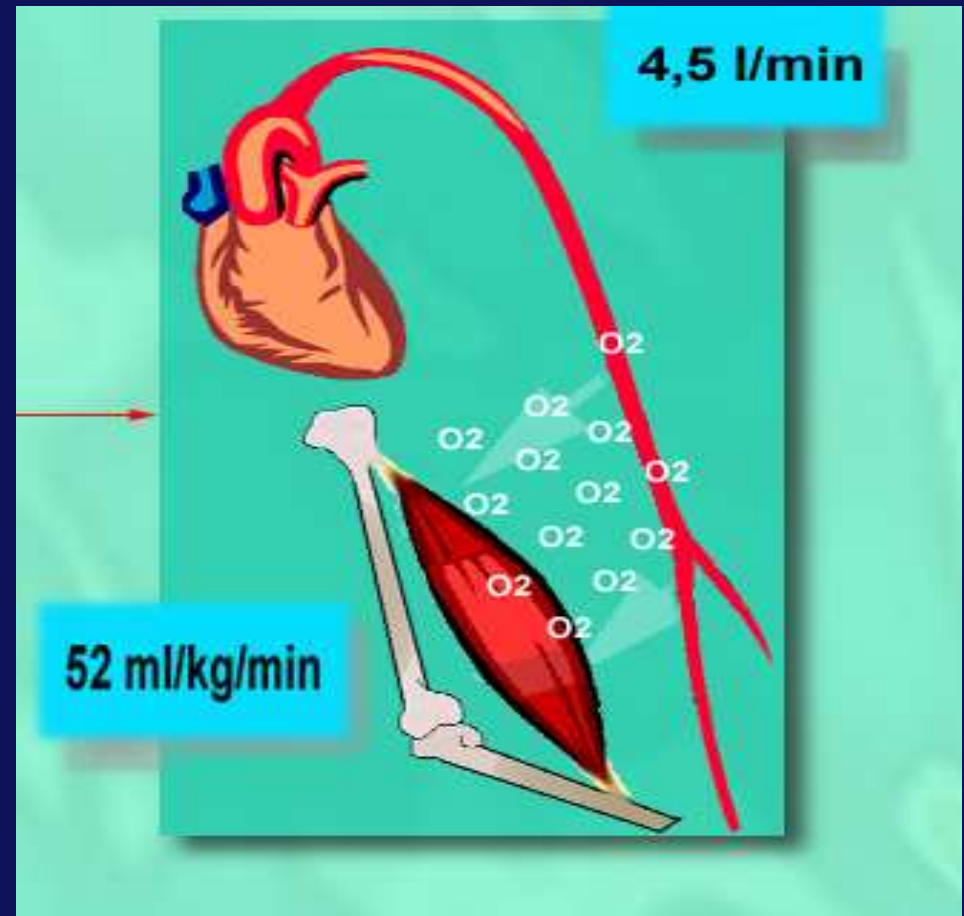


UTILE

UN OUTIL LOGIQUE : Fc "le cardiostat de la VO2" t.Noakes

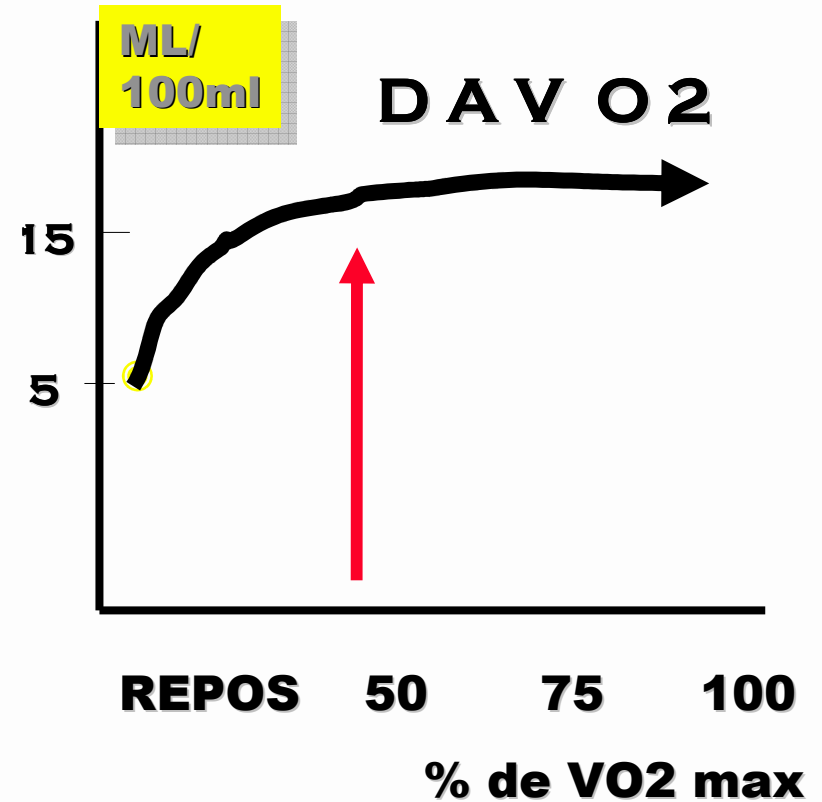
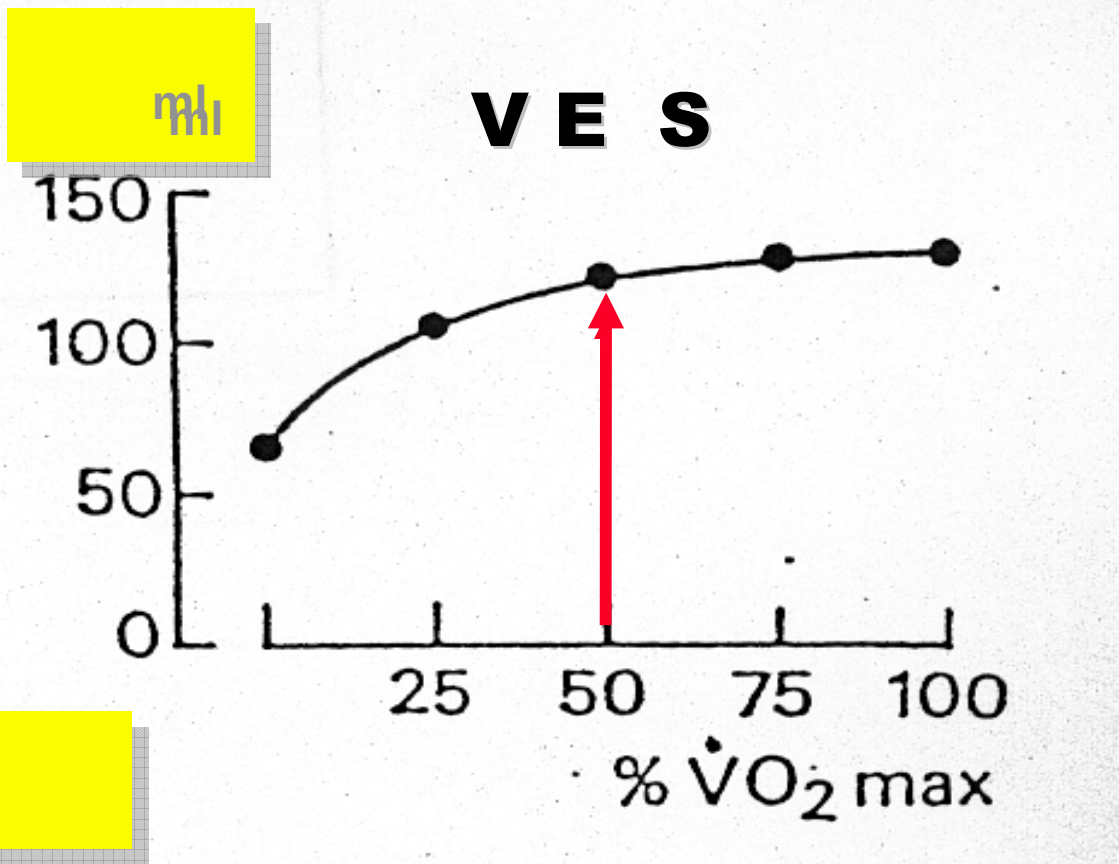
FICK : $VO_2 = Fc \times VES \times a-vO_2 \text{ difference}$

Fc -le compte tour du
moteur à combustion
interne de l'homme
- s'adapte à la
« volatilité » du VES pour
assurer la stabilité de la
VO2 pour un effort donné.



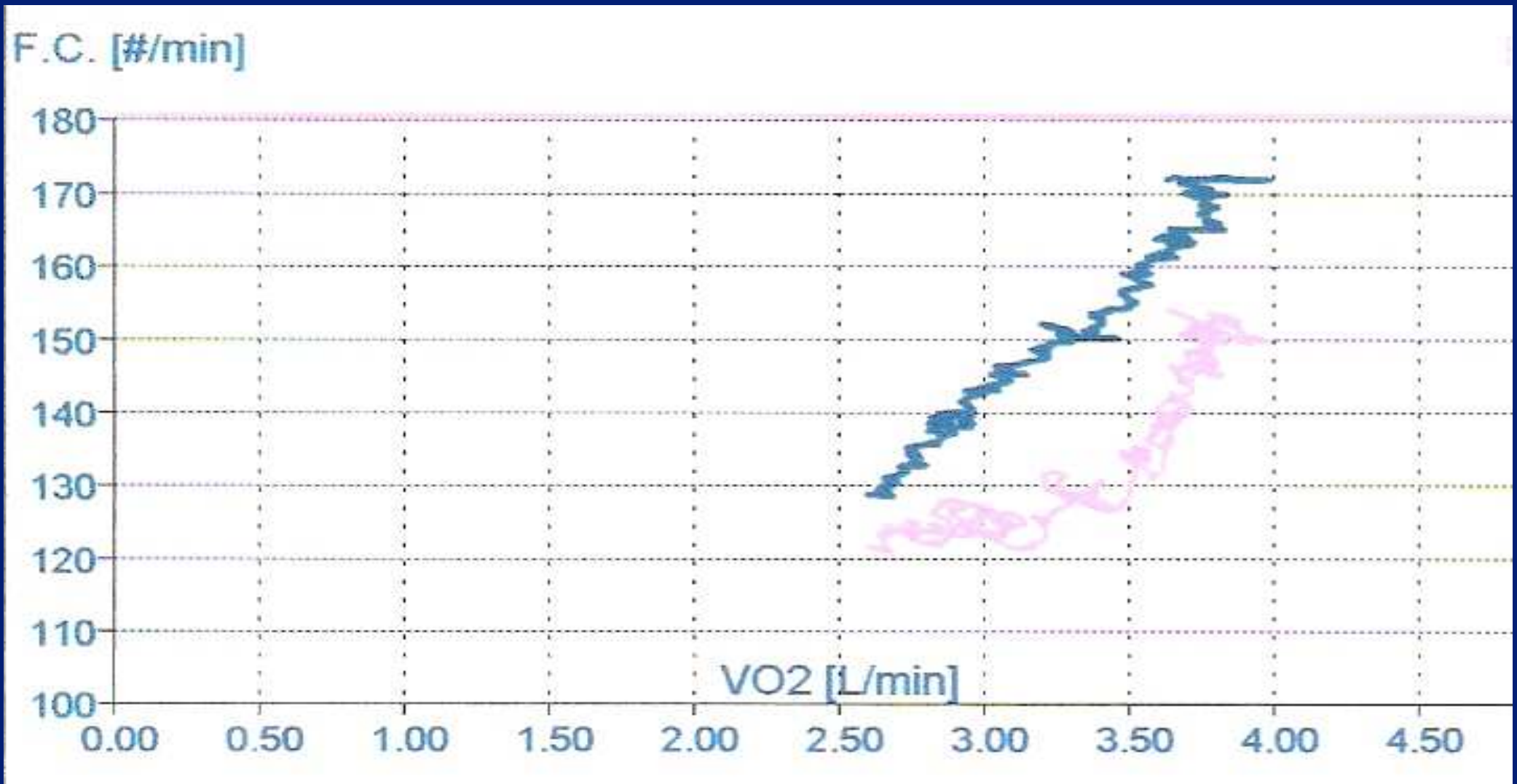
LOGIQUE CAR : Adaptation du volume d'éjection systolique et de la D A V O 2

Plafonnement à partir de 50 % de $\dot{V}O_2\text{max}$..



LOGIQUE MAIS...

VO₂/F_c : Relation « individuelle » en valeurs brutes



A et C :

vo2

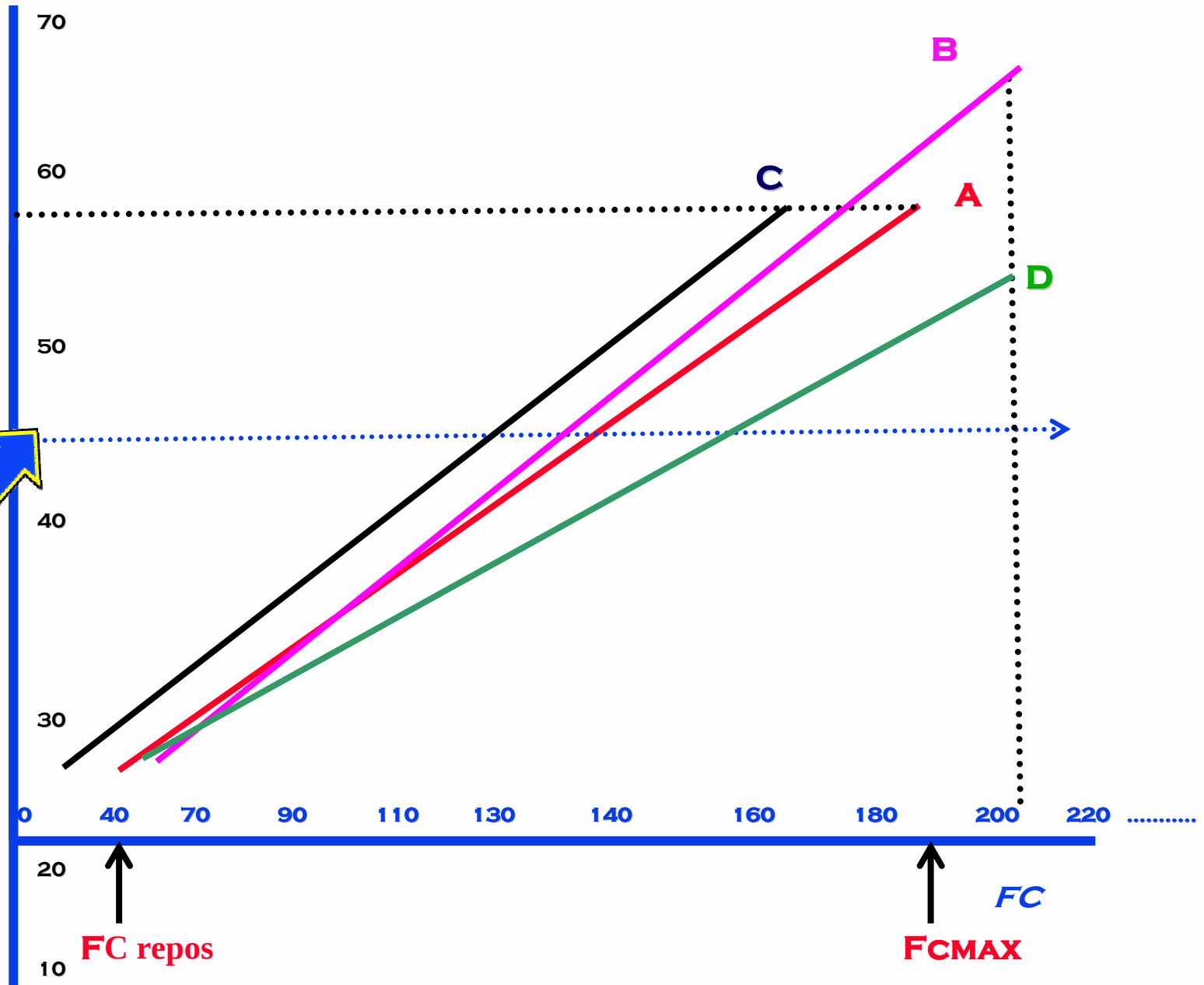
VO2max
identiques ; **100 %**
Fcmax différentes

B et D :

