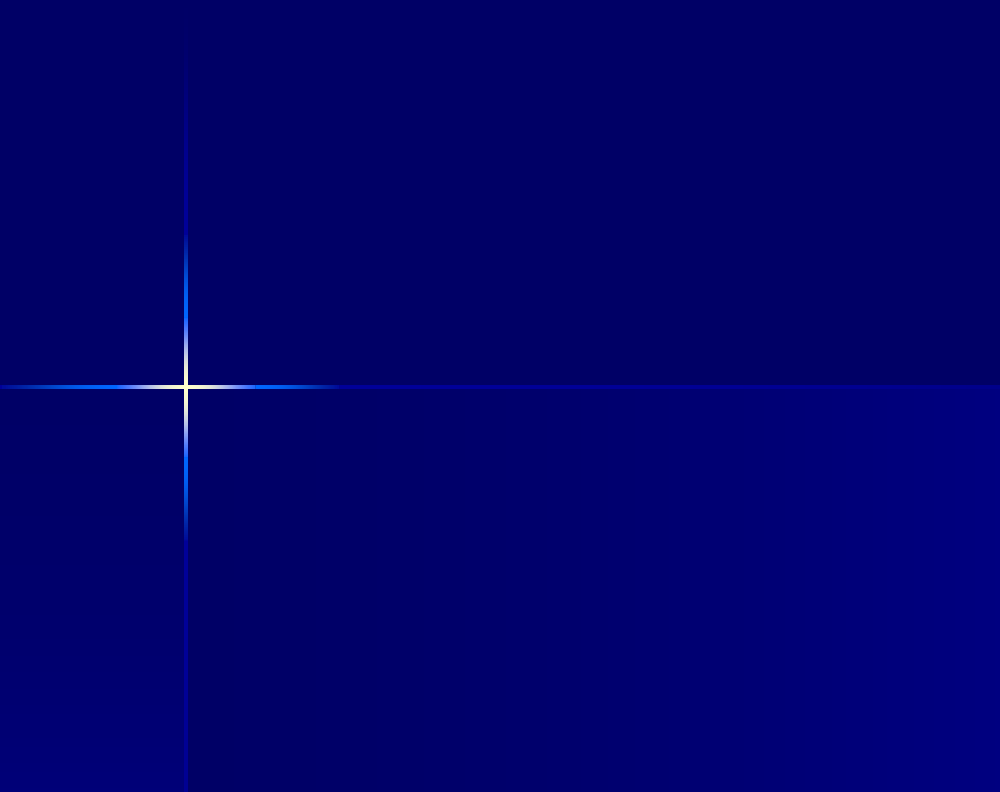


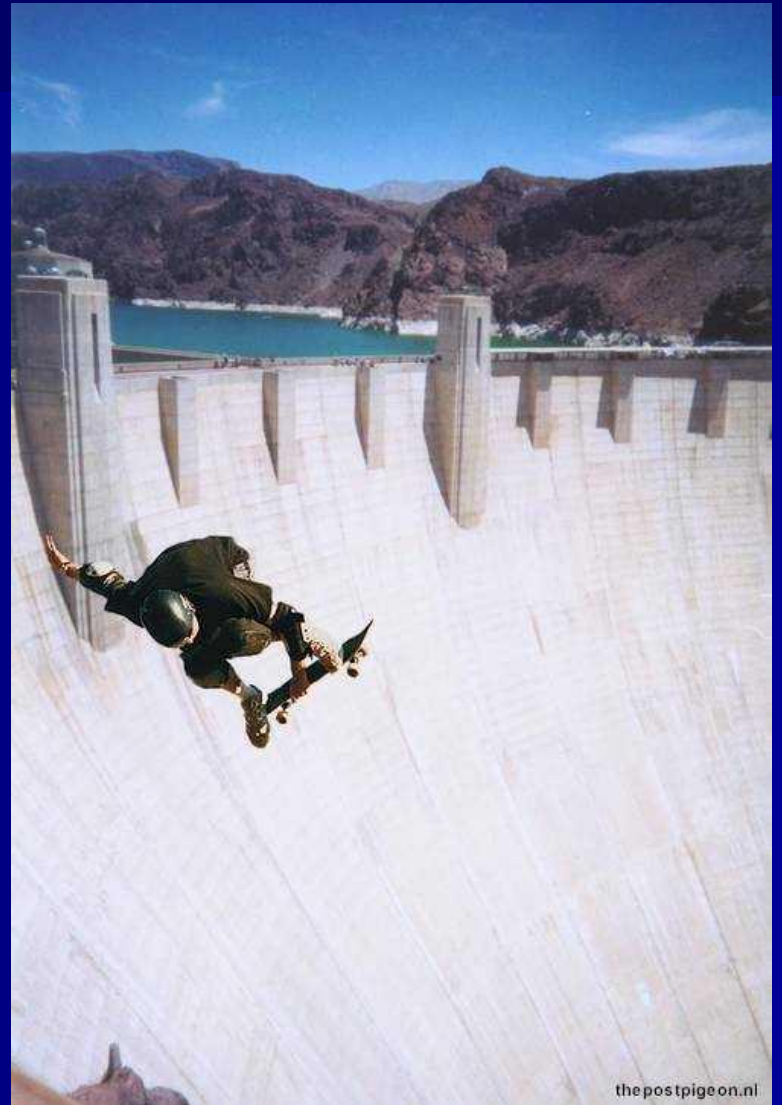
# CŒUR EN SITUATION EXTREME

**Dr Jean Michel GUY  
(Saint Etienne)**



[WWW.clubcardiosport.com](http://WWW.clubcardiosport.com)





# EXTREME ?

- **Situation inhabituelle**
- **Le sujet approche ses limites :**
  - physiologiques**
  - physiques**
  - psychologiques**



# QUI EST CONCERNE ?

## ■ SPORTIFS

*ultra-endurance, alpinistes, navigateurs, plongeurs,*

## ■ SCIENTIFIQUES

*espace, glace, caisson hyperbare*

## ■ *Simple* VOYAGEURS

*mal acclimatés, treks*



# CONTRAINTES des sports extrêmes

- Extrême par : l'activité

*le type d'exercice*

*son intensité*

*sa durée*

*sa répétition*

*son environnement*





# CONTRAINTEs des sports extrêmes

## ■ Extrême par : le sujet lui-même

*son âge*

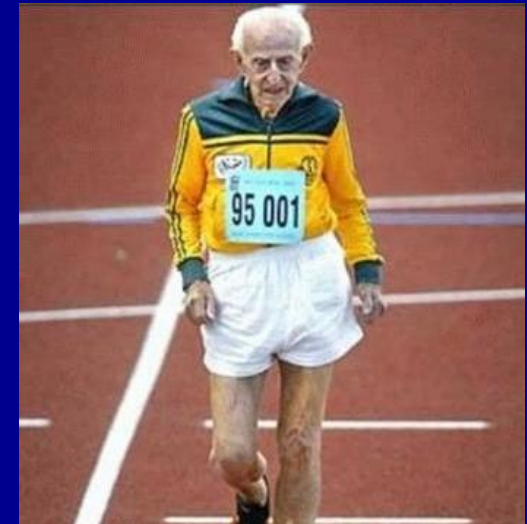
*son passé sportif*

*son niveau de préparation*

*son mental*

*ses objectifs*

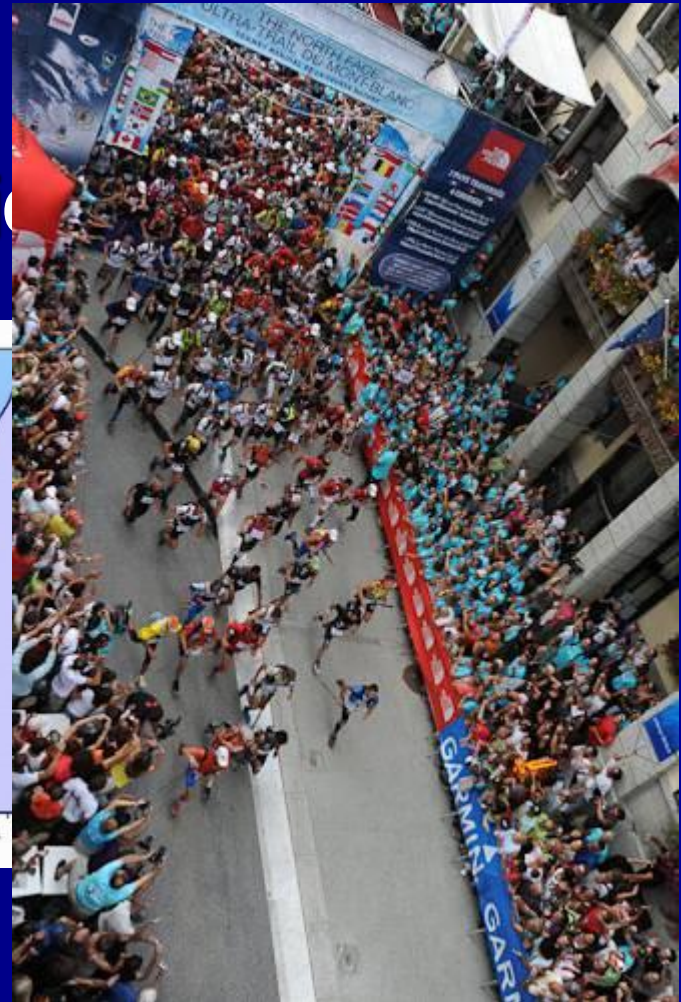
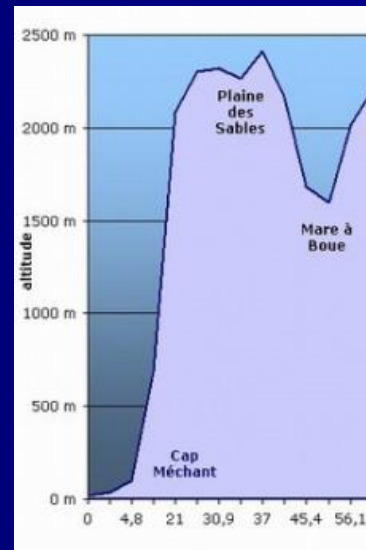
*ses pathologies*





# Ultra-endurance

- Effort > à 6 heures
- Environnement particulièrement difficile
  - Dénivelé
  - Météo
  - Alimentation
  - Sommeil
  - Portage