VO2 max
différentes
Fc max
Identiques

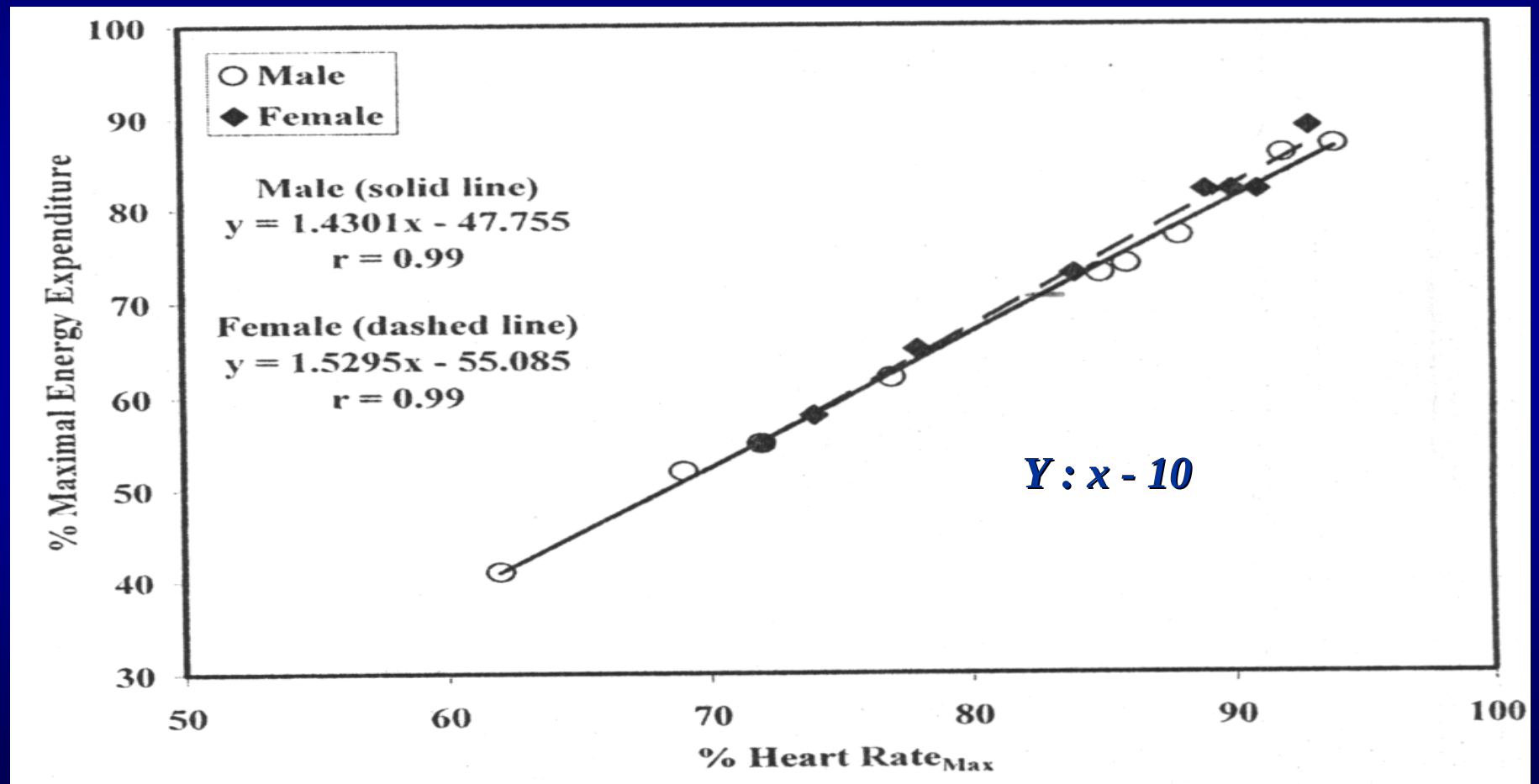
Pour 45 de Vo2:

B plus « rapide »
que C ..qui
pourtant est
moins ..bon



LOGIQUE CAR ..

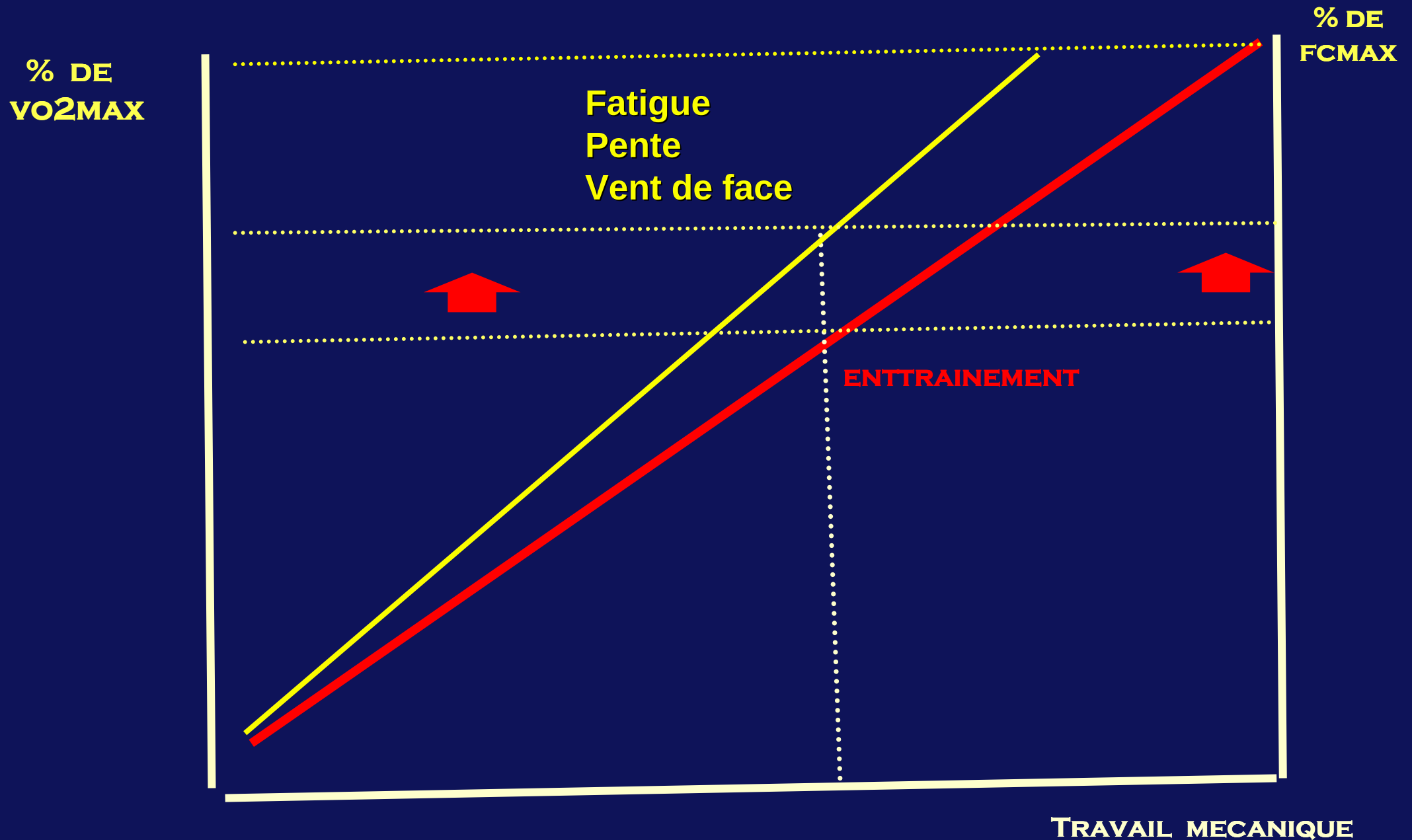
Relation universelle entre % de VO2max et % de Fcmax



Scott et coll. Med and Sports and exercise 2004

Stratt et coll. 2000

PLUS LOGIQUE QUE L'INDICE « TRAVAIL »



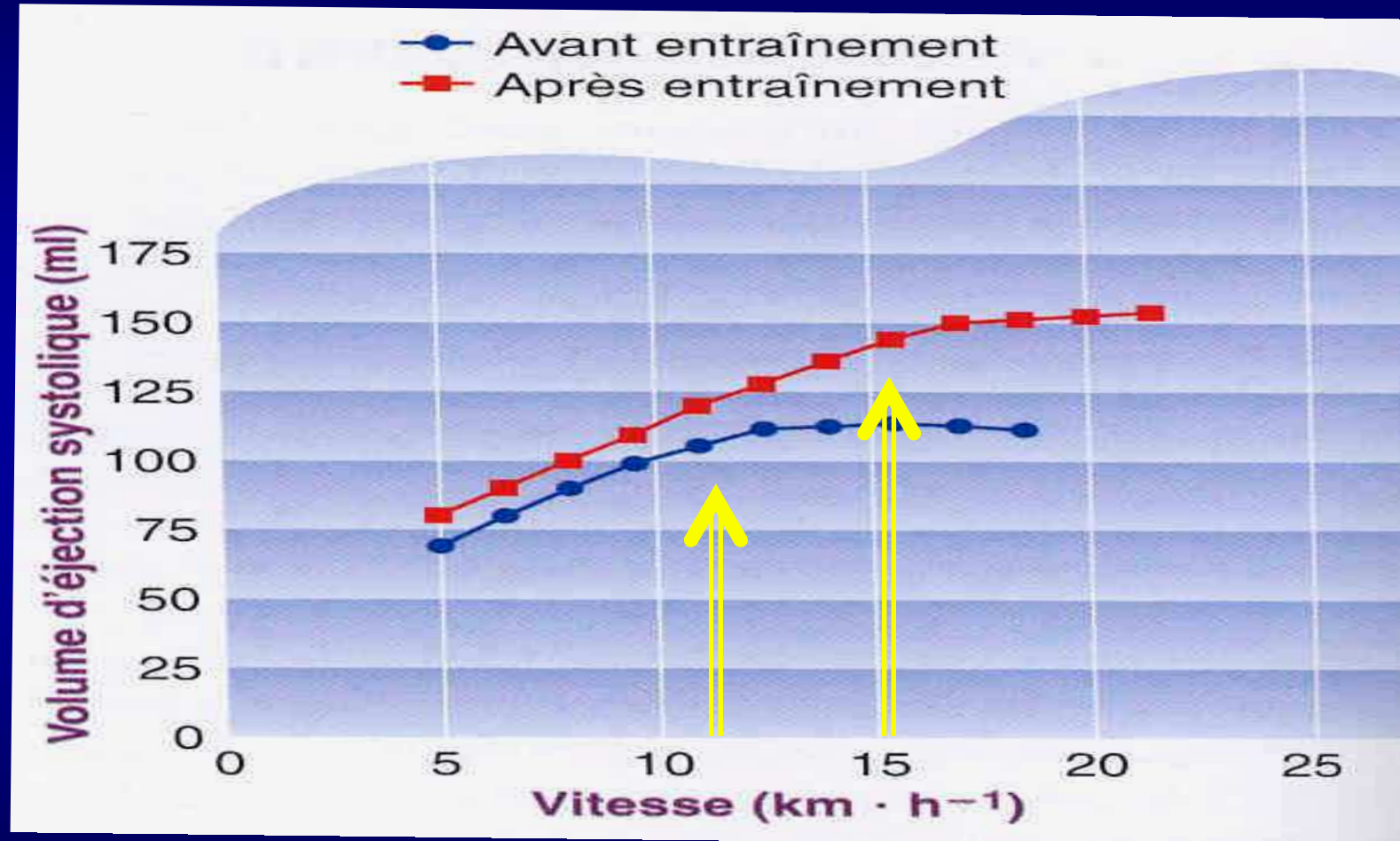
UN OUTIL PRATIQUE ..

**Suivi des effets de
l'entraînement**



PRATIQUE CAR ...

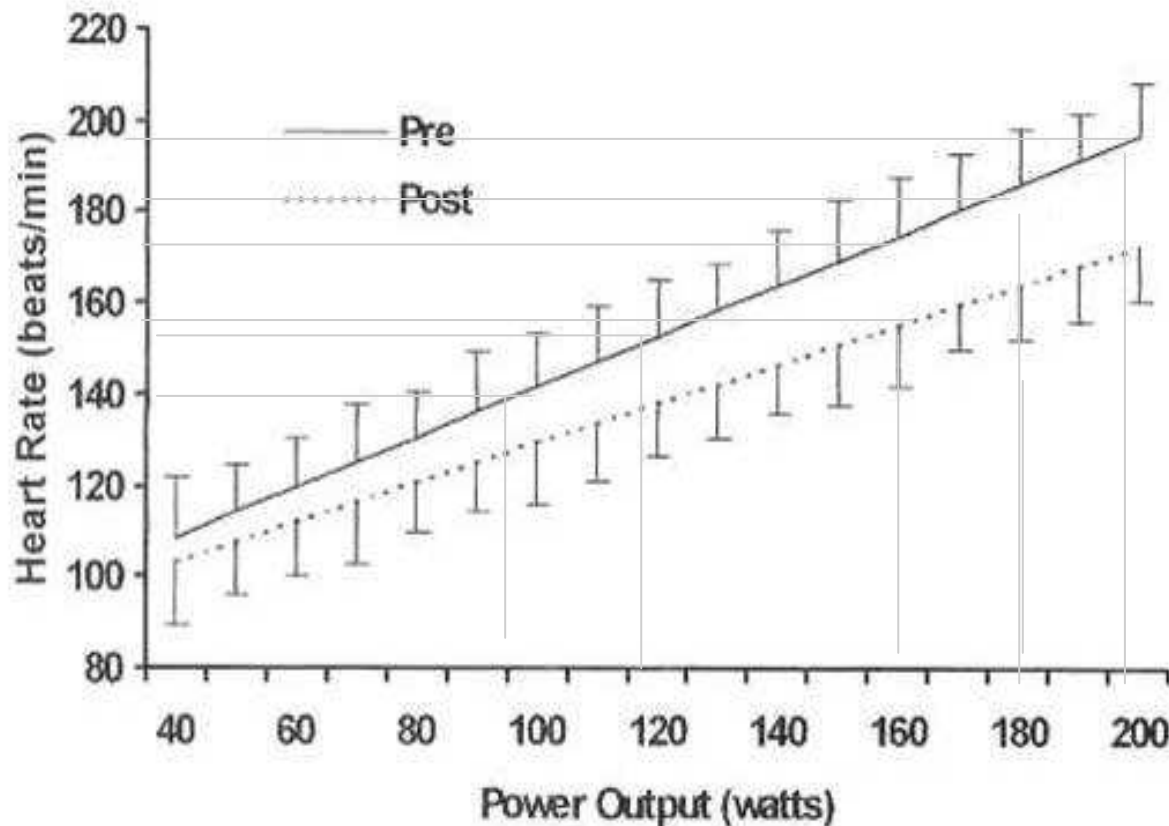
Contrôle de l'efficacité de l'entraînement :



Amélioration du VES max et du DAVO_2 max

PRATIQUE CAR ...

Contrôle de l'efficacité de l'entraînement :



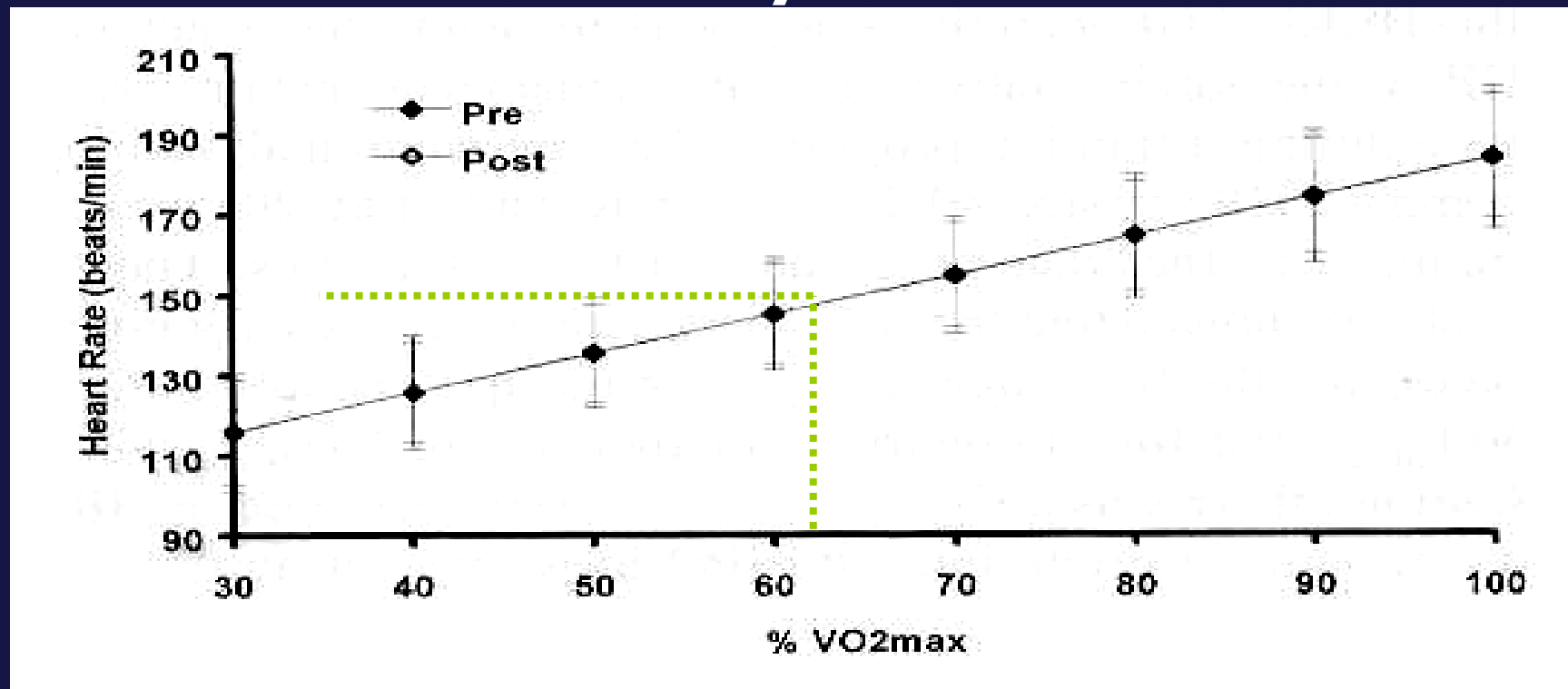
**STABILITE
DU
« COUT
ENERGETIQUE »**

Adapté de Skinner et al. *Med Sci Sports Exerc* 2003 ; 35 : 1908-1913

PRATIQUE CAR :

La stabilité de la relation :

% de Fcmax / % de VO2 max

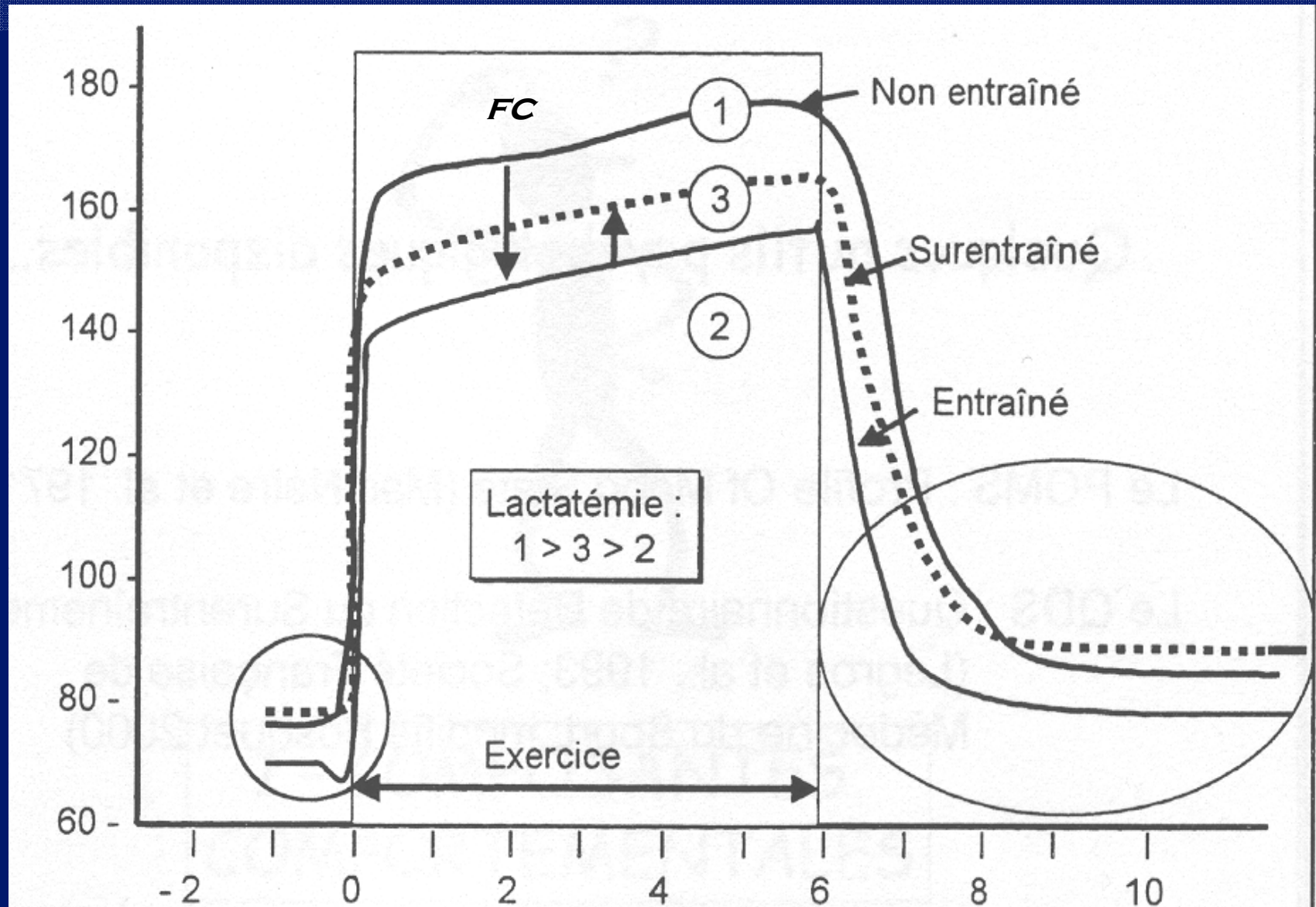


Skinner et al. *Med Sci Sports Exerc* 2003 ; 35 : 1908-1913

En Pratique : Le « test » de terrain ..

COSTILL 1986 :

*Epreuve
de 6 minutes
à Vitesse
identique
(test
standardisé)*



PRATIQUE CAR

HRV: guide le choix des séances d'entraînement

Kiviniemi AM et coll. Eur J Appl Physiol. 2007 :743-751

Accéléromètres: Efficacité de la foulée: longueur moyenne cadence

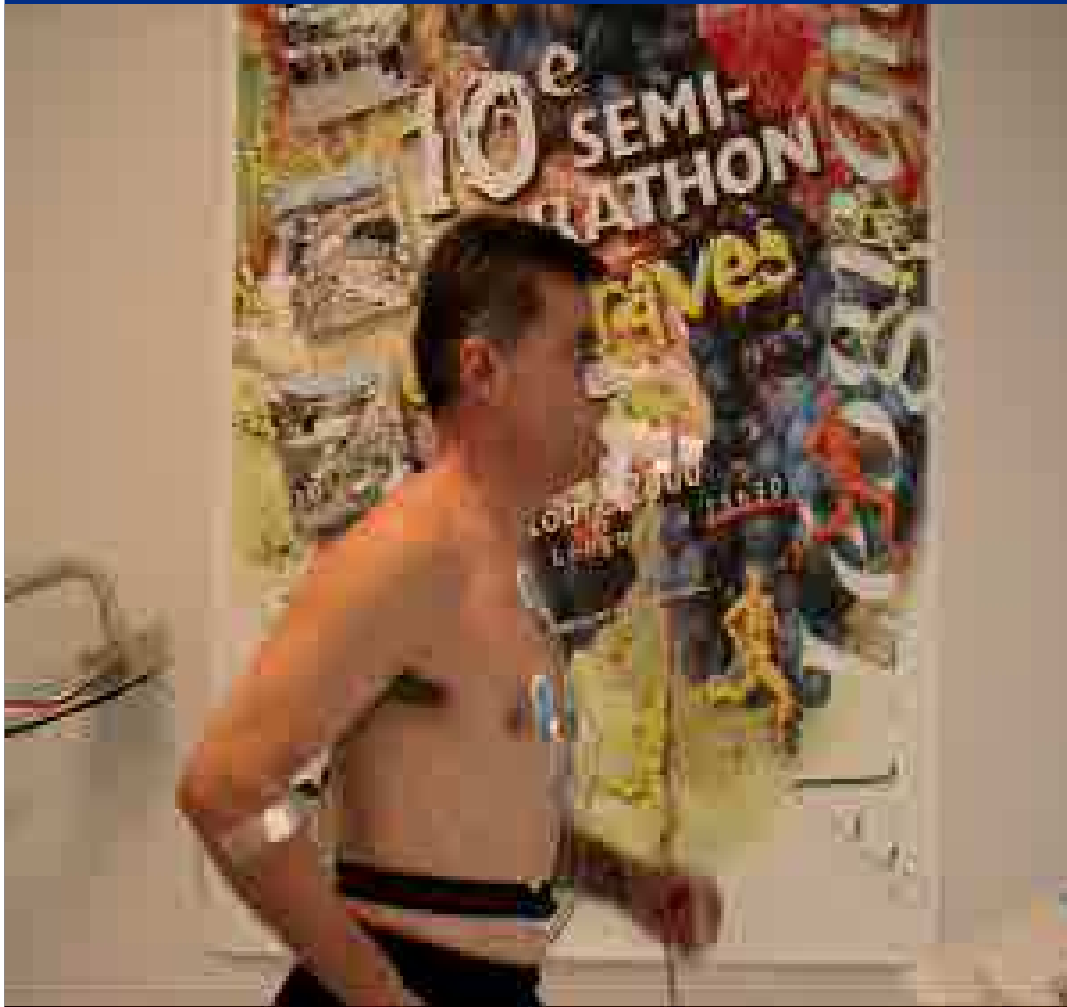


Un Outil efficace

• AUCUNE ETUDE
COMPARATIVE

LES BONS REPERES

le « gold standard »



VO2

F.Cardiaqu

100 %

SEUIL 1

SEUIL 2

ZONE VMA

ZONE 4

ZONE 3

ZONE 2

ZONE 1

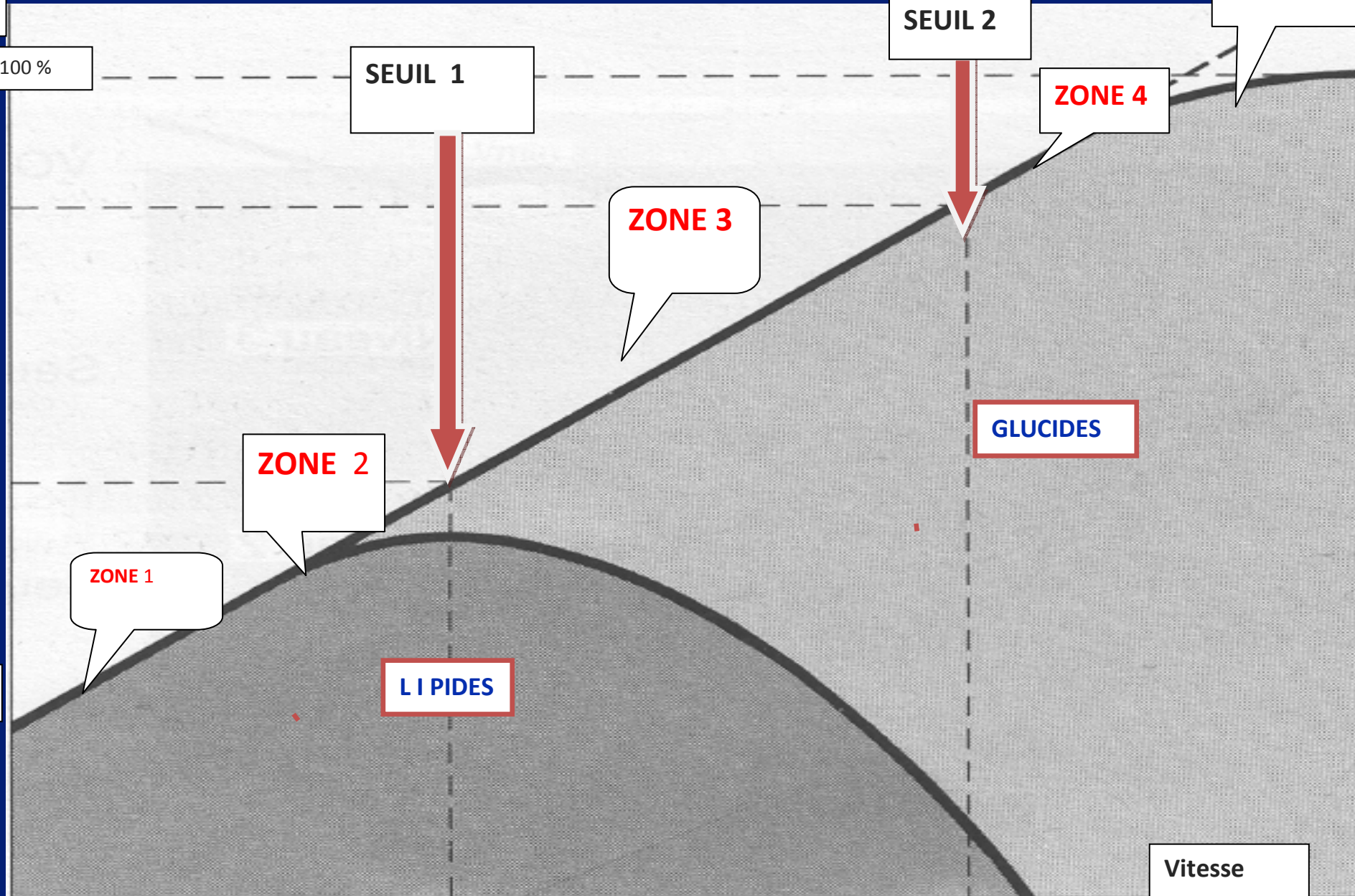
GLUCIDES

50 %

L I P I D E S

Vitesse

Puissance



Mr X 45 ans bilan 3mois avant 1^{er} Marathon

Test sur tapis roulant protocole
« vitesse sans pente »

Durée 16min .