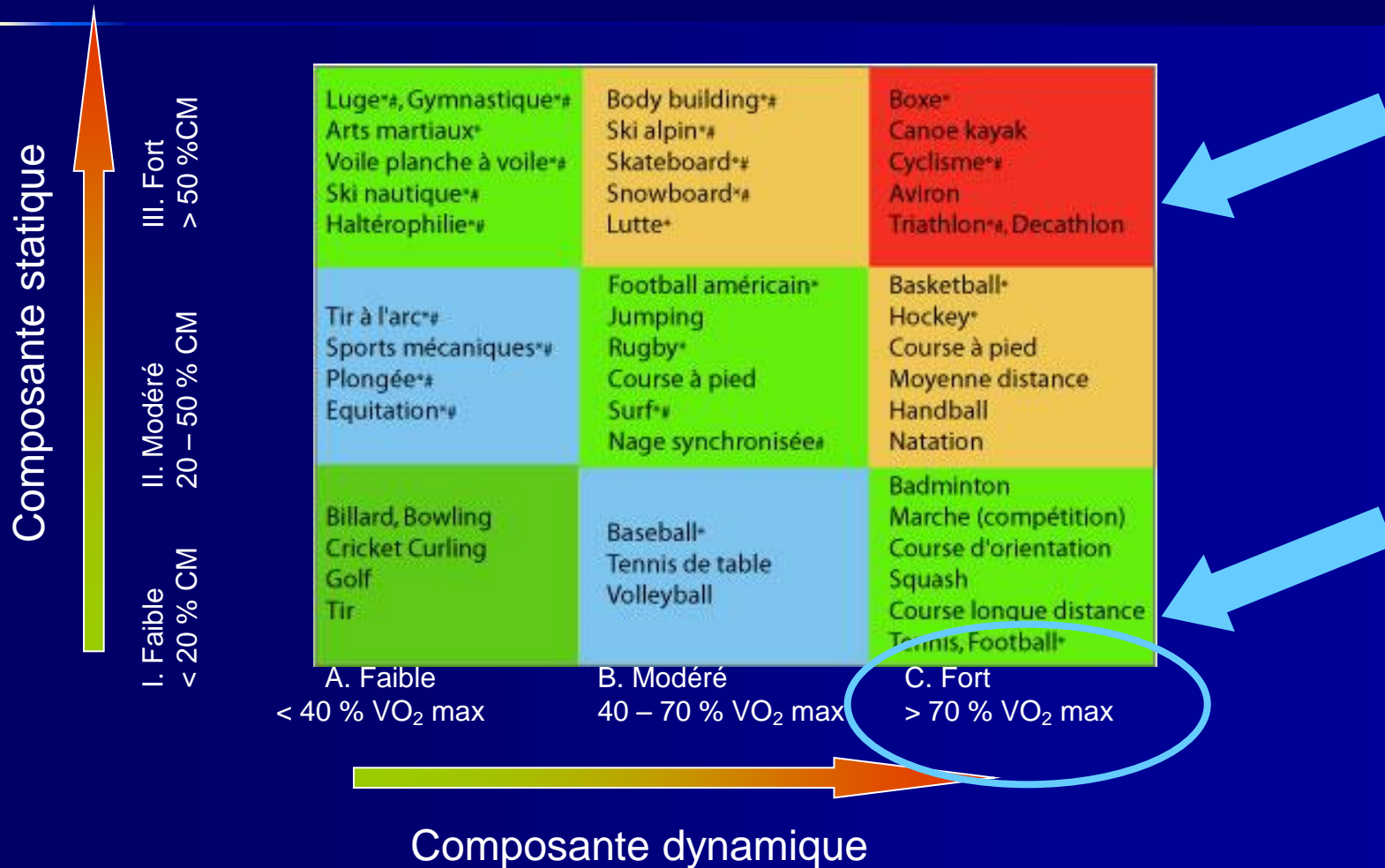


- Pourquoi je n'ai pas (forcément) peur !