VO2max :50 ml/kg/min

Fcmax : 196 :min

VMA : 14 , 5 km/h

Seuil 1 :

Fc :165 / 170 /min

vitesse sur tapis : 11,5 km/h

Seuil 2 :

Fc : 180 /185 /min

vitesse : 13,5 km/h

Prévision temps :

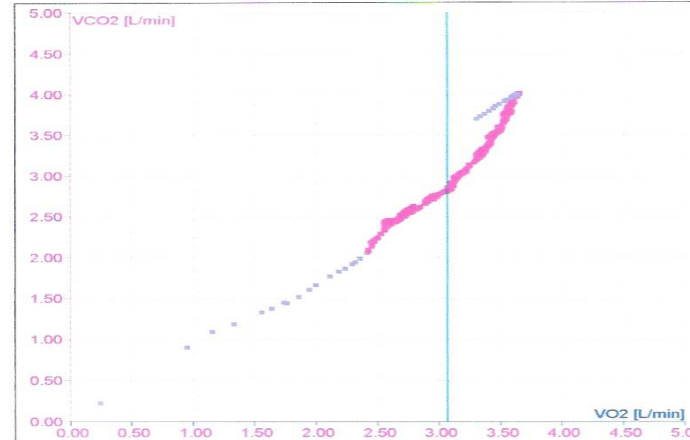
3h 40 / 4 Heures

Identif. :	1666	Poids :	75,0 Kg
Date nais. :	07/04/1967	Vems [L] :	4,35 L
Méd.trait. :		Fact. Btps :	1,11
Tabagisme :		Humidité :	58,0 %
Opérateur :			

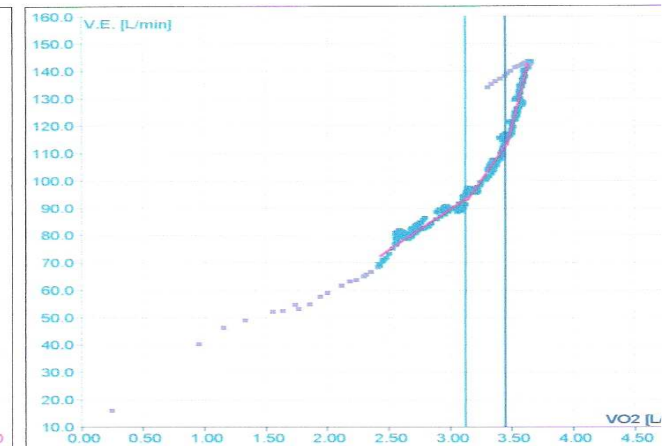
Ergospirométrie du 15/09/2008 à 11:51 - Protocole : tapis 11/19 Page :

Temps min	F.C. #/min	VO2 L/min	VO2 sp ml/kg	Vitesse Km/h	Rés Ven %	VCO2 L/min	Eq CO2	Eq O2	VO2/FC ml/#!/mi	PetCO2 mm Hg	V.E. L/min	F.R. #/m
Valeur prédites												
50 W	92	0.91				0.73					24.3	
100 W	111	1.50				1.32					37.8	
S.V.		1.41										
Max.	183	2.75	37								152.2	
Repos												
00:00	85	0.46	6	0	85	0.49	46.08	48.48	5.4	28	22.7	1
SV 1 (Manuel)												
07:58	169	3.10	42	11	38	2.90	32.05	30.01	18.2	36	93.1	3
SV 2 (Manuel)												
11:02	183	3.36	46	13	29	3.31	32.26	31.80	18.3	35	106.9	3
VO2 max												
14:27	195	3.63	49	15	6	3.98	35.66	39.11	18.6	32	142.1	4
Max.	183	2.75	37								152.2	
											93.4%	

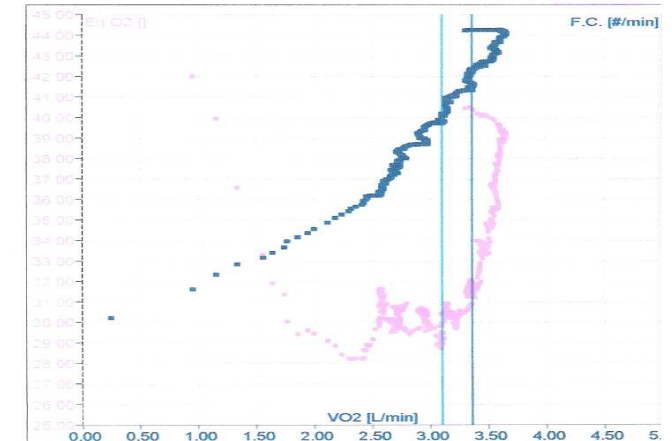
V-Slope



3 Lines



SV 1					
	Temps	Vites	F.C.	VO2	V.E.
V-Slope	07:20	11	168	3.06	88.7
3 Lines	08:01	12	170	3.12	94.5
QR =1,00					
Manuel	07:58	11	169	3.10	93.1
SV 2					
	Temps	Vites	F.C.	VO2	V.E.
3 Lines	12:07	14	186	3.44	116.1
QR =1,10					
Manuel	11:02	13	183	3.36	106.9



ZONES	<u>ZONE 1</u>	<u>ZONE 2</u>	<u>ZONE 3</u>	<u>ZONE 4</u>	<u>ZONE 5</u>	
	ECHAUFFEMENT	Endurance Fondamentale	Endurance ACTIVE	Résistance DOUCE	Résistance DURE	Vitesse Maximale Aerobie
Fréquence Cardiaque		SEUIL 1		SEUIL 2		
Vitesse						
Distance		MARATHON	SEMI.Marathon		10 kms	3000m

Mise en place d'un programme d'entraînement adapté et individualisé

**A PARTIR D'UN TEST D'
EFFORT**

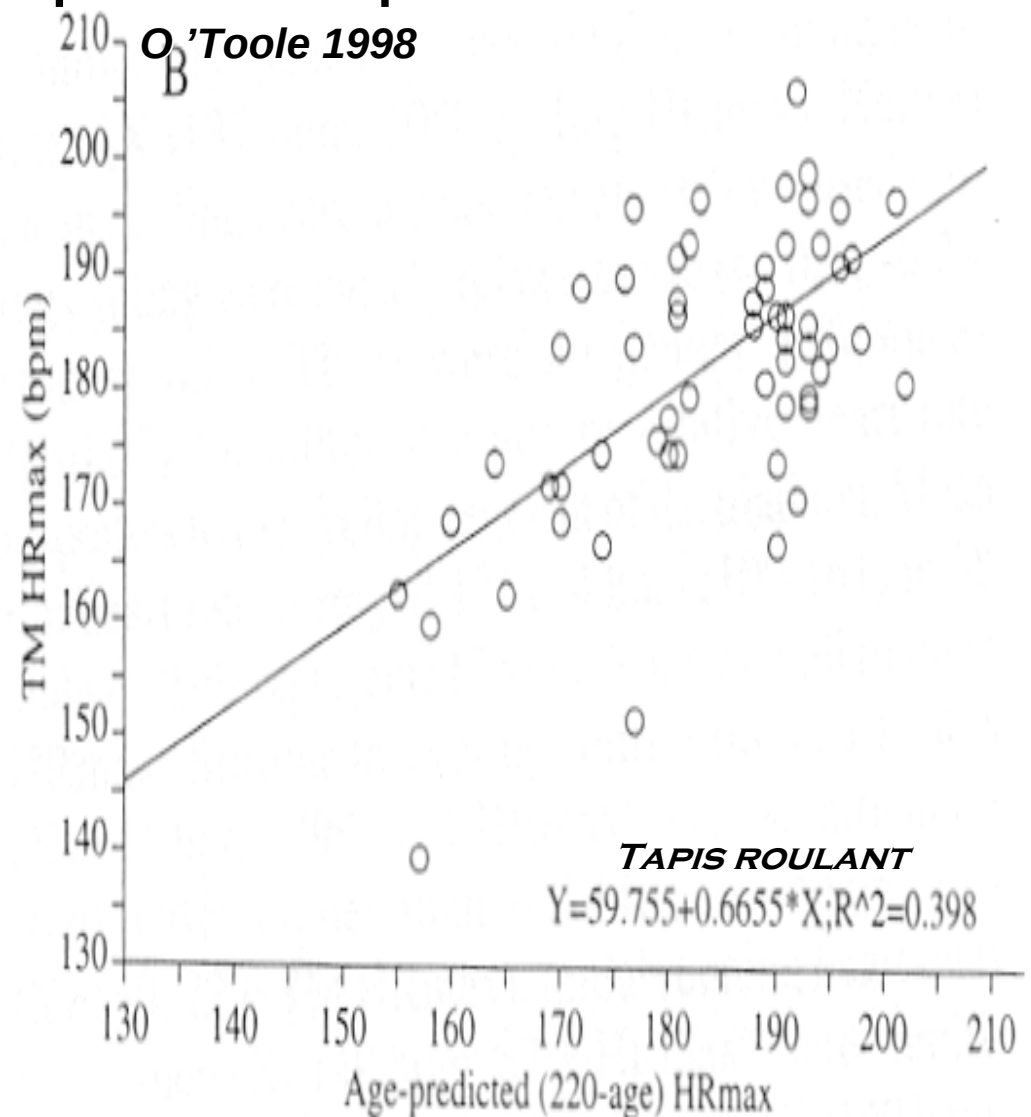
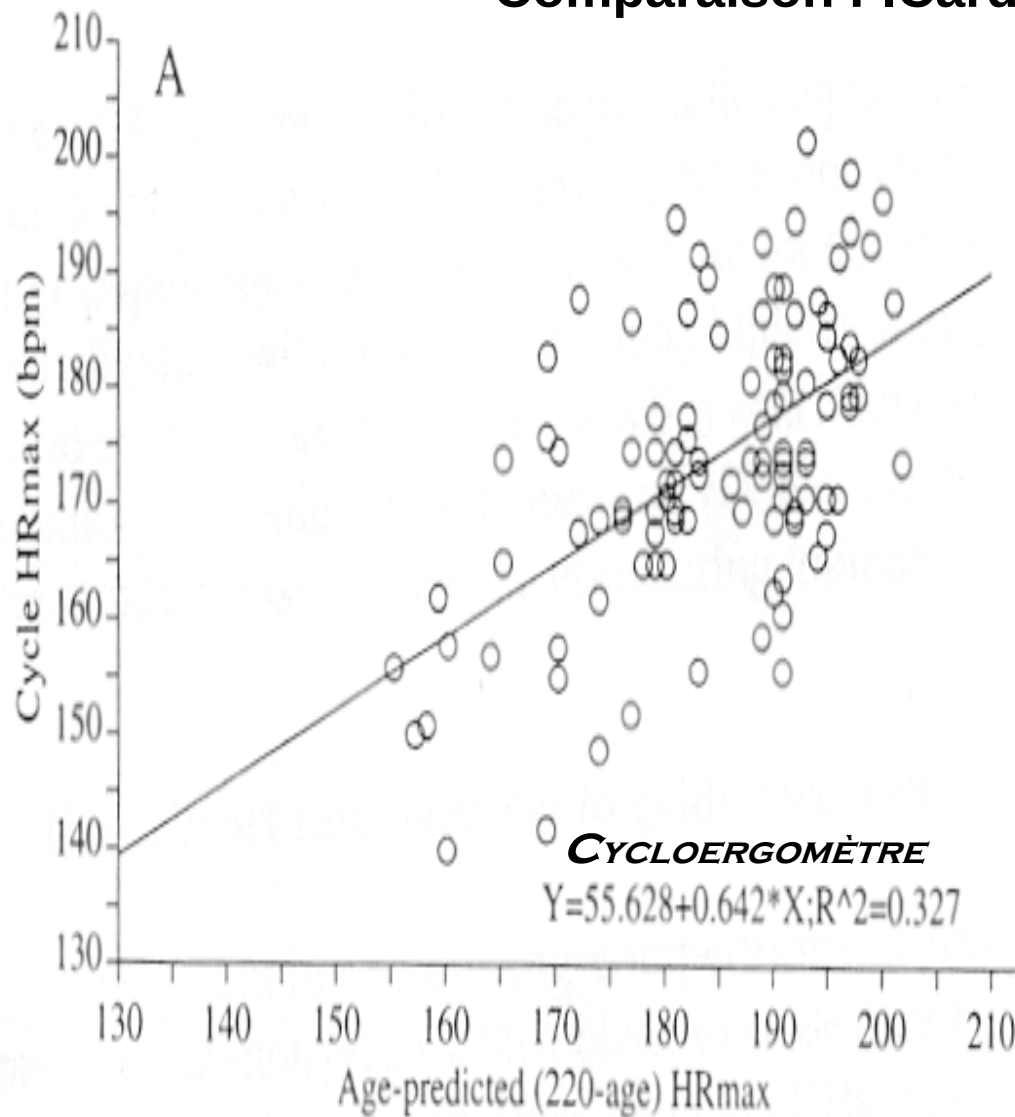
Ou D'UN TEST DE TERRAIN

Extrapolation sur :
le pourcentage de F_{cmax}
le pourcentage de R.C



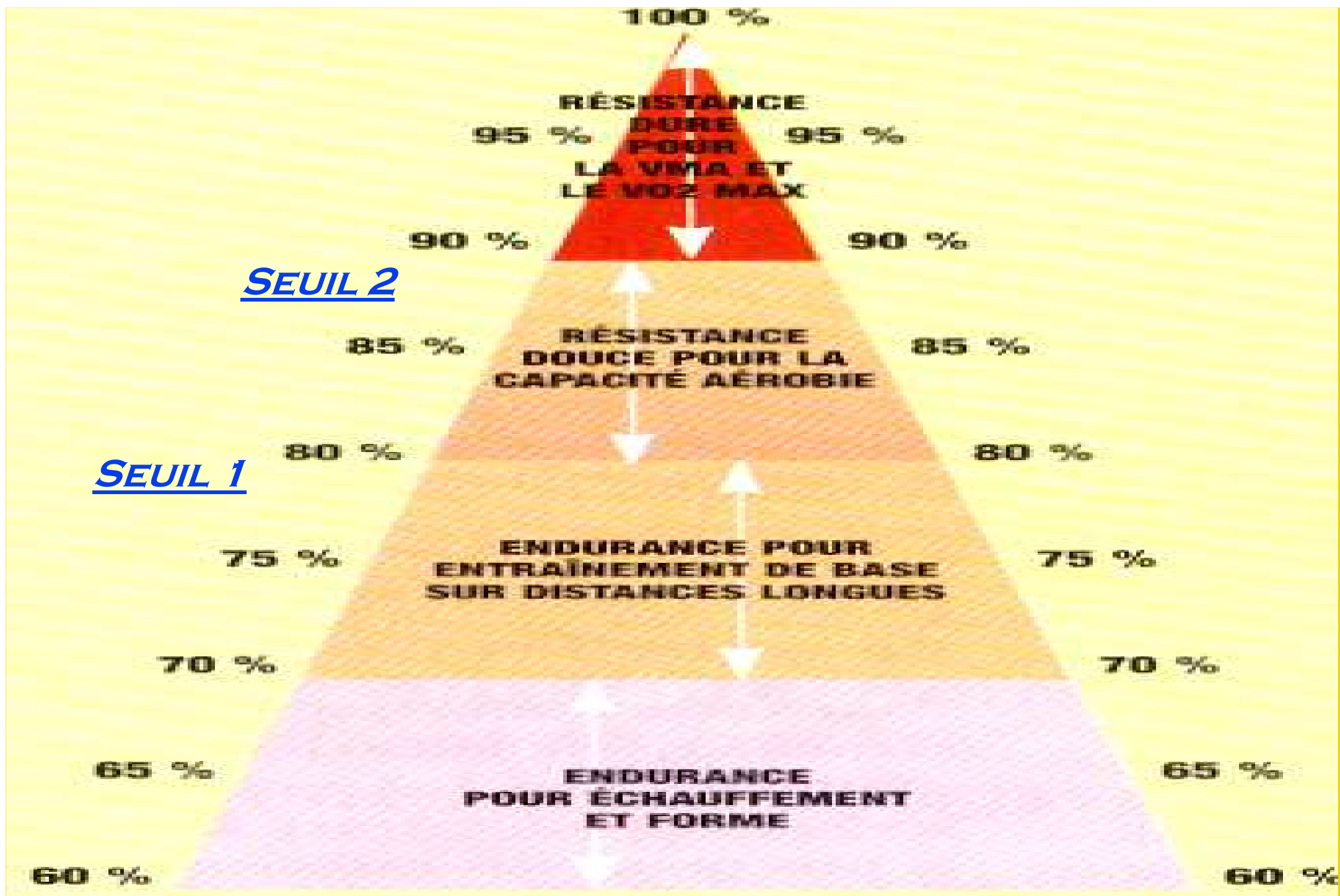
A l'échelon individuel : « Bannir Astrand !! » 220-AGE +/- 12/mn !!

Comparaison F.Cardiaque mesurée/prédite



SEUIL 2

SEUIL 1

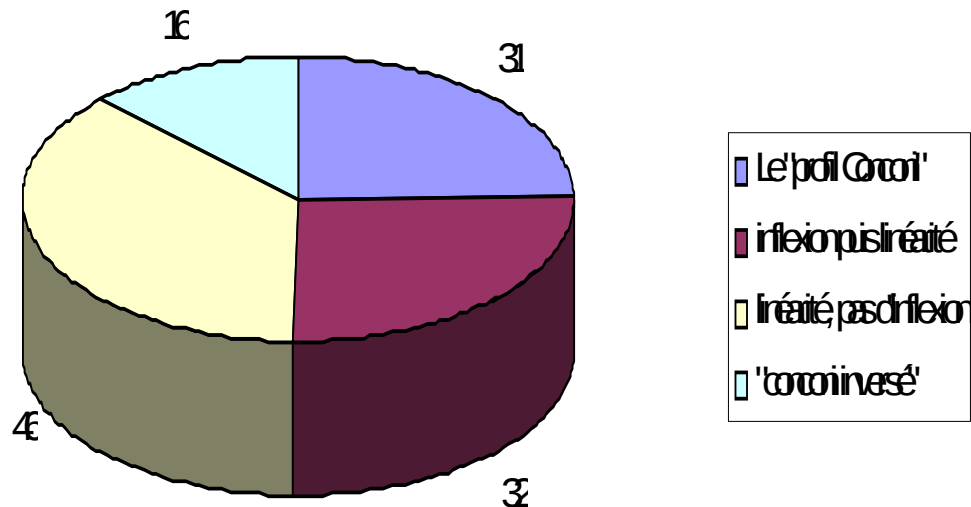


UNE LIMITE A LA RELATION % de Fcmax / % de VO2max ?:

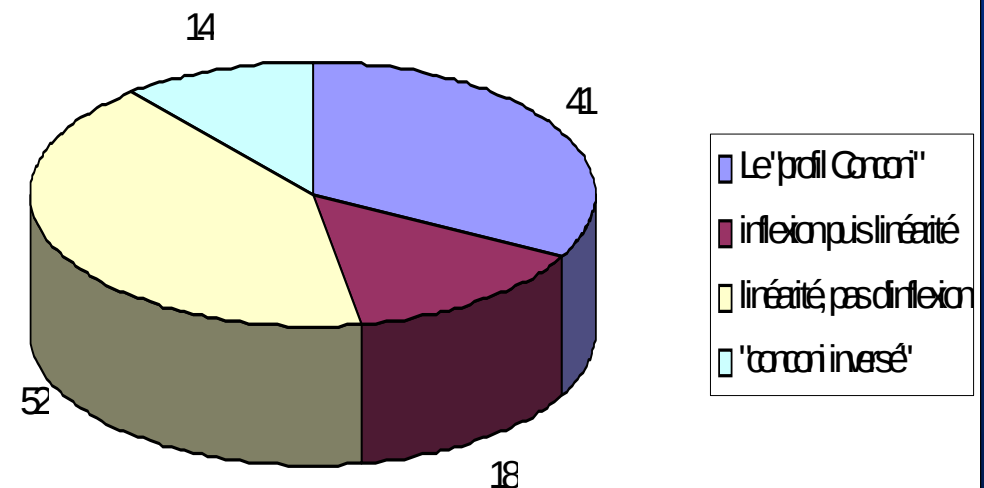
PERTE DE L'IDENTITE AU DELA DE 80/85 % de VO2 max

F. Conconi ; L.Léger ; L.Bosquet

Analyses des 125 tests vélo



Analyses des 125 tests tapis



Un CFM ..Pourquoi faire ?

Un « outil » .. Logique
..Pratique
et.. Efficace

Conditions:

Utiliser les bons repères

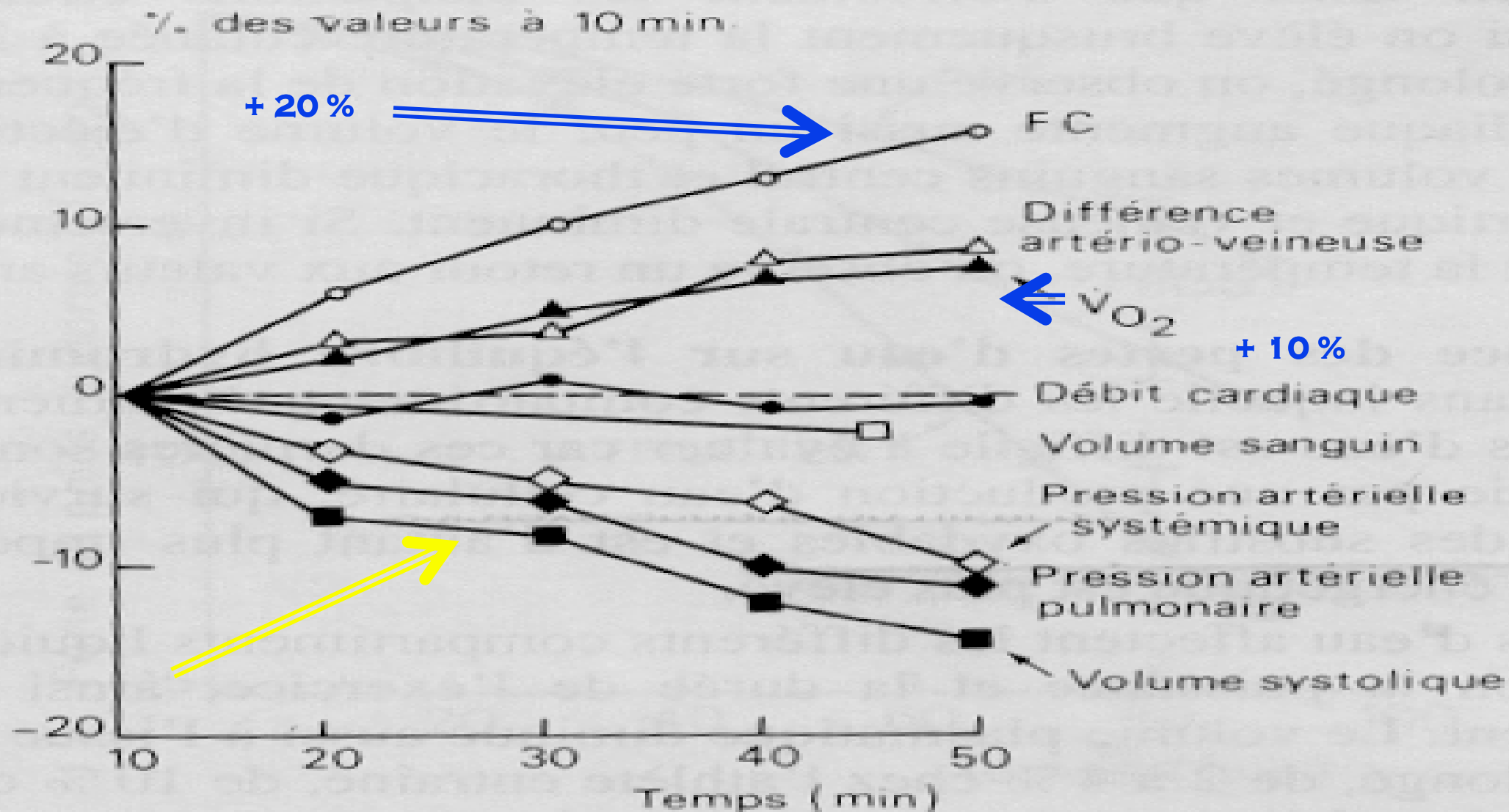
Connaitre les « limites »

La dérive cardiaque

L'inertie de la filière aérobie

EFFORT PROLONGE STABLE

(Rowell 1977 ,Gonzales 2007)



LA « DERIVE CARDIAQUE »

VRAIE DERIVE : MULTIFACTORIELLE

- THERMOREGULATION : « Détournement Sanguin »
- DESHYDRATATION : Baisse de la précharge (et du VES)

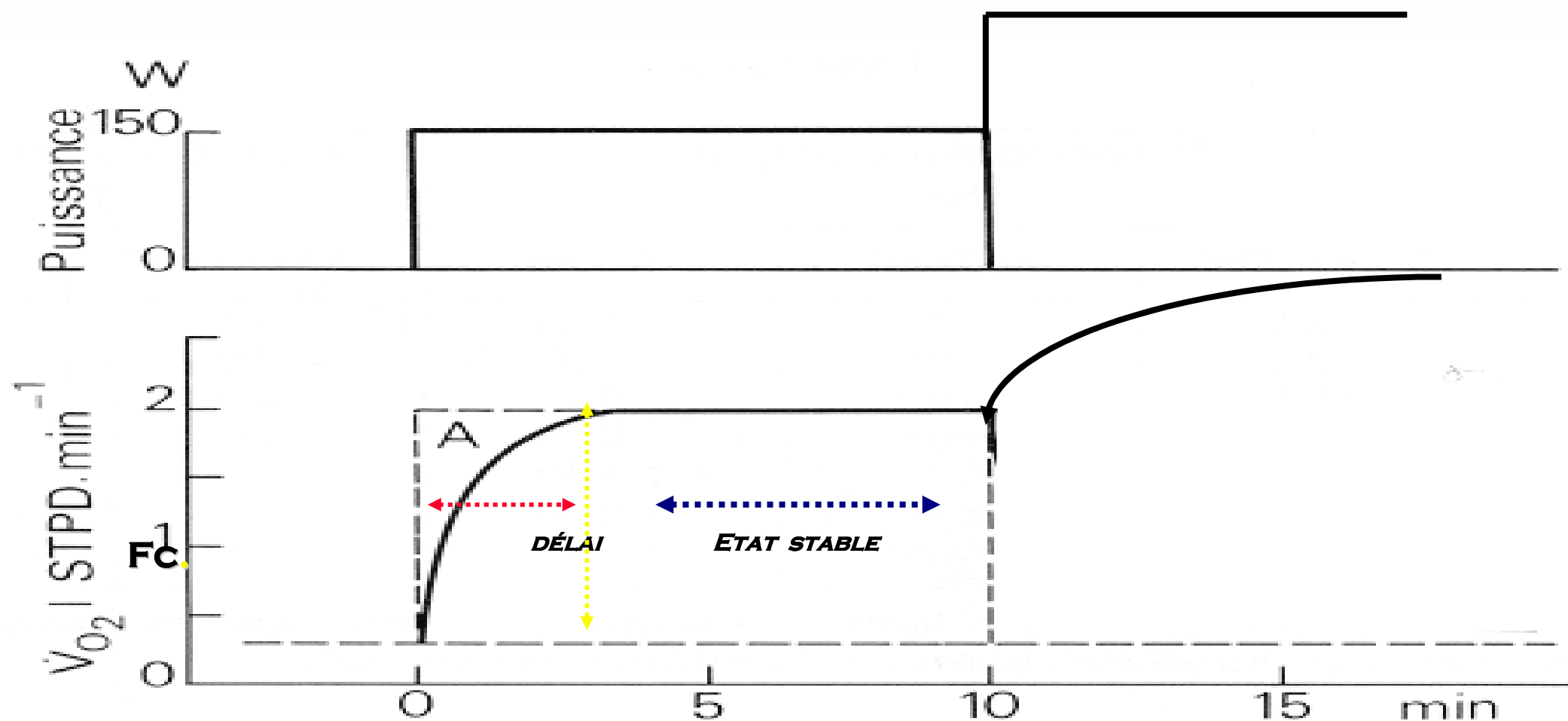
FAUSSE DERIVE: *Augmentation du « coût énergétique de la course »*