# Classification des sports en fonction des composantes statiques ou dynamiques (d'après Mitchell et al)



# Facteurs limitants l'effort



VO<sup>2</sup> MAX

COÛT ÉNERGETIQUE

# Différence

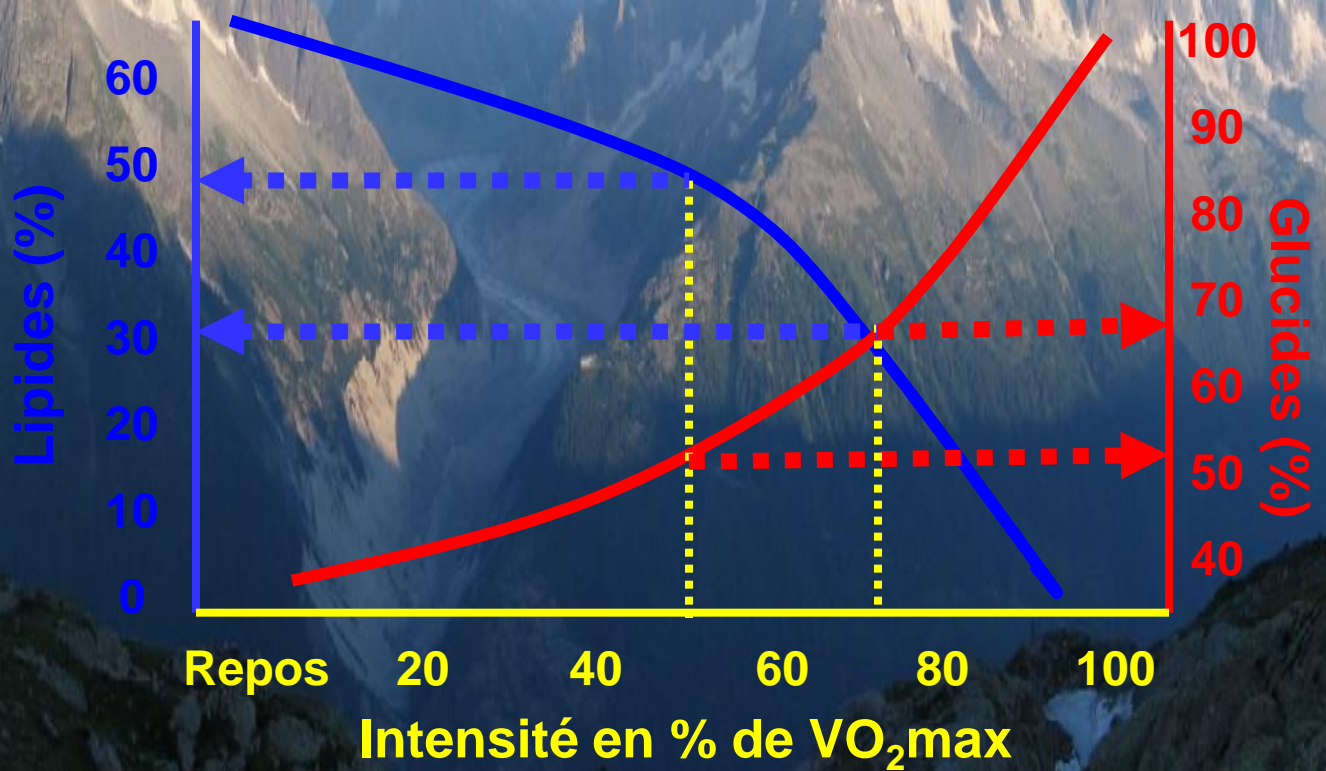
## Marathon / ultra-trail



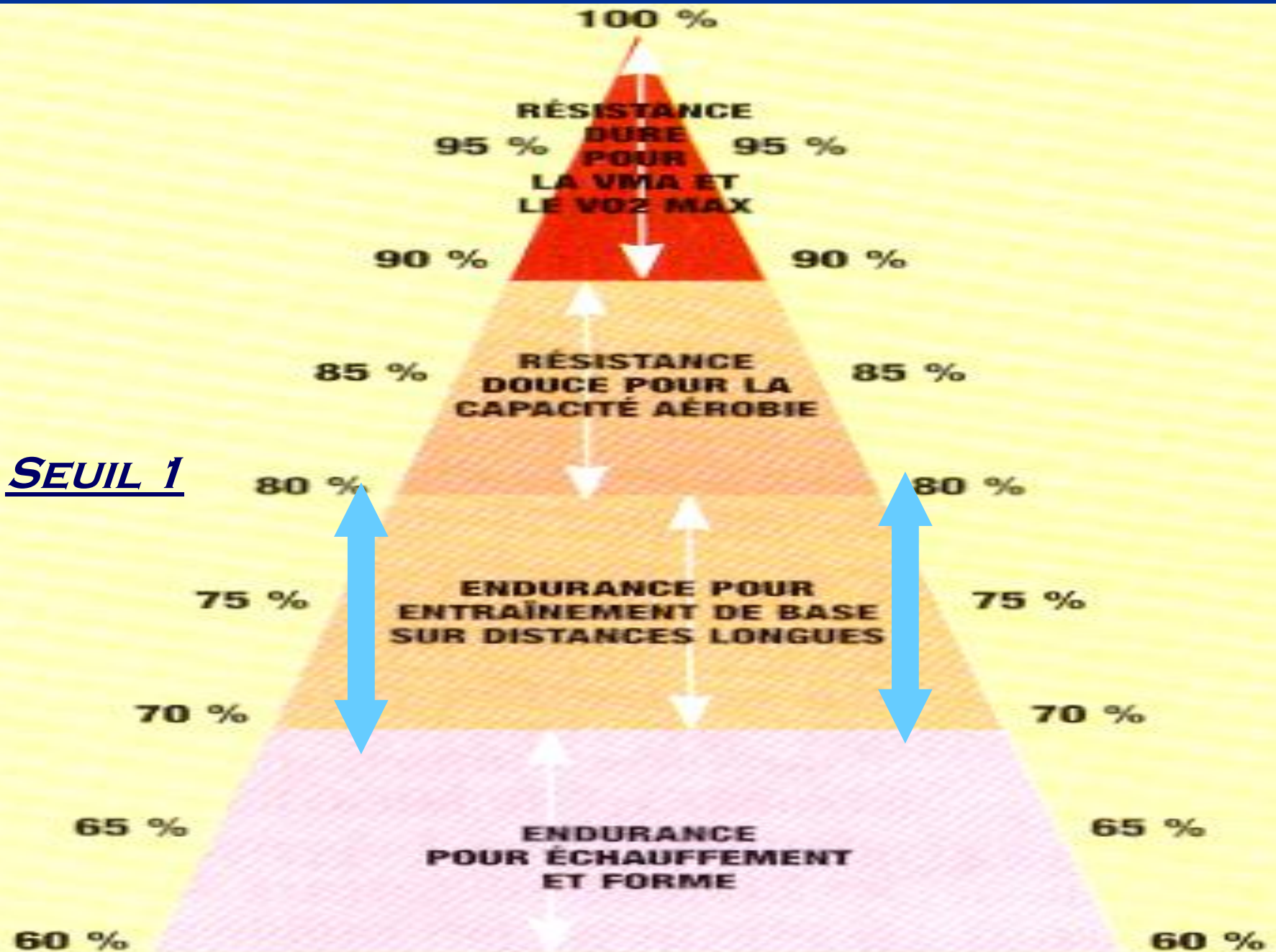
**VO<sub>2</sub>max**

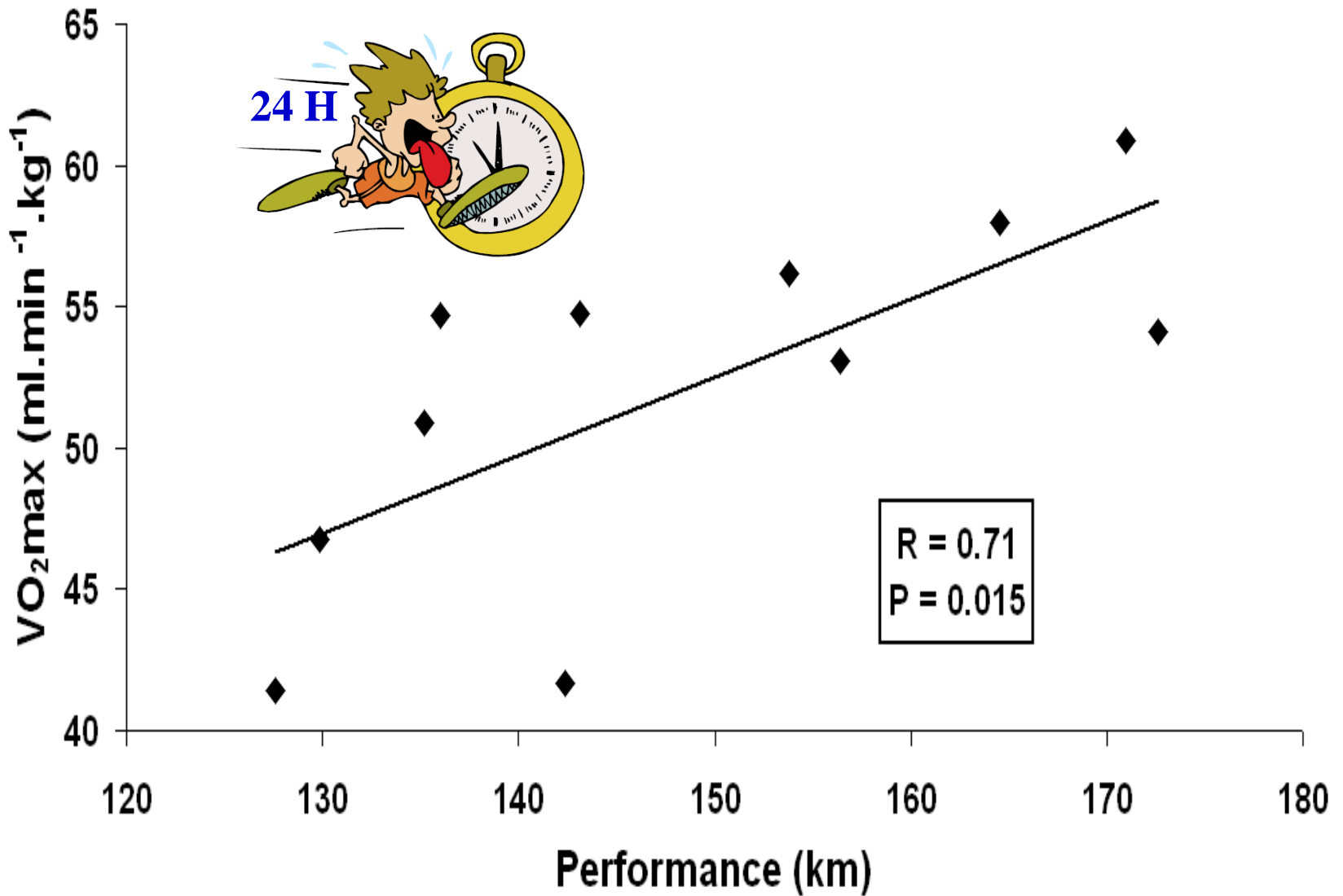
↳ ultra-marathon bcp plus long donc VO<sub>2</sub>max bcp moins important ?

Effets sur VMA ascensionnelle entre  
1400 m/heure vs. 2000 m/h  
(50% vs. 72% de VMA !)