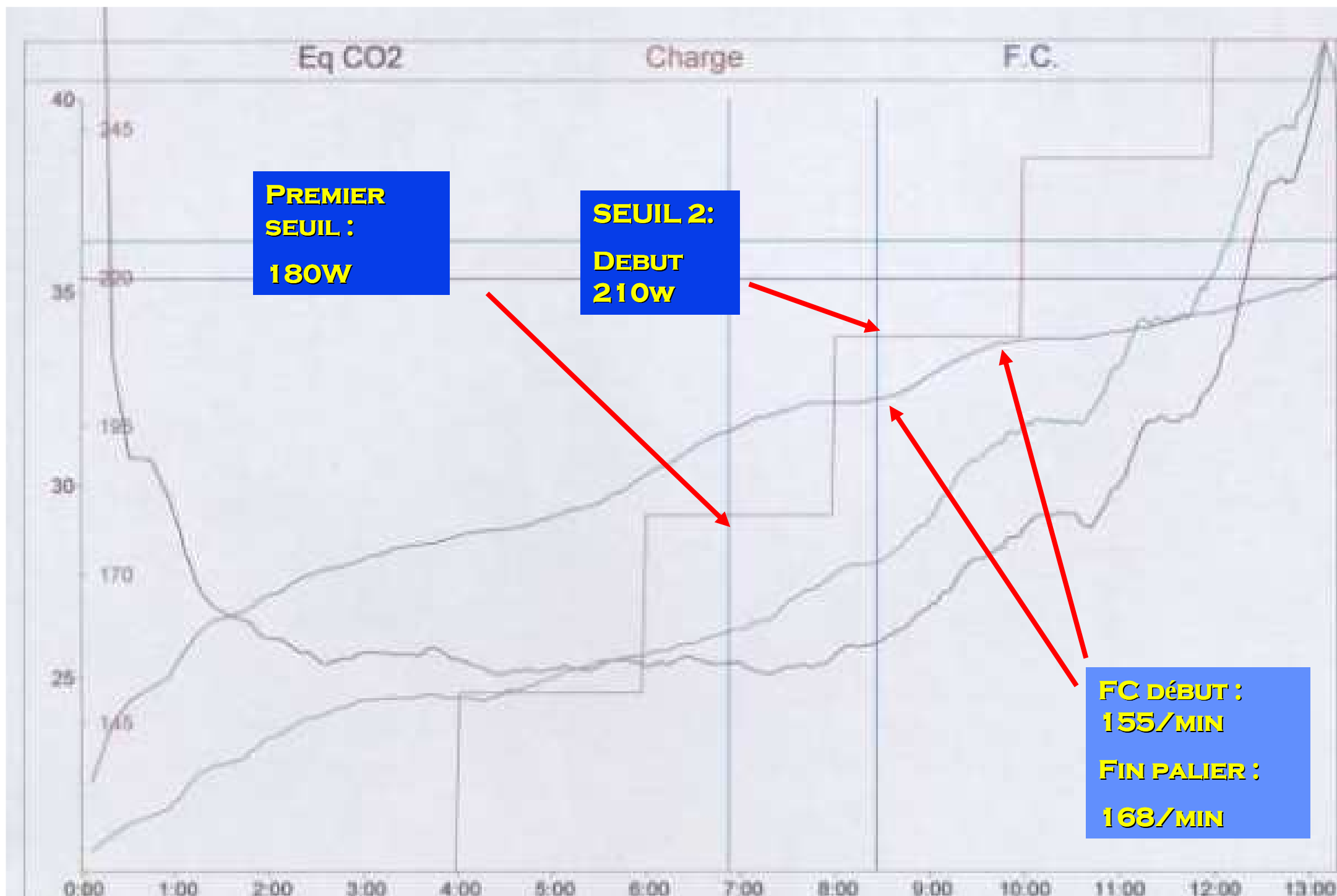
FATIGUE MYOCARDIQUE

BAISSE EFFICACITE de la FOULEE

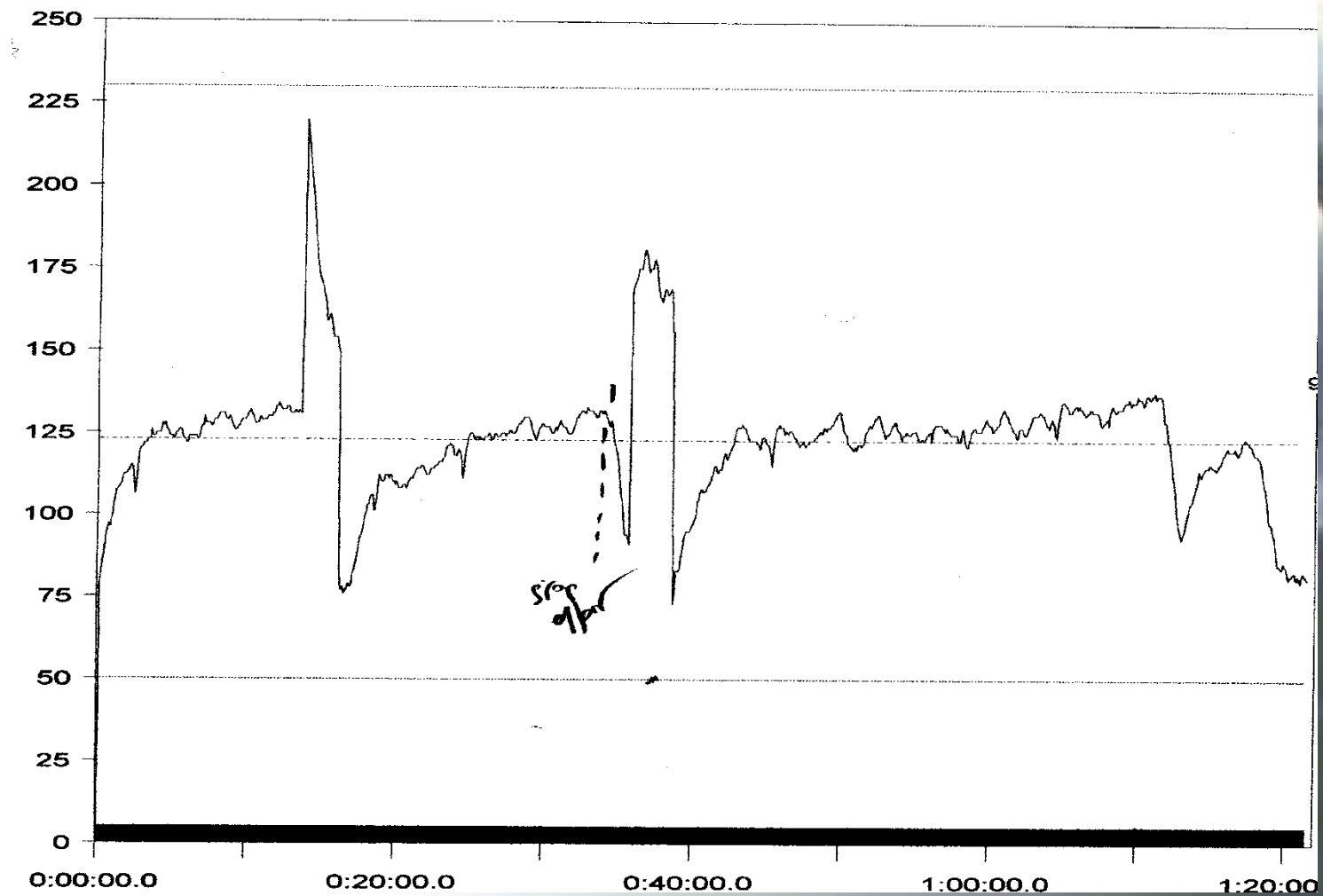


LE DELAI D'ACTION DE LA FILIERE AEROBIE

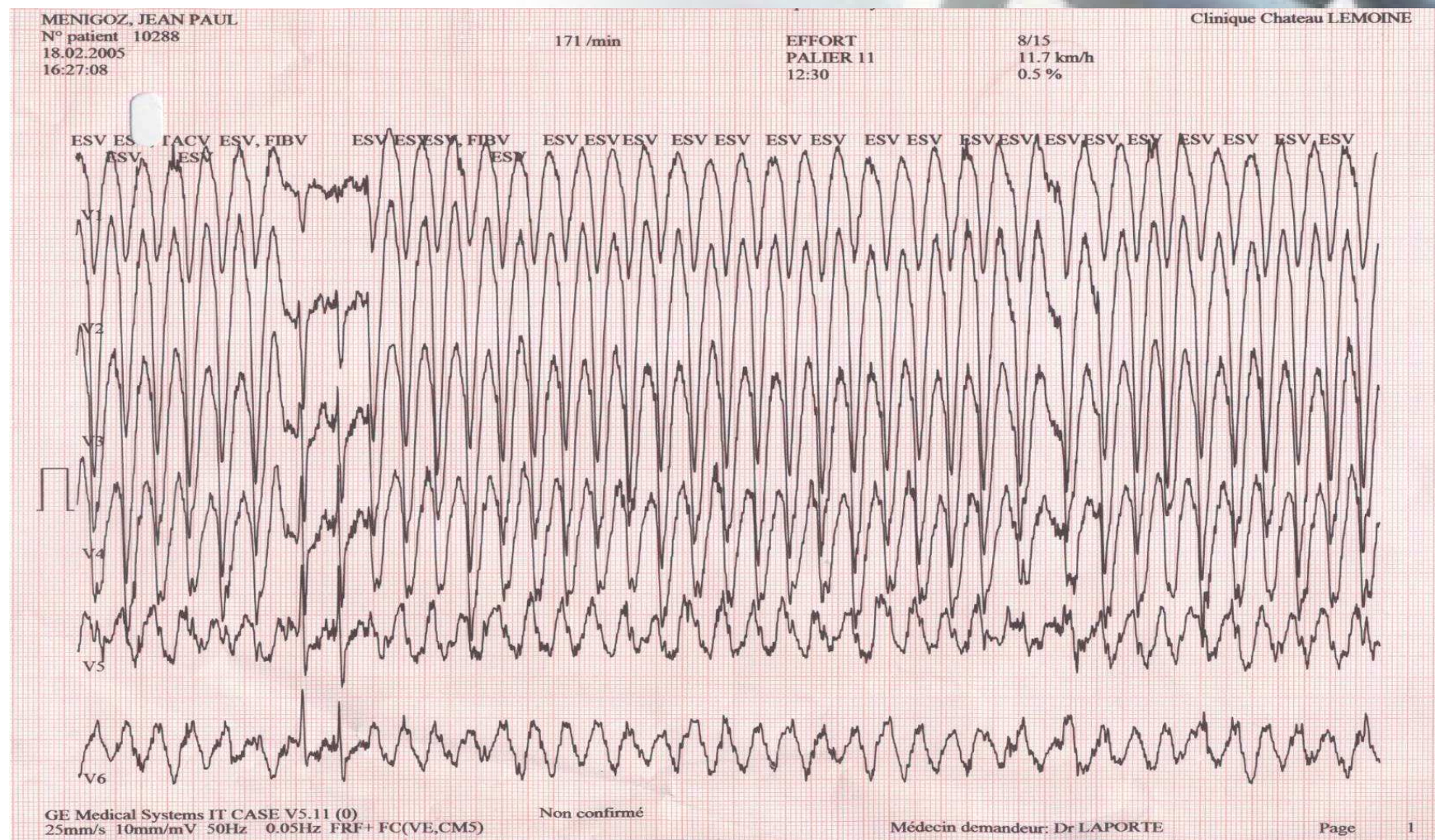




UN OUTIL SECURISANT ..



Le Syndrome du CFM ..



Cardiofréquencemètre ...

Un bon outil : fiable, pratique et sécurisant



Un simple gadget pour celui qui ne sait pas s'en servir

Références

Éditions Frison-Roche

18, rue Dauphine - 75006 PARIS / Tel : 01 40 46 94 91 - Fax : 01 46 34 70 51 / infos@editions-frison-roche.com
À PARAÎTRE EN DECEMBRE 2008



Caractéristiques Techniques :
Un ouvrage en couleurs de 128 pages au format 15 x 21

L'activité physique devient un impératif de santé publique dans notre mode de vie actuel. Il s'agit certainement du meilleur moyen pour prolonger notre espérance de vie. Néanmoins son efficacité nécessite un contrôle objectif et permanent de l'intensité de l'exercice. La fréquence cardiaque véritable compte-tours du moteur de notre organisme peut remplir parfaitement ce rôle. Cet ouvrage est destiné aux acteurs de la santé et du sport, l'objectif étant de permettre au lecteur de conseiller ensuite à bon escient l'utilisation d'un cardiofréquencemètre en en connaissant les indications mais aussi les limites et les subtilités de pratique.

LE GUIDE DU CARDIOFRÉQUENCEMÈTRE François Carré - Thierry Laporte

Introduction

Chapitre 1

La fréquence cardiaque, méthode simple d'estimation de la dépense énergétique chez l'homme.

Les différentes sources énergétiques utilisables par nos muscles

Le muscle squelettique

Les filières anaérobies

La filière aérobie

La consommation maximale d'oxygène

La relation fréquence cardiaque - consommation d'oxygène

Chapitre 2

Les valeurs de fréquence cardiaque exploitables

La fréquence cardiaque de repos

La fréquence cardiaque maximale

La réserve cardiaque

Les fréquences cardiaques « seuils »

Le délai de récupération de la fréquence cardiaque

Chapitre 3

À chacun ses propres repères de fréquence cardiaque

Pourquoi une détermination individuelle des repères de fréquence cardiaque ?

La relation individuelle consommation d'oxygène / fréquence cardiaque

La relation universelle entre les pourcentages de consommation d'oxygène et de fréquence cardiaque maximales

Les tests d'évaluation et de détermination

Les tests de laboratoire

Les indications

Les différents types de tests

L'importance de la maximalité du test

Les paramètres recueillis

Les tests de terrain

Les conditions requises

Les tests accessibles

Les paramètres recueillis

Programmation d'un entraînement à partir des formules d'estimation de la fréquence cardiaque maximale

Chapitre 4

La fréquence cardiaque, témoin de la charge interne de l'organisme

Le contrôle de la qualité de l'entraînement

Les effets de l'interruption de l'entraînement

La prévention du surentraînement

Chapitre 5

Le contrôle de la fréquence cardiaque : un outil de dépistage

Le syndrome du Cardiofréquencemètre

Chapitre 6

Les limites et les pièges de l'indice fréquence cardiaque

Le délai de mise en route de la filière aérobie

Le concept de dérive cardiaque

Le Profil de l'utilisateur

La fatigue

Le stress

Le niveau technique

L'alimentation

Les conditions environnementales extrêmes

La cécité

Le grand froid

Le vent fort

L'altitude

Les contextes particuliers

La surcharge pondérale

L'enfant

La maladie

Les médicaments

Chapitre 7

Le cardiofréquencemètre

L'histoire

Les fonctions basiques

Les fonctions avancées

Les fonctions supérieures

Chapitre 8

La planification d'un entraînement

Les principes généraux

La charge d'entraînement

L'alternance entraînement-récupération

L'alternance quantitatif - qualitatif

L'organisation de l'entraînement

Les séances types

Les zones « métaboliques »

Les séances continues

Les séances au premier « seuil »

Les séances au second « seuil »

Les séances en capacité aérobie maximale

Les objectifs

Le réentraînement des malades en prévention secondaire

La remise en condition du sédentaire sain

La remise en condition du sédentaire en surpoids

Les programmes sportifs

Les épreuves de longues et d'ultra longues distances

Les épreuves de moyenne distance

Le cardiofréquencemètre et la compétition

Conclusions

Mr J 39a .

VO2m 70ml /kg /min VMA 22km/h

31'30 sur 10kms



Examen : Ergospirométrie du 04/11/05 à 17:28 - Protocole : TAPIS HT NIVEAU Page : 1

Temps	Vitesse	F.R.	Q.R.	Réf VO2	VO2	VO2 sp	F.C.	VCO2	V.E.	Eq O2	Eq CO2	Elévati
min	Km/h	#/min		L/min	L/min	ml/kg	1/L/min	L/min			%	

Seuil anaérobie 1 (Manuel)

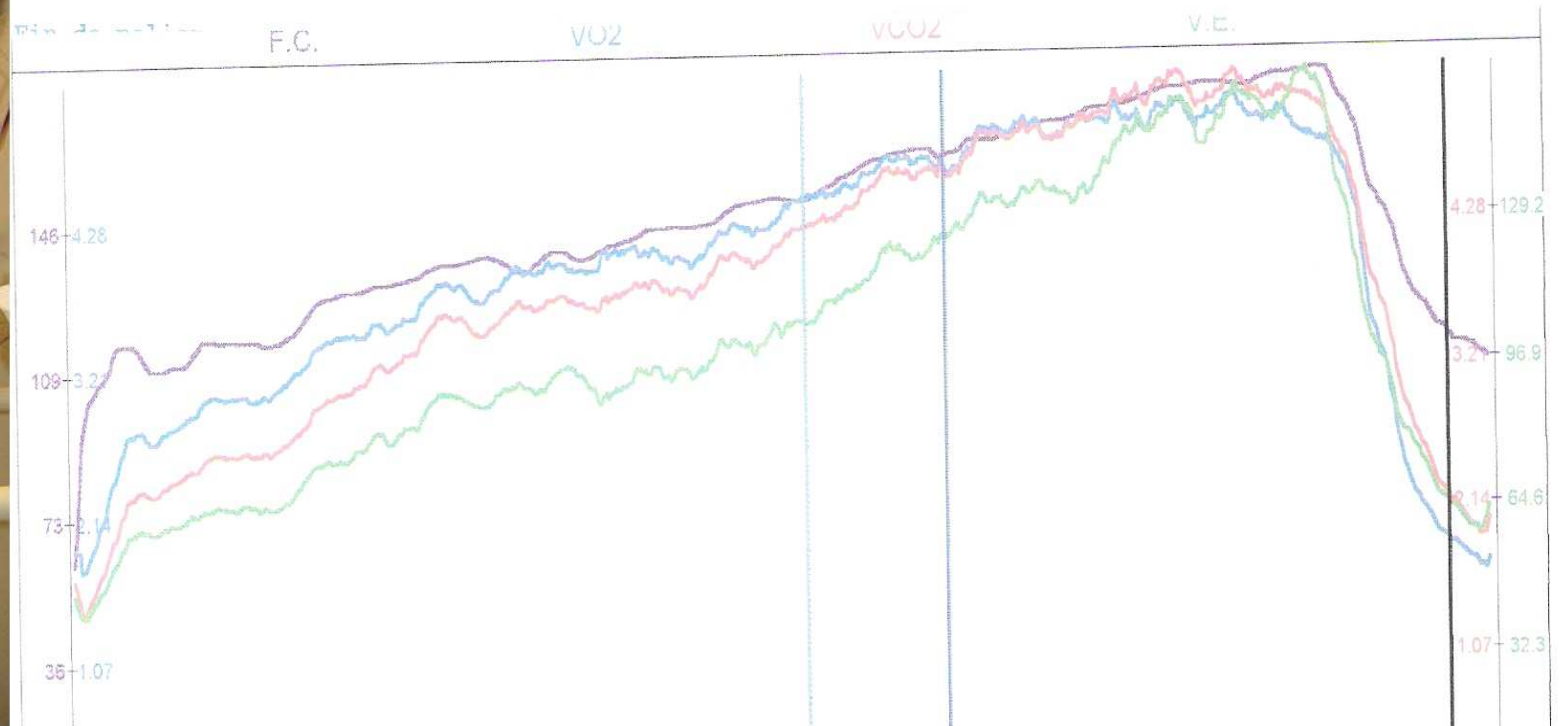
12:24	18	40.1	0.95	0.62	4.46	61	151	4.24	106.7	27	25	1
-------	----	------	------	------	------	----	-----	------	-------	----	----	---

Seuil anaérobie 2 (Manuel)

14:45	19	45.6	0.99	0.62	4.68	65	162	4.65	124.9	30	26	1
-------	----	------	------	------	------	----	-----	------	-------	----	----	---

VO2 max

18:36	21	50.4	1.04	0.62	5.10	70	178	5.32	155.1	34	29	1
-------	----	------	------	------	------	----	-----	------	-------	----	----	---



Programme préparation : MARATHON

éparation spécifique sur les dix semaines précédents la compétition, diminuer progressivement la rge sur les 3 dernières semaines et remplacer les séances zone 5 par le « fartleack long »)

*Nb : conditions ambiantes très froides (inf. à 10°) :-5 battements/mn pour chaque zone
conditions très chaudes (sup. 30°) et/ou très humides :+ 5 battements/mn pour chaque zone*

BASE : 6 séances / semaine

(optionnel : électrostimulation musculaire)

J1 : Résistance Dure en zone 4

Echauffement 10 mn
3000m en zone 4 (fc atteinte en environ 500m)
1000m récup. En zone 1
3000m en zone 4 (idem)
1000m récup. En zone 1
3000m en zone 4 (idem)
1000m récup. En zone 1
fin : étirements

soir : programme : Récup. active

J2 : Séance « volume » en endurance fondamentale en debut de zone 2 : 120 min sans dépasser 30 kms (10 mn échauffement à zone2 - 10 , 100min zone 2 , 10 min récupération id. début)

(option : début 1 heure stimulation progr.endurance puis 60mn en zone 2)

J3 : Séance de « VMA » en zone 5 (f.cardiaque à ne pas utiliser)

Echauffement 10mn
Serie 1 de 10 fois 30 secondes à 110 voire 120 % de la VMA avec 30 secondes
De récupération active entre chaque « sprint vma »
5 mn de footing très léger (zone 1)
Série 2 : idem série 1
5 à 10 mn de récupération plus étirements en fin

soir : idem J1

Une semaine sur deux remplacer séance « vma » par :

Echauffement 10min puis 1H15 allure continue en Zone 3

J4 : Séance d'endurance fondamentale type « croisée »

Avec 120 min VTT (Fc zone 2 – 5 battements/min) puis 45min en zone 2

J5 : Séance panachée type « fartleack long »

: séance de renforcement musculaire ;Echauffement 10min zone 2 puis :

Option1 : 2 séries de 5 fois 50 m en foulées bondissantes (récup 1 min entre) , récup. 5 min puis 2 séries de 5 fois 50 m en levant les genoux le + haut possible puis idem en talon /fesse.