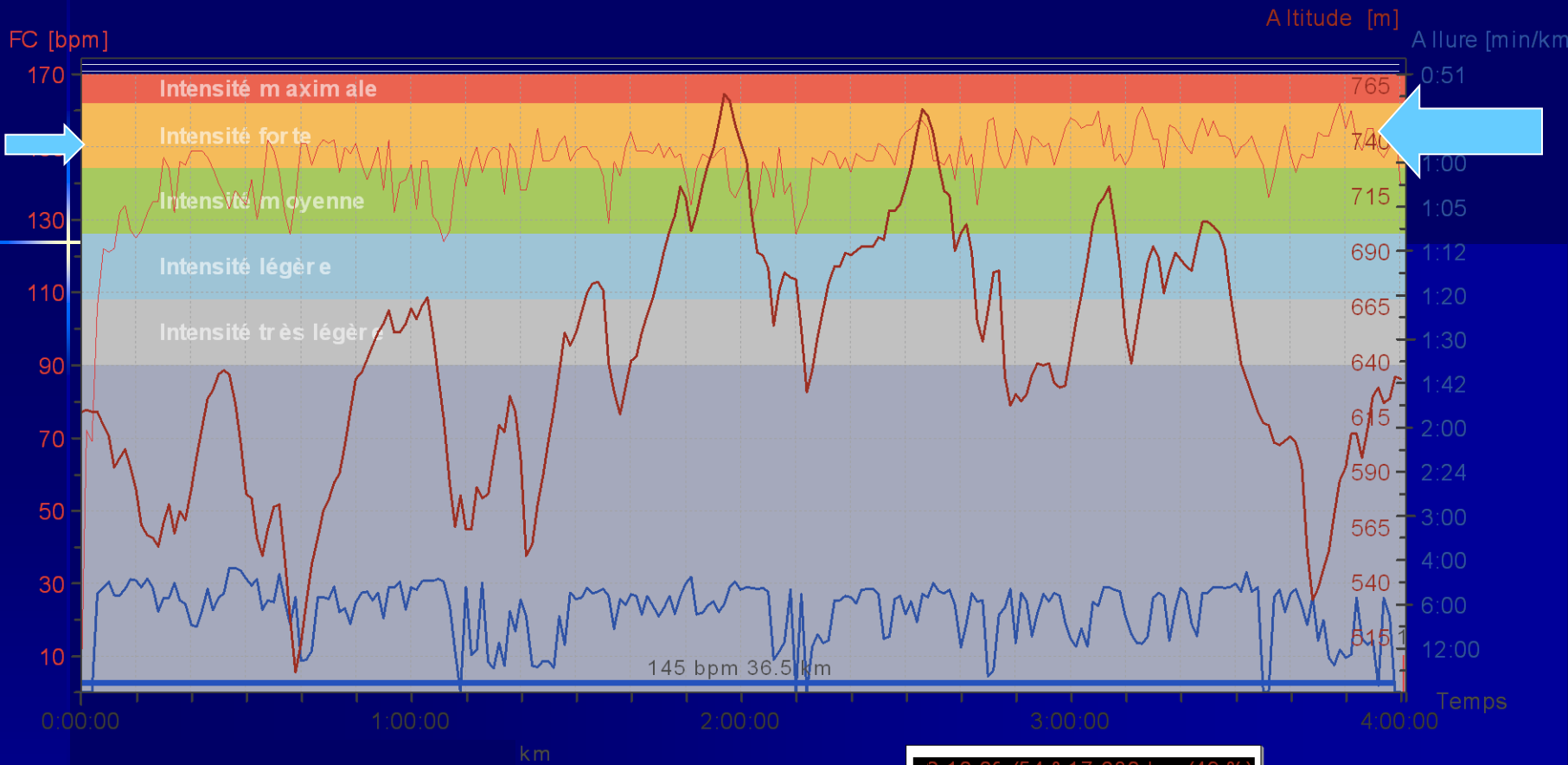


# Par rapport à la FC maximale réelle

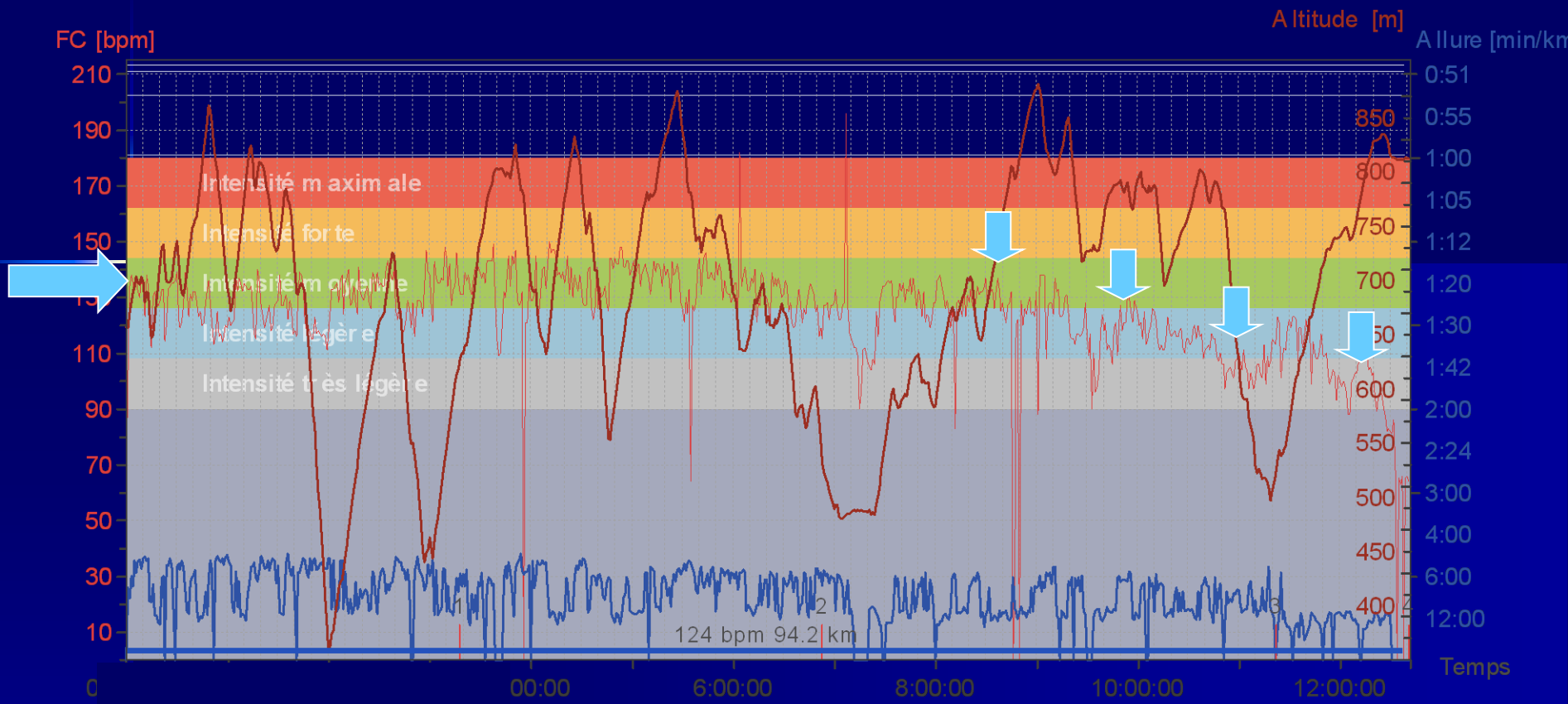




Idem Noakes *et al.* 1990, Davies & Thompson 1979

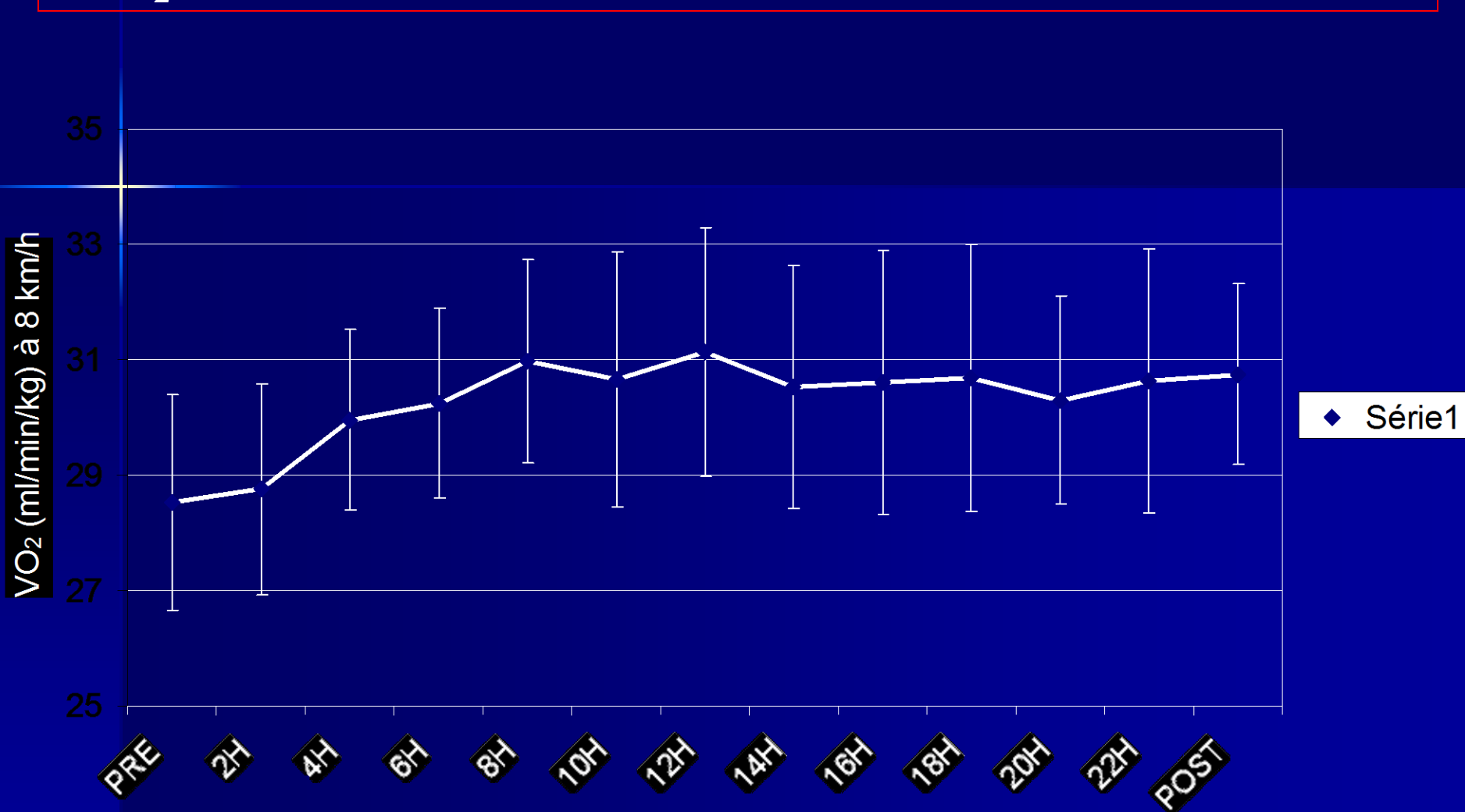


Personne		Date	01/03/2009	Fréquence cardi	145 / 162		
Exercice	BasicUse	Temps	08:30:51	Vitesse	— 6:23 / 4:15		
Sport	Course à pied	Durée	4:00:38.8	Distance	36.1 km		
Note	MONISTROL	Sélection	0:00:00 - 4:00:00 (4:00:00.0)				

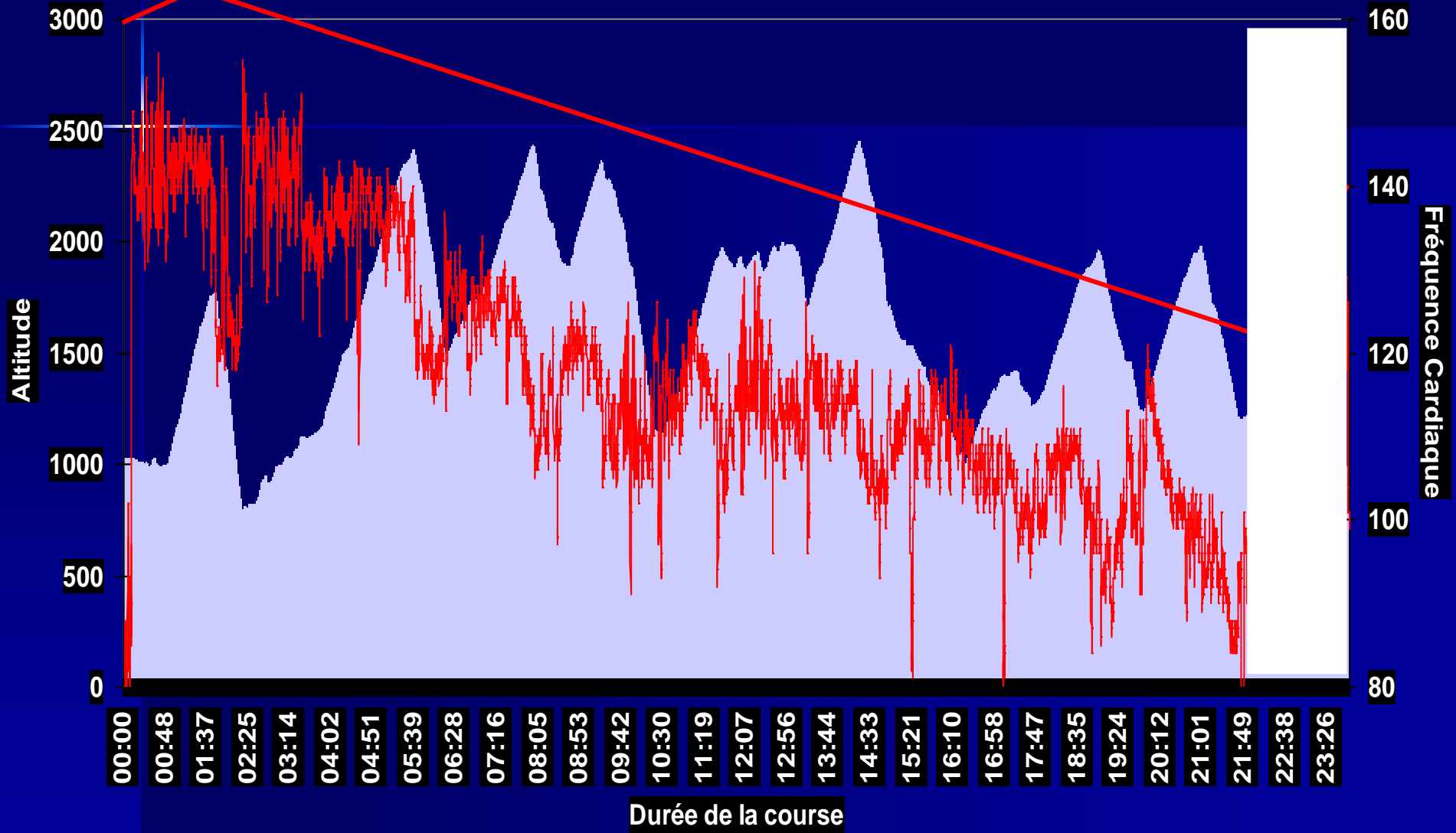


Personne		Date	09/05/2009	Fréquence card	124 / 196	
Exercice	BasicUse	Temps	06:00:20	Allure	— 7:35 / 4:43	
Sport	Course à pied	Durée	12:41:05.1			
		Distance	92.9 km			
Note				Ascension	3490 (-0.7%)	
				Sélection	0:00:00 - 12:41:00 (12:41:00.0)	

# VO<sub>2</sub> à vitesse constante: ↗ modérée et limitée aux 1<sup>ères</sup> heures



# 6<sup>ème</sup> au scratch UTMB 2007



*cerveau*

*VO<sub>2</sub>max*

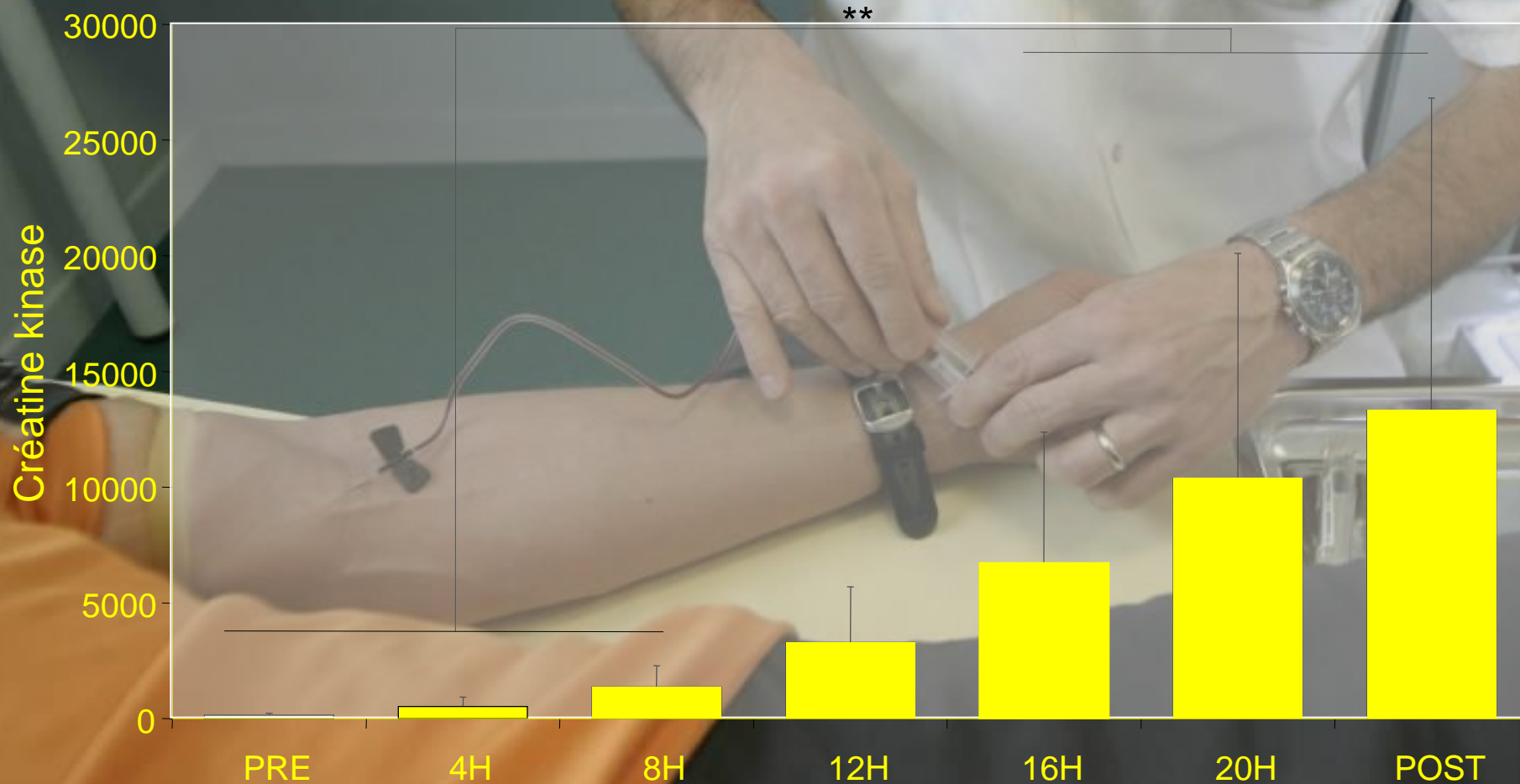


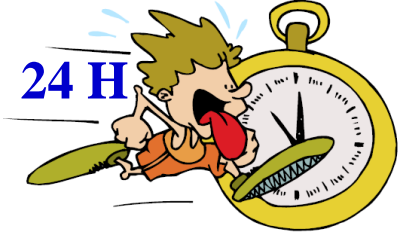
*cœur*

*muscles*



# Marqueurs sanguins des dommages musculaires





# Grande variabilité dans les dommages musculaires

Résistance sans doute en partie innée...  
...mais peut être améliorée  
par l'entraînement



Des mutants ????

La fatigue moi je connais pas !



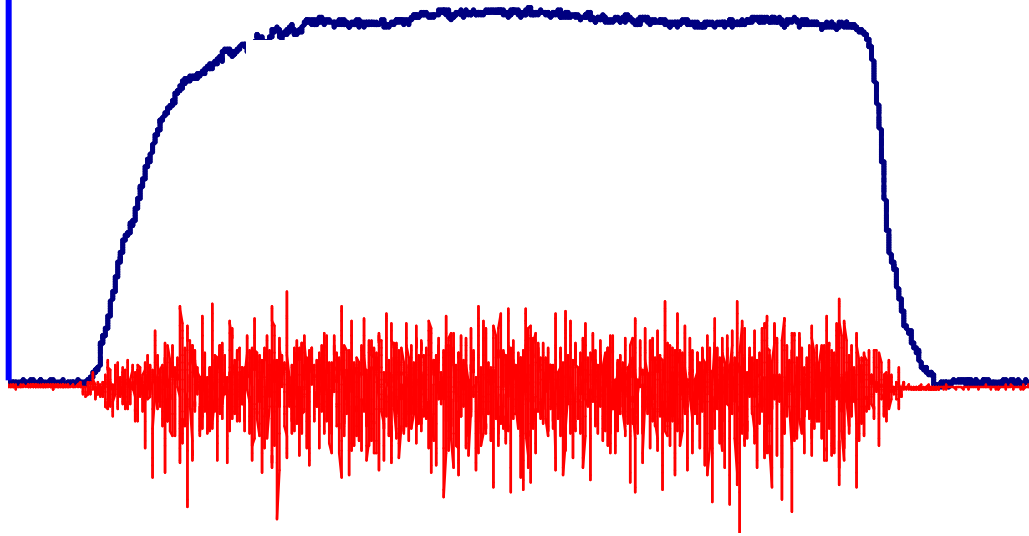
# Origine de la fatigue ?

**fatigue  
périphérique  
(musculaire)**

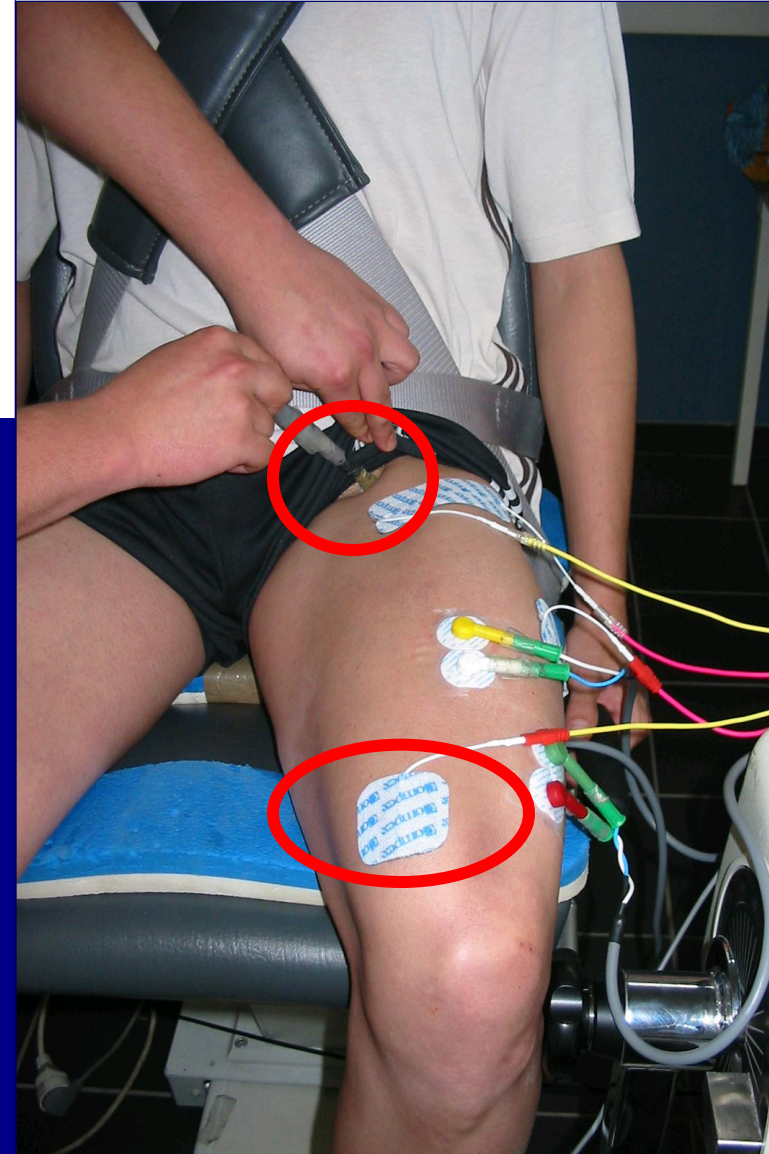


**fatigue  
centrale  
(nerveuse)**

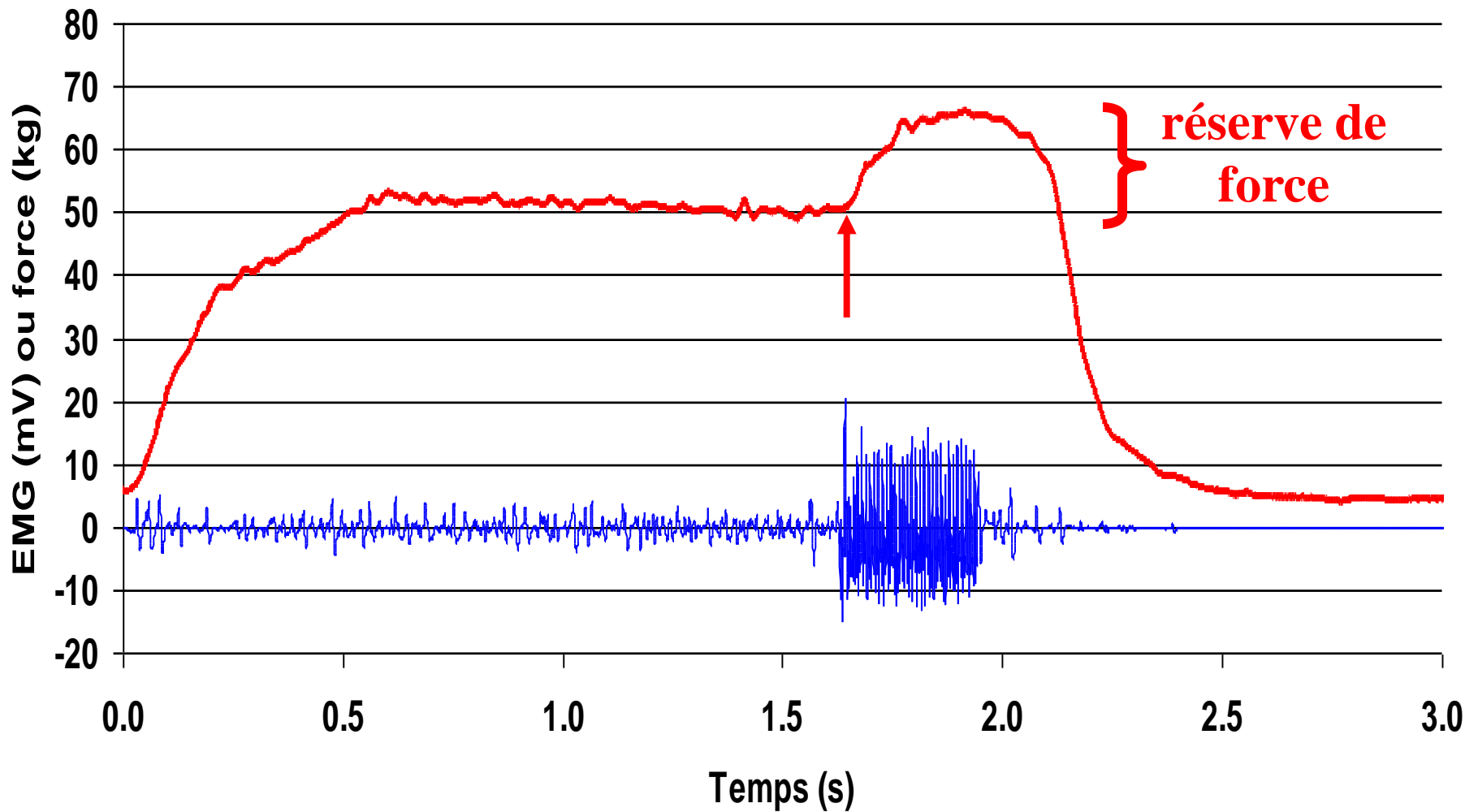
Force



Stimulation externe  
(nerf, muscle)