Option 2 : séance de montée de cotes (de 50 à 100m) à allure »VMA « récup 1min entre.

2 séries de 10 montées avec récupération passive de 5 min entre les séries.

Option3 : réaliser 5 series de 200m à VMA plus 1km/h avec récup de 3 min entre en zone1.

J6 : Séance d'endurance active ou en « allure marathon » en zone 3

Idéal moment de journée identique à celui de la compétition préparée
Echauffement 10 mn
20 min en zone 3
Suivi de ;1000m en zone 2
Puis :20 min en zone 3
Suivi de 1000men zone 2
Puis ;20 min en zone 3
Suivi de 1000m récupération en zone 1

soir : r : Récup. active

J7 : Repos. *Matin : progr : Capillarisation 45 mn à 1 heure*

Ou plyométrie

EN semaine M-2 : Repos le J5 et remplacer le J6 par un semi-marathon couru en Zone 3 avec 11Kms en début de zone et 10Kms en fin de zone . Prendre le temps au semi et partir pour le marathon sur la base de ce temps plus 5min environ pour le temps moyen par km .

Mr C 49 ans Bilan avant reprise d'APS

OBJECTIF : 1500 KCAL /SEMAINE

ZONE : 80 % FCMAX : 150 a 155 /min

Soit 180 W

1W /min = 0,0144 Kcal

1h vélo = 160 Kcal ...

Donc environ 9 H /semaine

....

15.09.2008 masculin 183 cm 88 kg
8:36:55 49A.
Méd.: aucun

Motif du test :
Historique médical:

Médecin opérateur: Dr LAPORTE Thierry Médecin traitant: DR
Infirmière: Type d'épreuve: Epreuve sur cycloergomètre
Commentaire:

40W/40W 3min :
FC max. : 187 /min
TA maximale: 190
170: 2.73 W/kg Ch
Critères d'arrêt: l
Résumé: ECG de
(>20%). Réponse
repos - réponse nor
Modifications du s
normal.
Conclusion: EXCI
EFFORT
N° de localisation:

Phase	Palier	Durée pa	Charge (W)	tours (tpm)	Charge (METS)	FC (/min)	TA (mmHg)	FCxTA (*100)	ESV (/min)
PRE-TEST		00:08	0	0	1.0	78	125/75	97	0
EFFORT	PALIER 1	03:00	40	66	2.5	96	140/75	134	0
	PALIER 2	03:00	80	68	4.1	104	140/75	145	0
	PALIER 3	03:00	120	68	5.6	123	155/80	190	0
	PALIER 4	03:00	160	76	7.2	141	165/80	232	0
	PALIER 5	03:00	200	82	8.7	164	170/80	278	0
	PALIER 6	03:00	240	84	10.3	184	190/80	349	0
	PALIER 7	00:01	240	84	10.3	187			0
RECUP.	RECUP1	02:00	0	0	1.1	131	175/80	229	1
	RECUP2	01:02	0	0	1.1	109	140/80	152	0

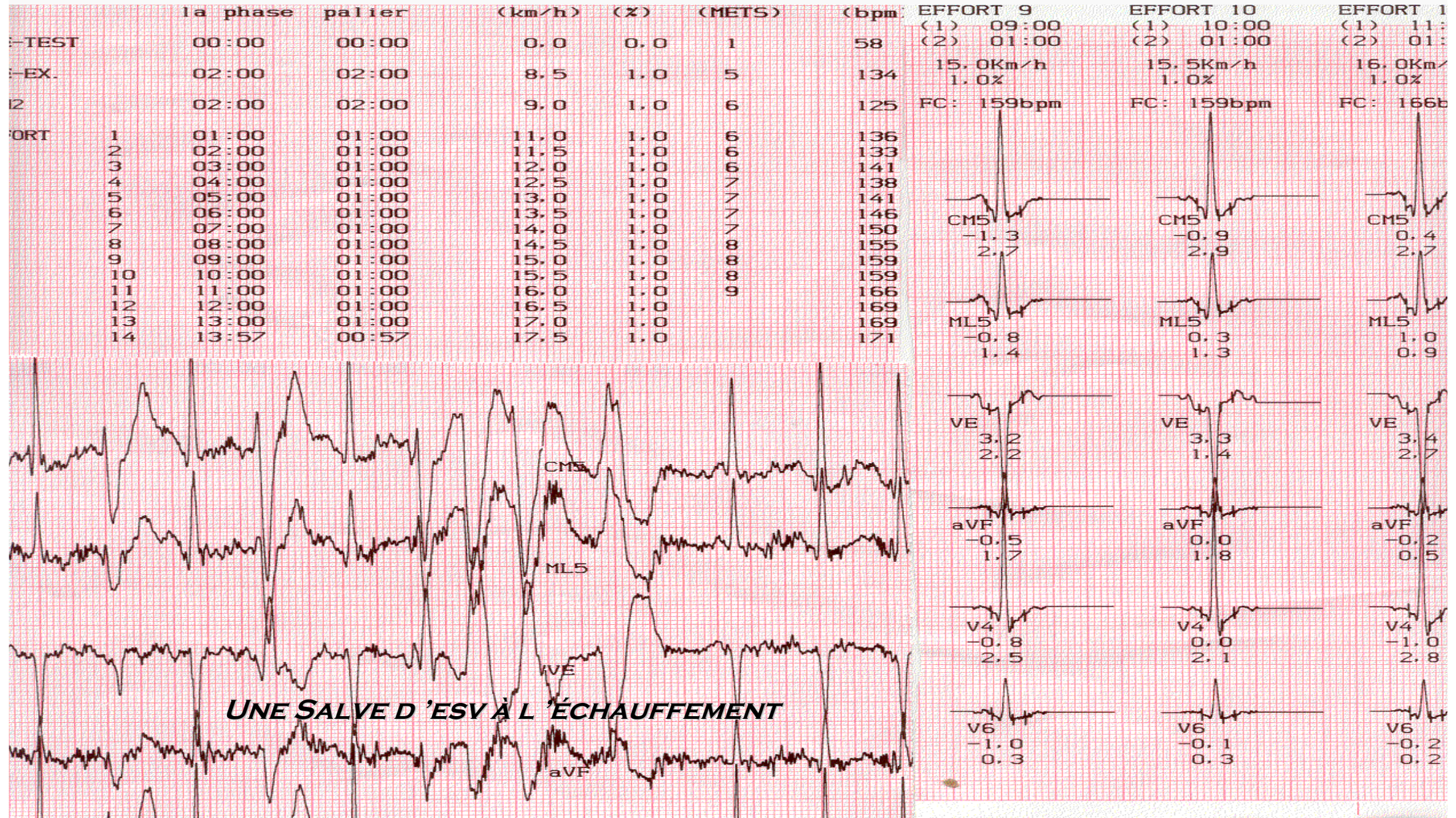
Mr C option « jogging »

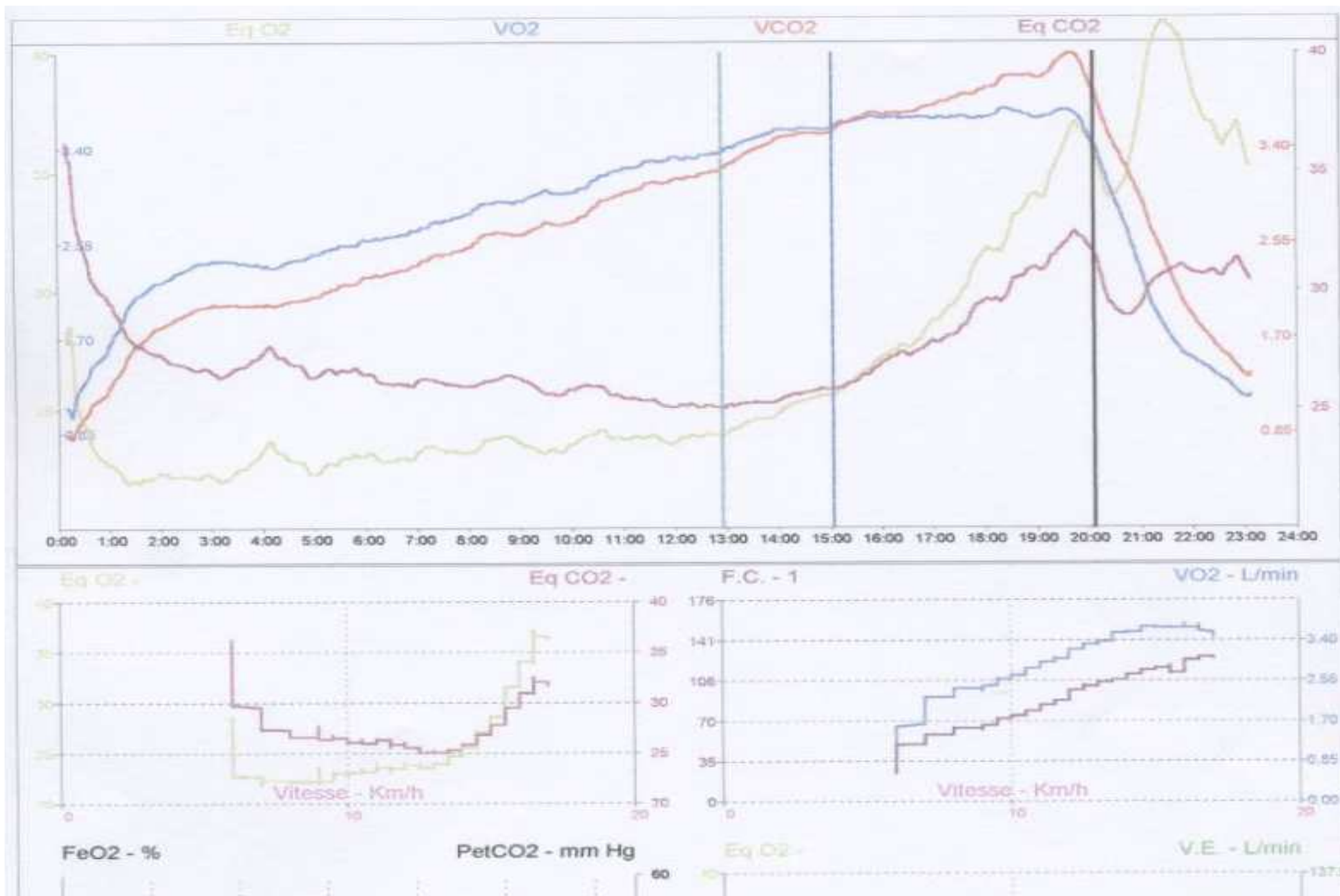
- Poids 88 kg
 - or dépense = 1Kcal/kg /km
- Donc : $1500 \text{ Kcal} = 1500 / 88 = 17 \text{ kms /semaine}$
- Zone de travail 150 / 155 /min
- Hypothèse : 8 Km/H à cette Fc
- Donc :
 - Trois fois 45 min par semaine
 - Ou Deux fois 1h 10

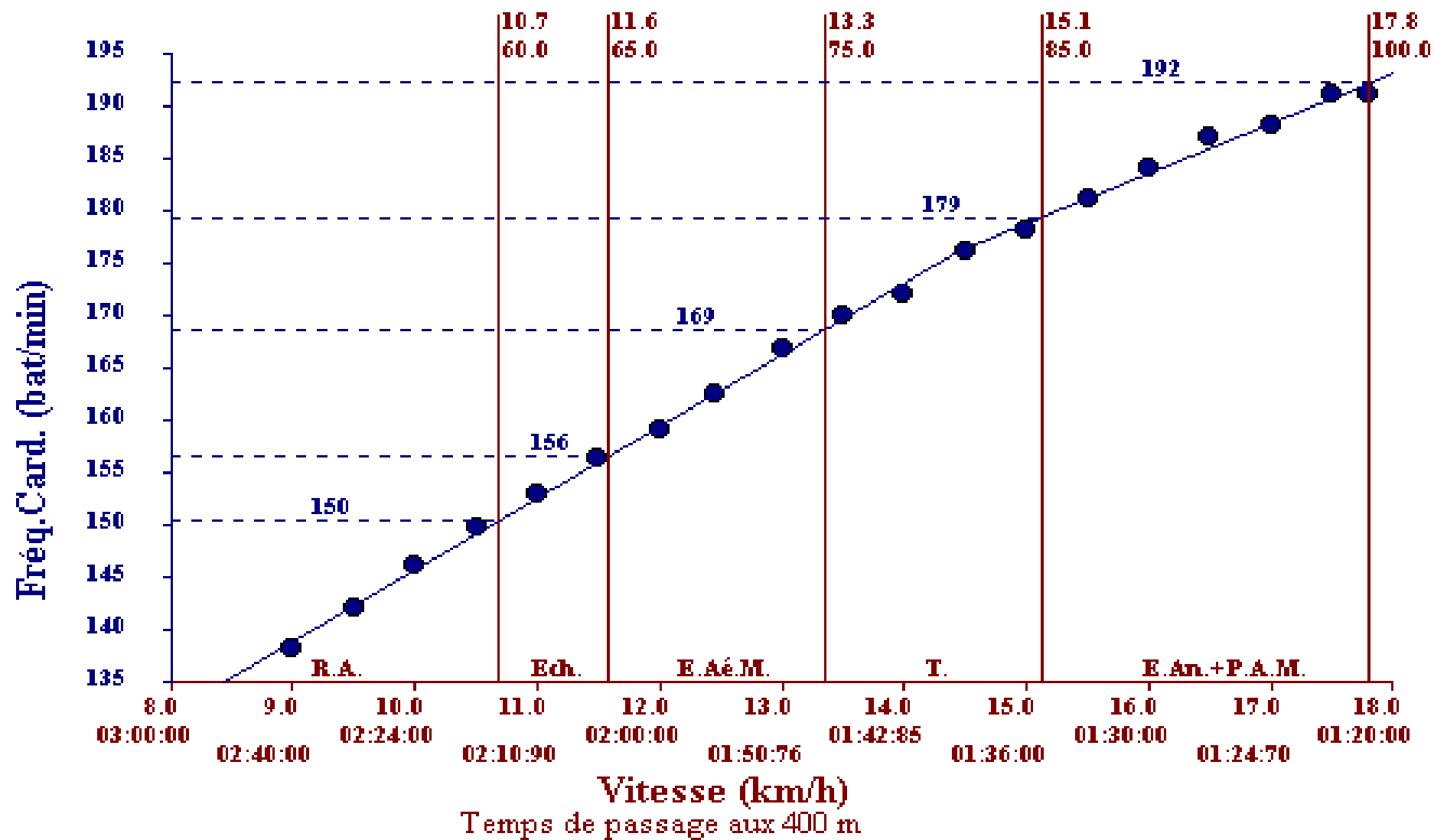
MR R. 11/00 .. TEST SUR TAPIS ROULANT PROTOCOLE « C.A.PIED »

ARRÊT BETA - DEPUIS 21 JOURS

FCMAX 173/MN ...ESV ÉCHAUFFEMENT PUIS DISPARITION (FC > 130 /MN)