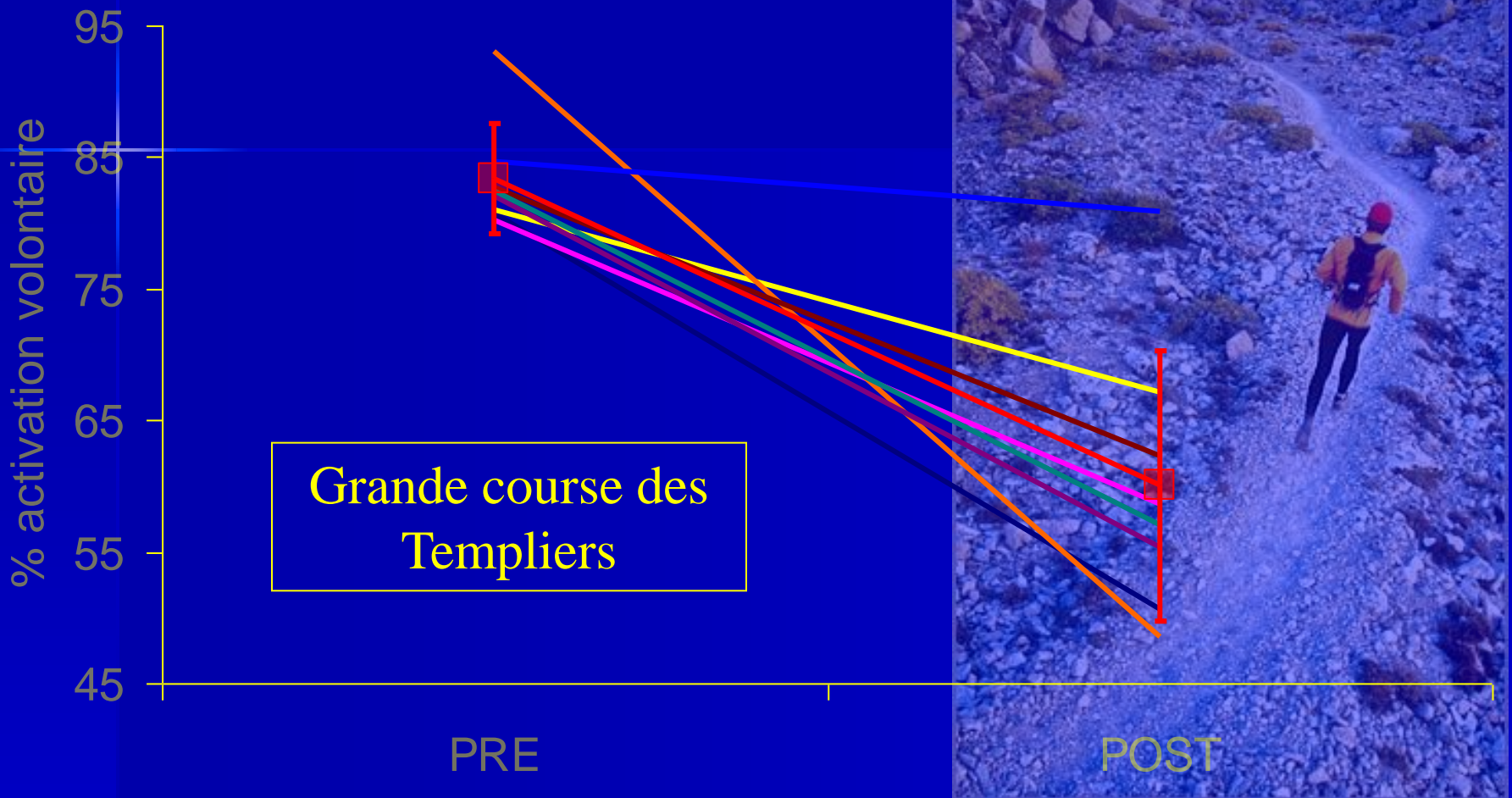


Que se passe-t-il si on  
surimpose une stimulation  
électrique ?



↗ « réserve de force » = fatigue centrale

# Fatigue centrale et ultra-trail



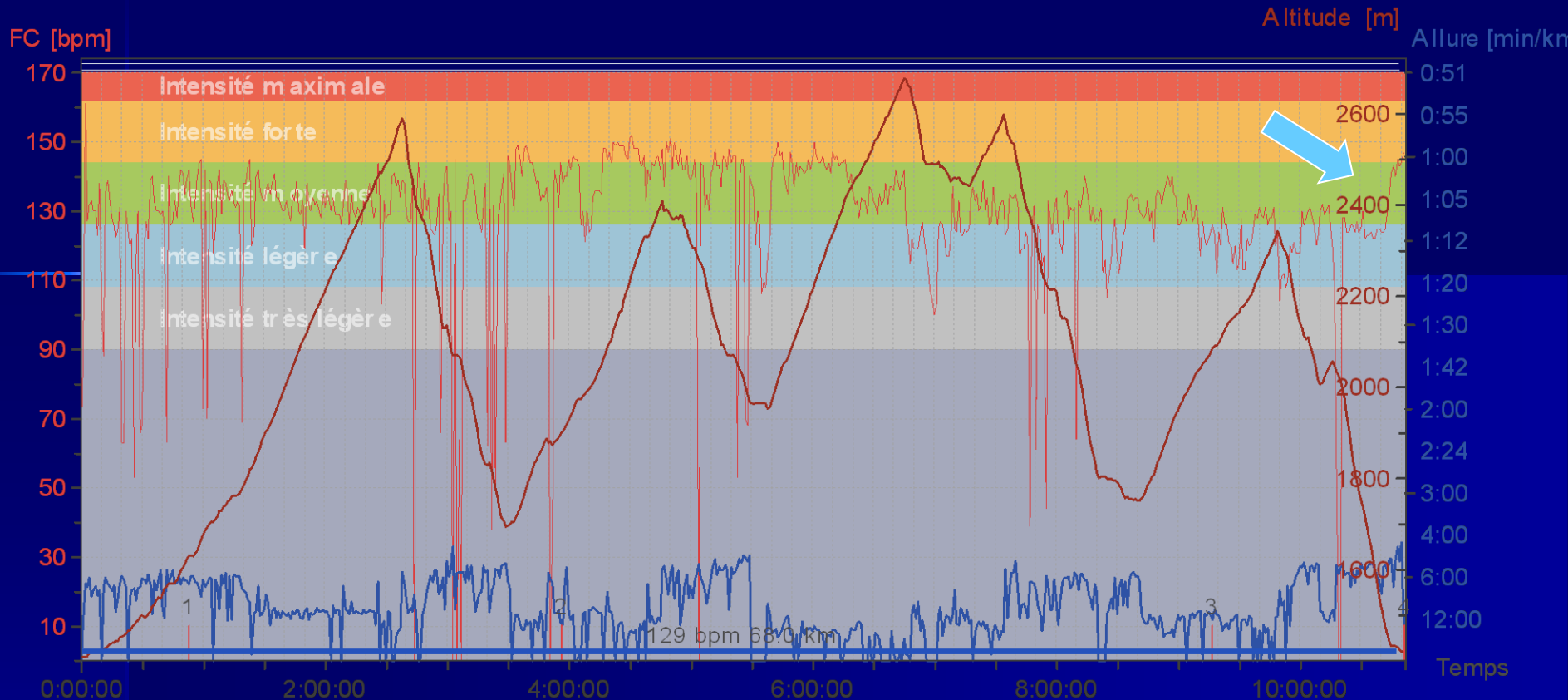
Fatigue centrale :  
~ - 25 %

# Hypothèses

- Commande centrale supérieure pour un niveau d'excitation musculaire donné
  - ↳ ↗ pénibilité de la tâche (en montée et sur le plat essentiellement)
- Douleurs : ↘ vitesse de course (en descente notamment)
- Modèle du gouverneur central (T. Noakes) : intensité régulée pour préserver l'intégrité de l'organisme en fonction de :

- ✓ expérience passée (vécu)
- ✓ sensations immédiates
- ✓ ce qu'il reste à accomplir

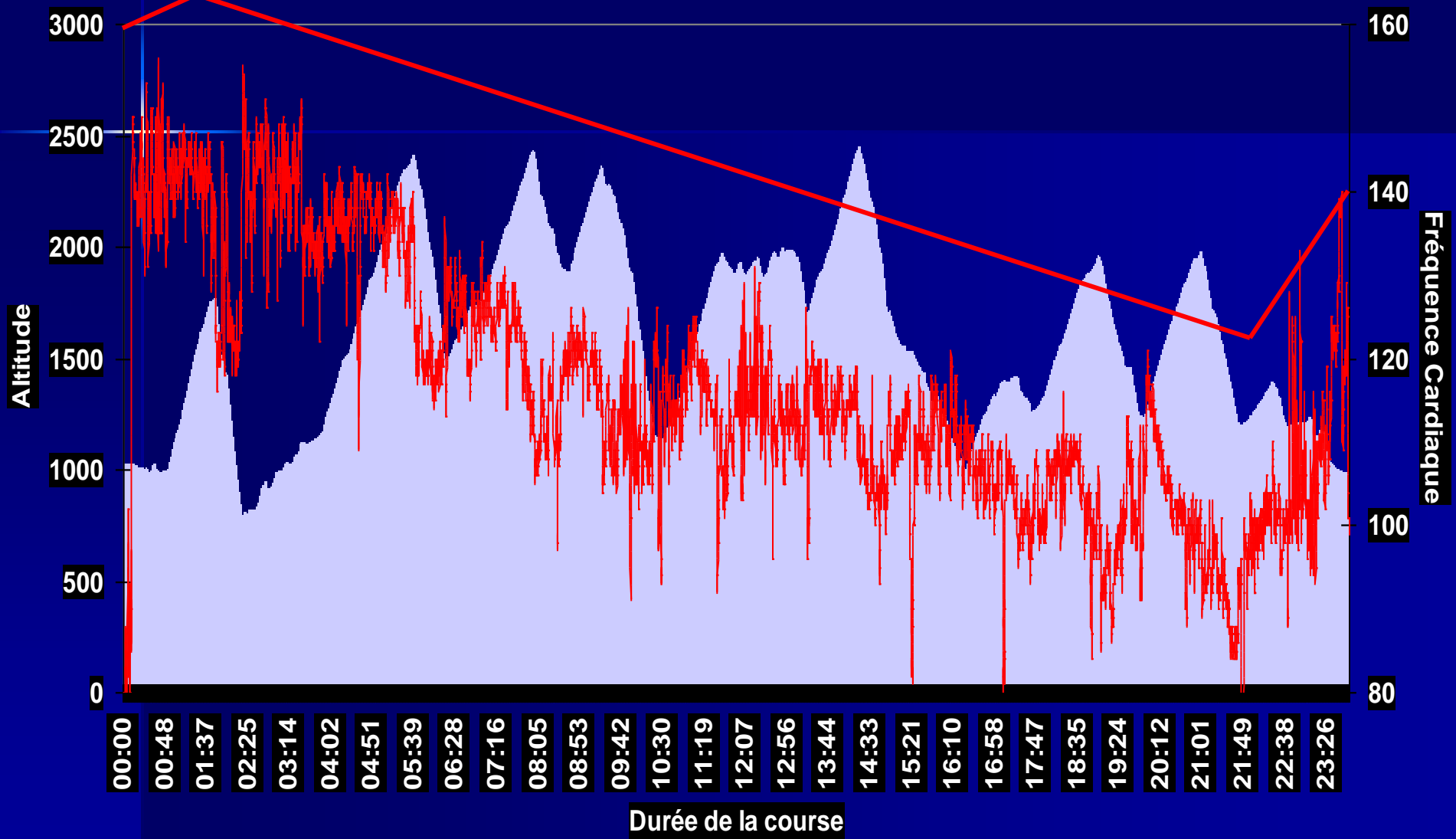




6:41:0	(62 % 33.660 kl (49 %))
0:18:0	(3 % 1.753 kl (3 %))
3:51:0	(35 % 32.490 kl (48 %))

Personne		Date	12/07/2009	Fréquence card	129 / 161	
Exercice	trail des cerces	Temps	05:00:05	Allure	— 8:49 / 4:15	
Sport	Course à pied	Durée	10:51:27.5			
		Distance	66.2 km			
Note				Ascension	3675 (-2.1%)	
				Sélection	0:00:00 - 10:51:00 (10:51:00.0)	

# 6<sup>ème</sup> au scratch UTMB 2007



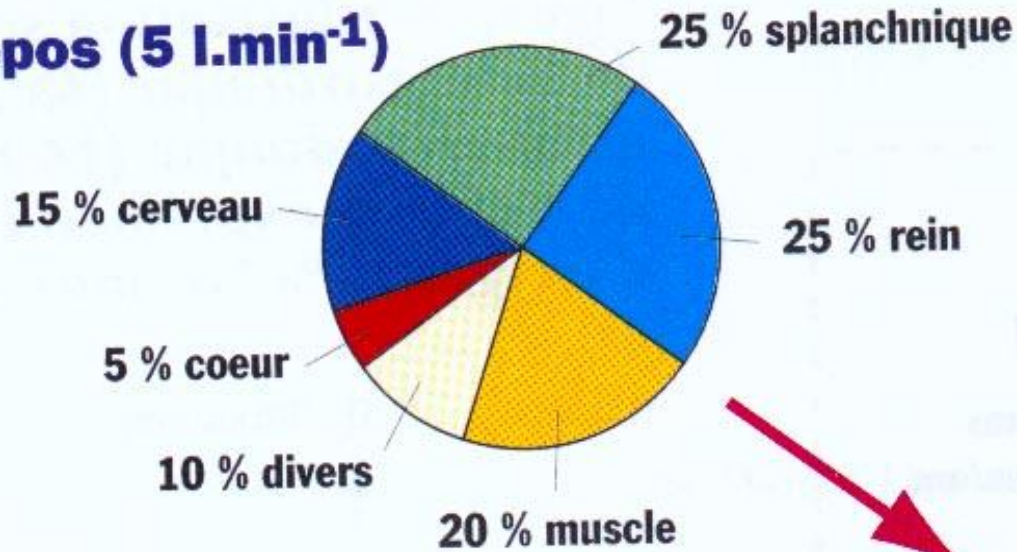
*cerveau* ⇒ *Lutte contre la fatigue centrale*



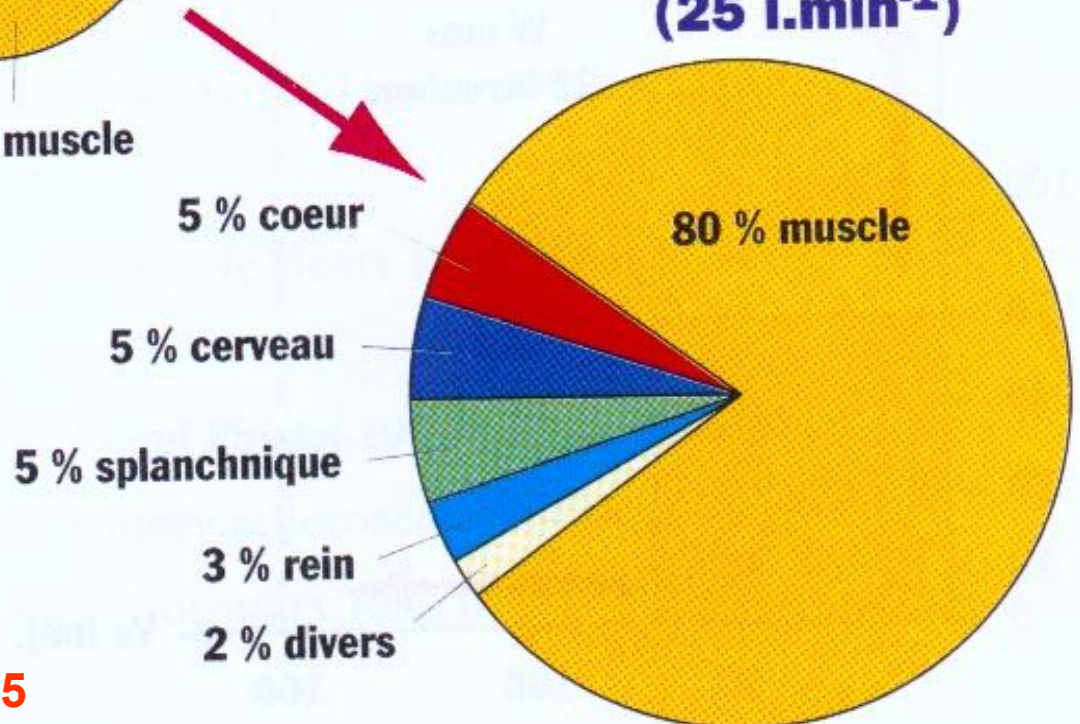
Dimage.fr

**Figure 3.** Répartition du débit cardiaque au repos et au cours de l'effort intense.

**Repos (5 l.min<sup>-1</sup>)**



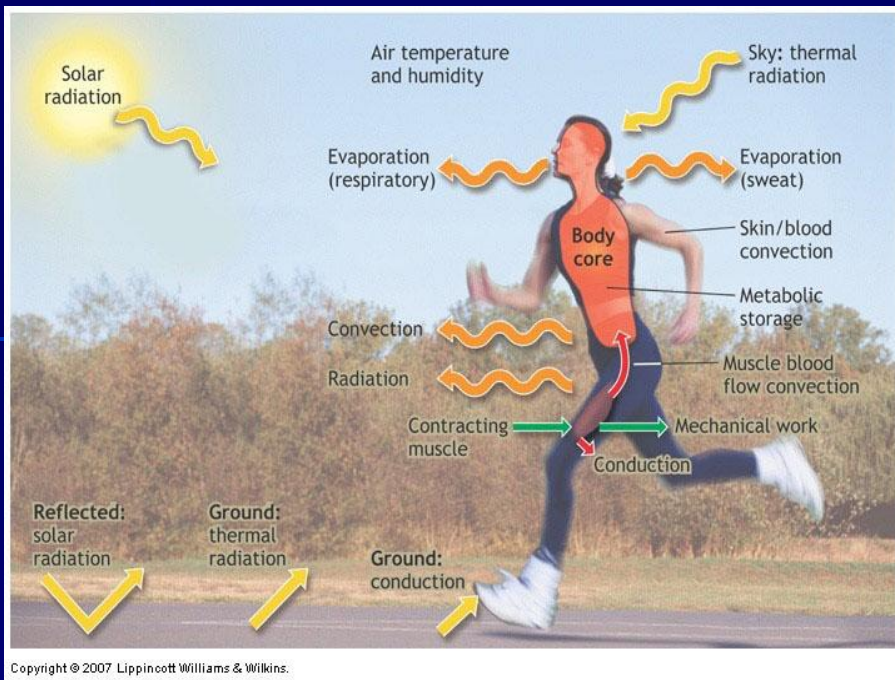
**Exercice intense (25 l.min<sup>-1</sup>)**