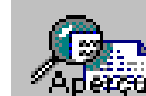






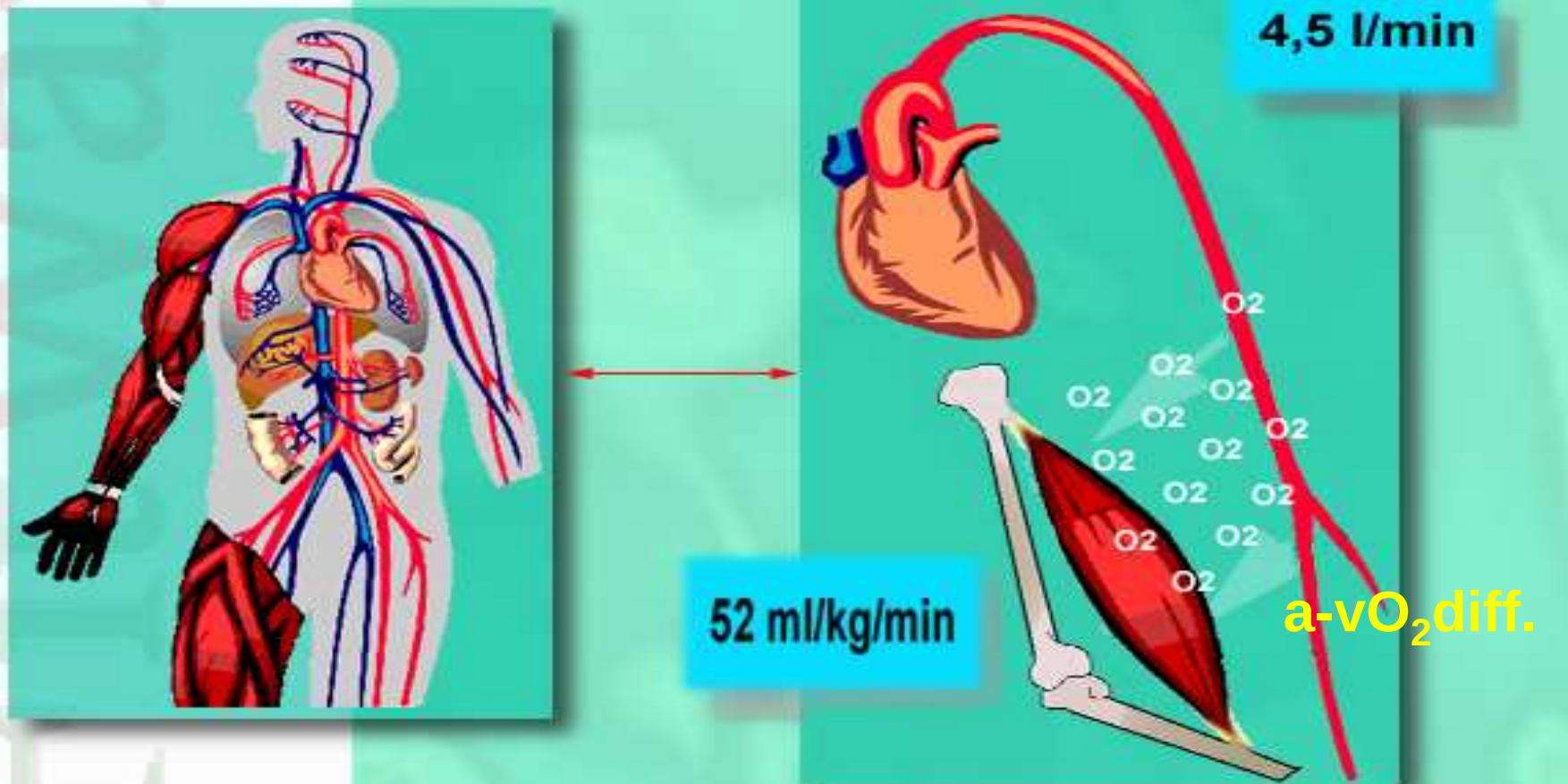
$$FC1 = 6.808 * Vit + 77.623 \quad r = 0.999$$

$$FC2 = 4.799 * Vit + 106.629 \quad r = 0.992$$



$$VO_2 = Q \times a-vO_2 \text{ difference}$$

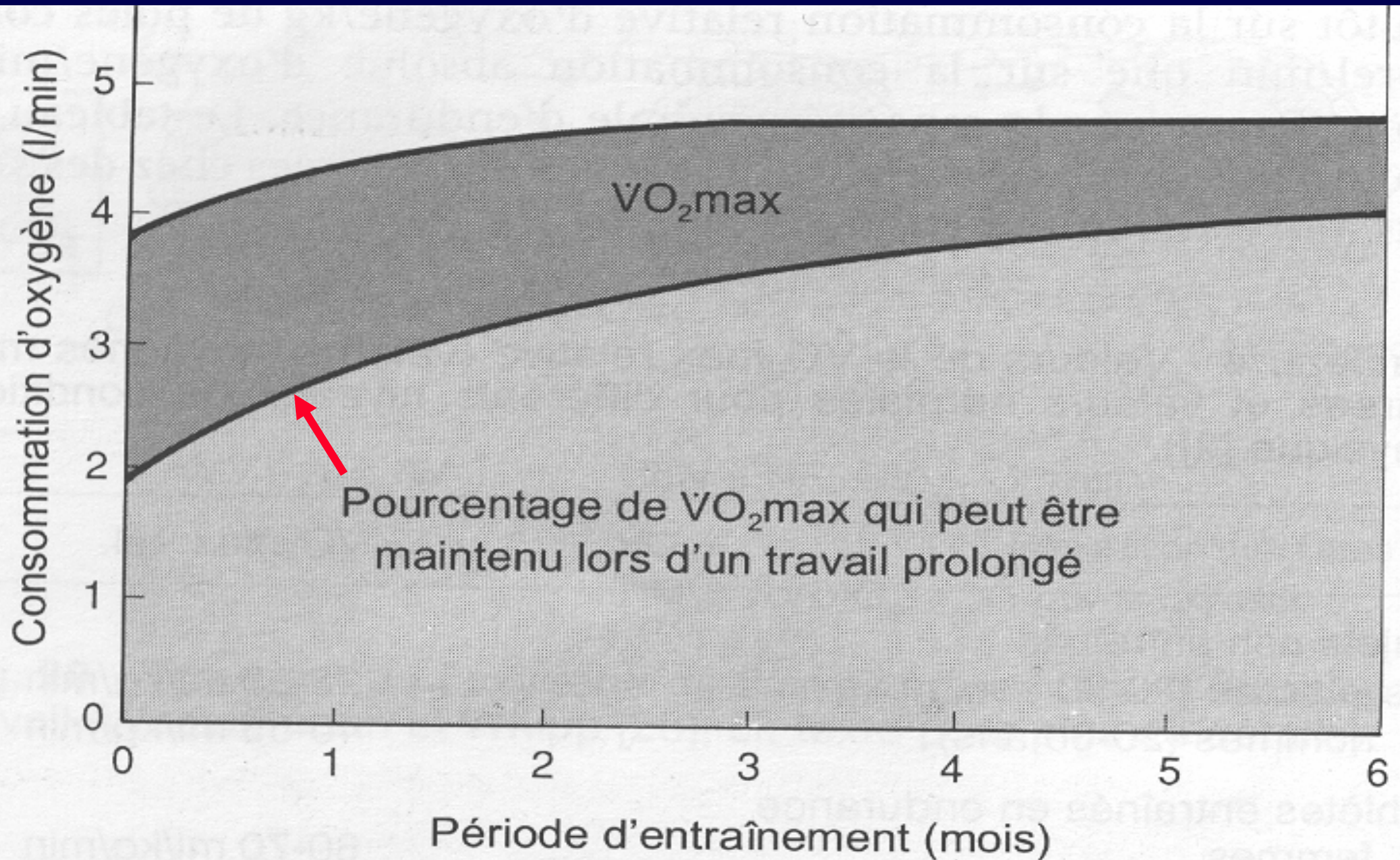
$$Q = FC \times VES$$



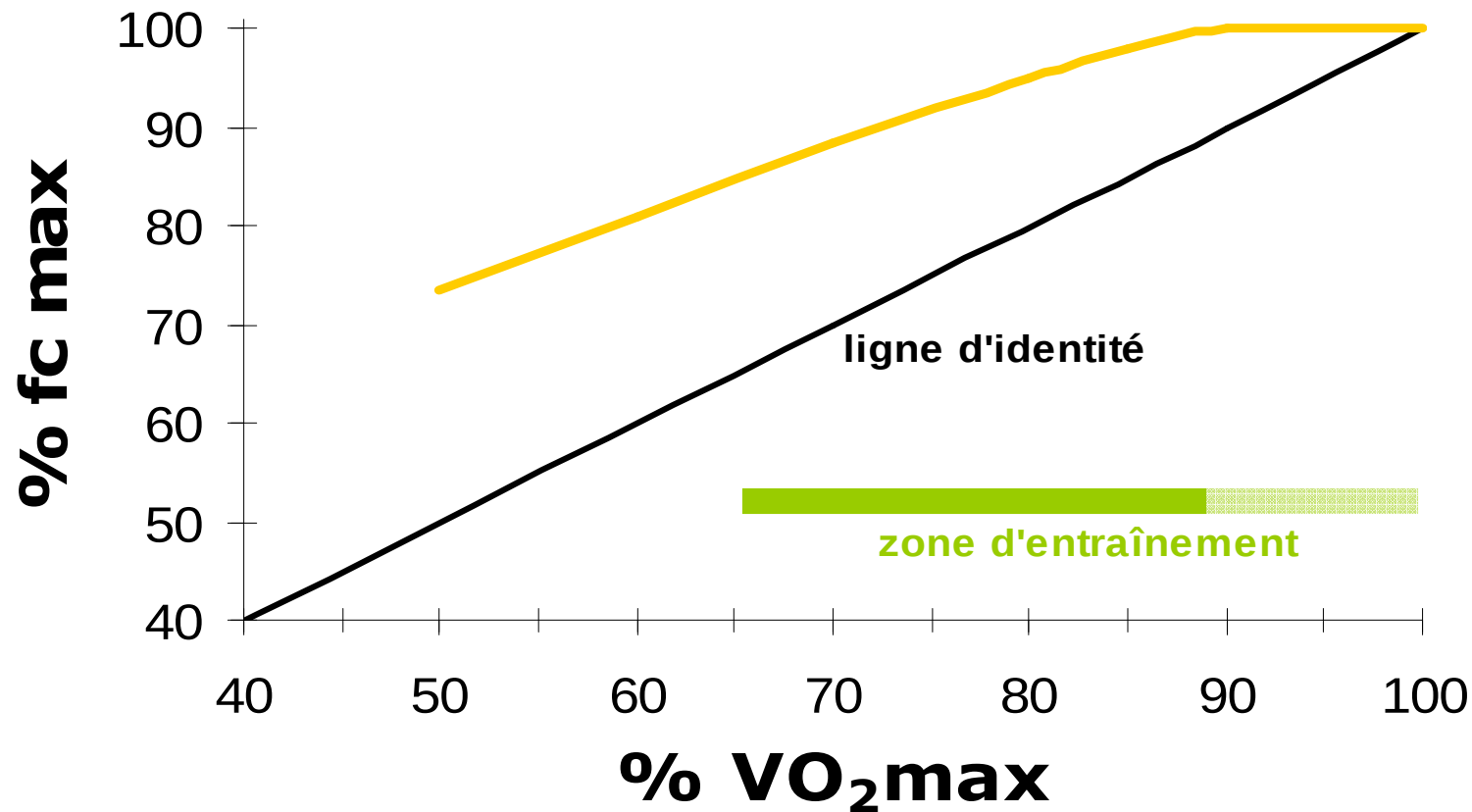
A PARTIR DE 60 % de VO_{2m} :

$$\% \text{ de } VO_{2max} = \% \text{ de } F_{cmax} \times VES_{max} \times DAV_{max}$$

L'ENTRAÎNEMENT « AU SEUIL » AMÉLIORE LE NIVEAU D'ENDURANCE



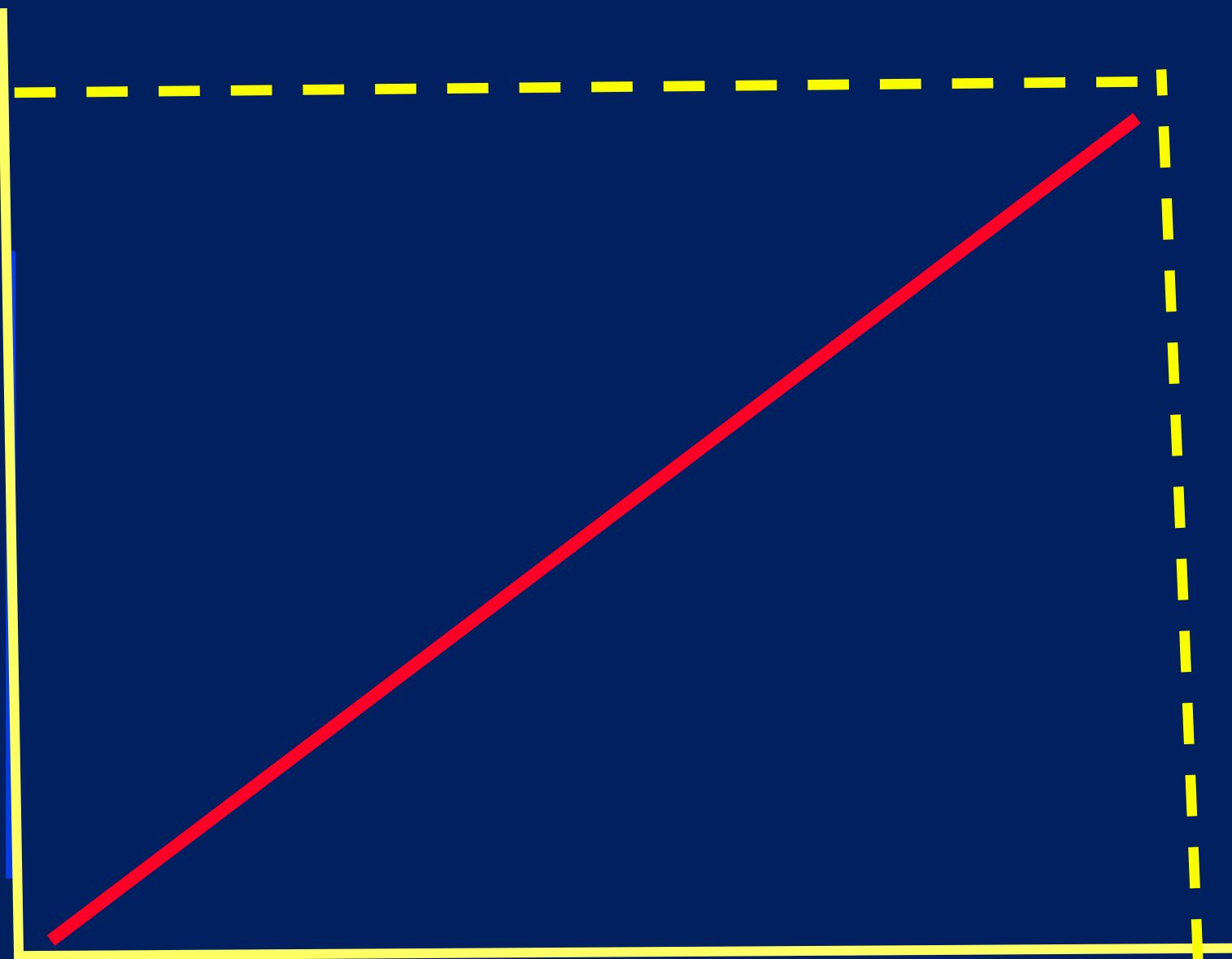
Contrôle de l'intensité au moyen de : La Fréquence Cardiaque



Adapté de Léger. Entraînement, surentraînement, désentraînement. AREAPS, Cestas, 1994

% de
F_cmax

% DE VO₂ MAX



Les APS sollicitant plus de 50 % de la VO2max....

A

B (> 50 % VO2MAX)

C (>70%)

Composante	Dynamique faible	Dynamique moyenne	Dynamique forte
Isométrie faible	Billard Bowling Cricket Curling Golf Tir	Base-ball Tennis de table Tennis en double Volley-ball	Badminton Ski de fond (technique classique) Hockey sur gazon ★ Course d'orientation Marche (athlétisme) Squash Course de fond Football ★ Tennis (simple)
Isométrie moyenne	Tir à l'arc Course automobile ★⊗ Plongeon ★⊗ Motocyclisme ★⊗ Équitation ★⊗	Escrime Sauts (athlétisme) Patinage artistique ★ Football américain Rugby ★ Course de vitesse Surf ★⊗ Natation synchronisée ⊗	Basket-ball ★ Hockey sur glace ★ Ski de fond (pas du patineur) Course de demi fond Natation Handball
Isométrie importante	Luge, bobsleg ★⊗ Lancers (athlétisme) Gymnastique ★⊗ Judo, karaté ★ Voile Escalade ★⊗ Ski nautique ★⊗ Haltérophilie ★⊗ Planche à voile ★⊗	Body-building ★⊗ Ski de descente ★⊗ Lutte ★	Boxe ★ Canoë-kayak Cyclisme ★ Décathlon Aviron Patinage de vitesse

★ Risque de traumatisme

⊗ Risque lié à l'environnement en cas de syncope.

D'après Mitchell 1994, modifié par Brion 1998