**Répartition du débit cardiaque**

FC x 3 T.A.S. x 2

Qc (VES x FC) x 5.....MVO2 x 5

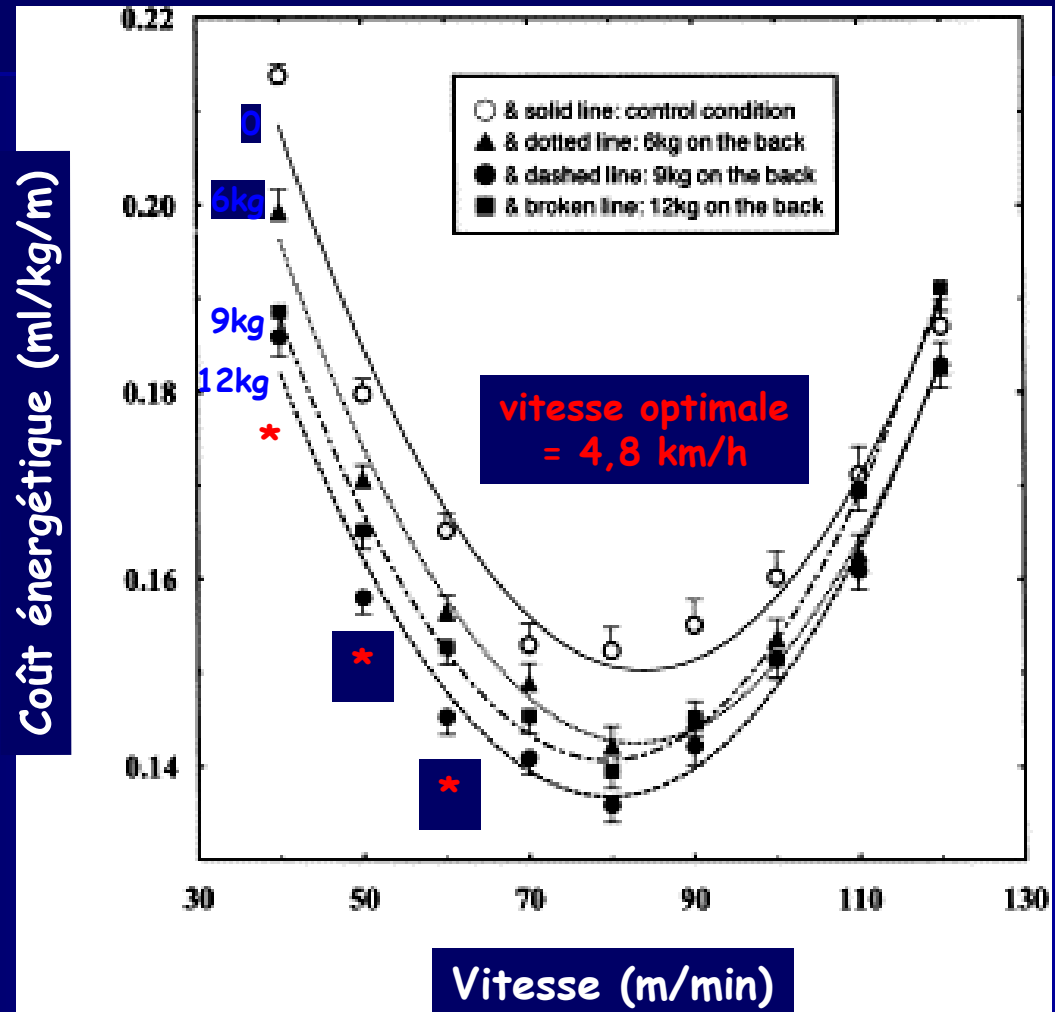
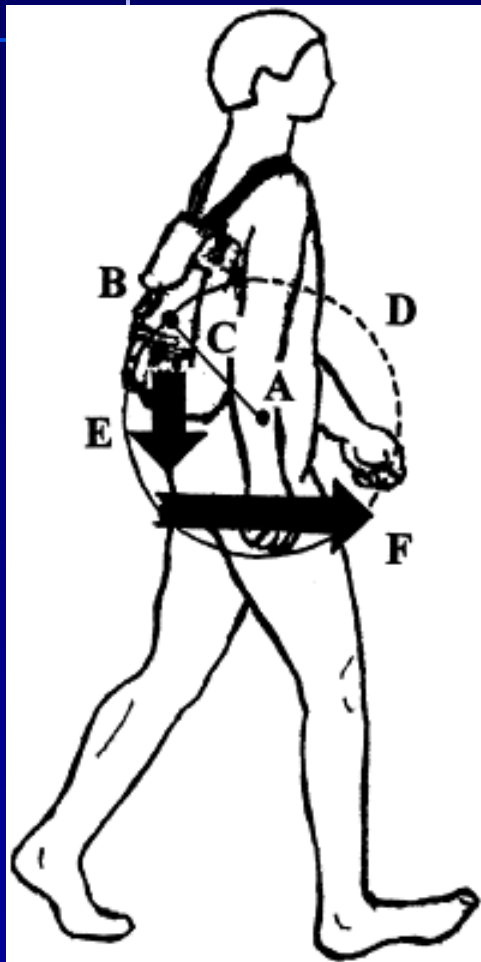


augmentation du débit sanguin cutané  
 et l'évacuation de la chaleur du  
 centre du corps vers la périphérie  
 par mécanismes de convection et sudation

Augmentation du débit cutané peut  
 Atteindre 1.5 à 1.8 l/h voire plus de 3 l/h

N'affecte pas le débit musculaire mais  
Nécessite l'augmentation du débit cardiaque

# Influence de la charge portée



# Influence de la charge portée

- si charge sur le dos = 15 à 20 % de la masse → effet bénéfique avec minimisation du coût énergétique de la marche pour une  $V < 4.8$  km/h
- Au-delà de 20 %, augmentation importante et disproportionnée de la  $VO_2$
- Adaptations biomécaniques de la locomotion (fréquence et amplitude)
- Selon l'entraînement et la charge, la vitesse optimale varie

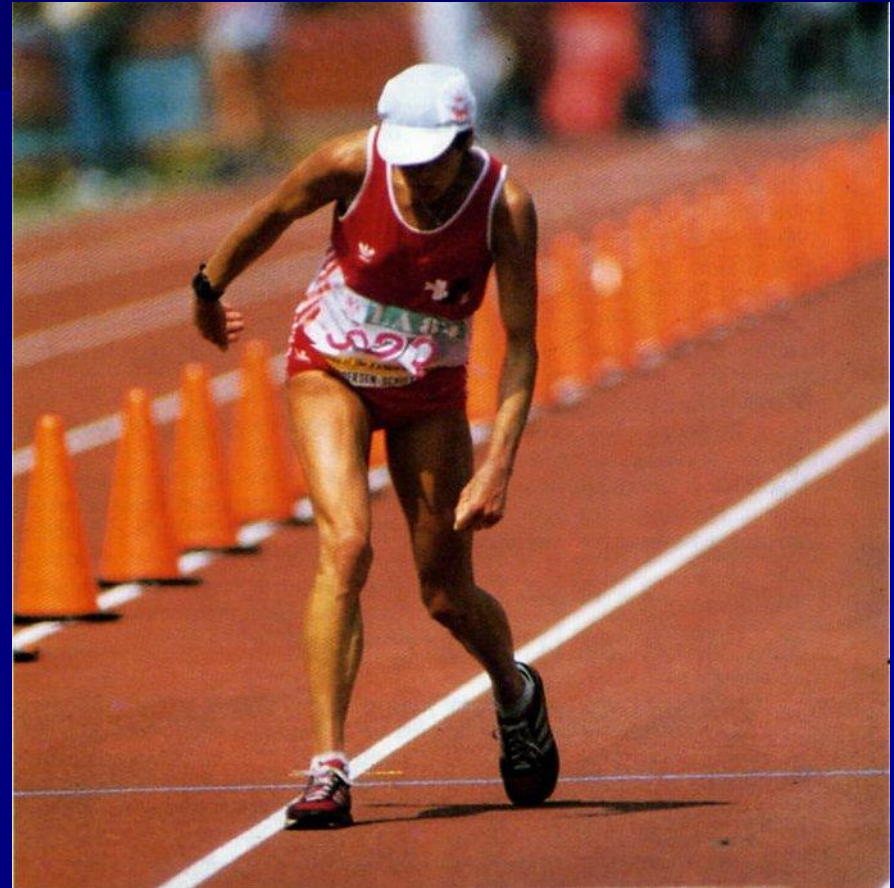
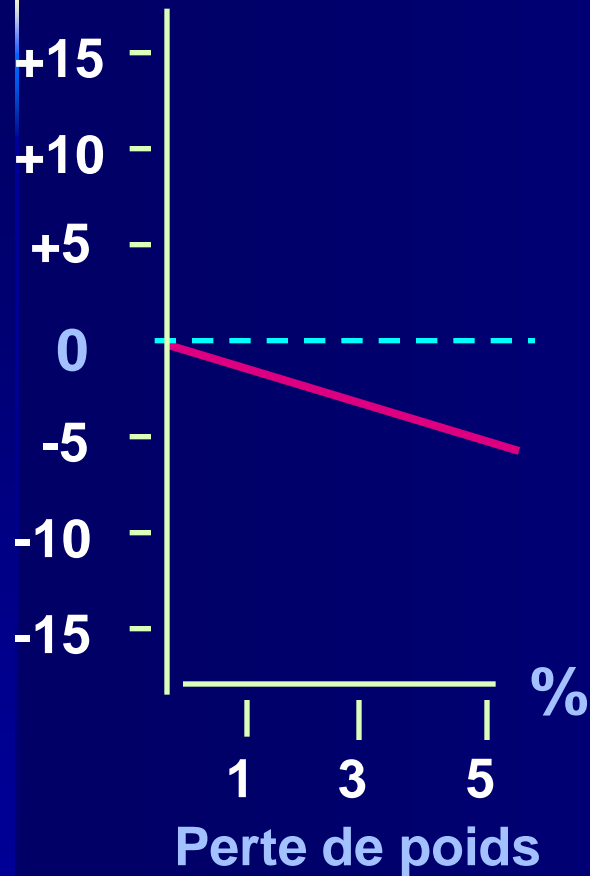
# Pertes sudorales en sport

Sport	Conditions	Débit sudoral (L/h)
Waterpolo	entraînement (M)	0.29
	compétition (M)	0.79
Natation	entraînement (F & M)	0.37
Aviron	entraînement d'été (M)	1.98
	entraînement d'été (F)	1.39
Basket-ball	entraînement d'été (M)	1.37
	compétition d'été (M)	1.60
Football	entraînement d'été (M)	1.46
	entraînement d'hiver (M)	1.13
Football américain	entraînement d'été (M)	2.14
Semi-marathon	compétition d'hiver (M)	1.49
Cross-country	entraînement d'été (M)	1.77
Tennis	compétition d'été (M)	1.60
Squash	compétition (M)	2.37

(d'après Sawka et al., MSSE 39: 377-390, 2007)

# L'effort de **longue durée**: Une déshydratation....

Débit Cardiaque %



# Effets de la température

- Notion de température optimale [Keatinge WR et al. BMJ 2000]
- Température « haute »
  - Perte sudorale – déshydratation
  - Altération des performances
  - « tachycardie » pour un effort donné
  - Augmentation du risque thrombo-embolique
- Température « basse »
  - Redistribution de la volémie vers le centre (surcharge – effet sur la PA)
  - Vasoconstriction coronaire

# Conséquence : La diminution des performances

- La déshydratation diminue la performance en endurance.
- Une déshydratation de 1 % (0,7 litres pour 70 kg) diminue la performance de 10 %.
- Une déshydratation de 2 % (1,4 litres pour 70 kg) diminue la performance de 20 %.
- Augmentation de T° centrale
- Augmentation du travail cardiaque
- Augmentation de la consommation d'O<sub>2</sub> pour un même niveau d'effort
- Fatigue aigue et chronique

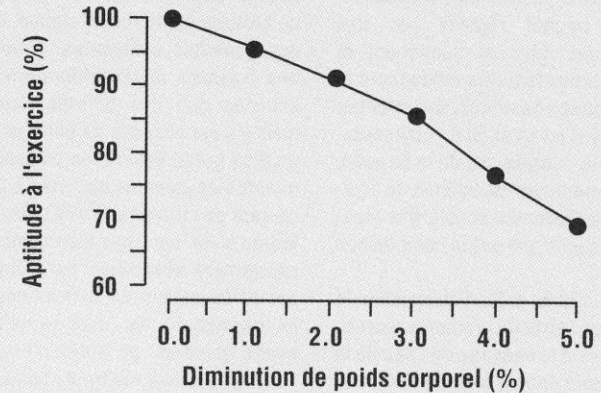
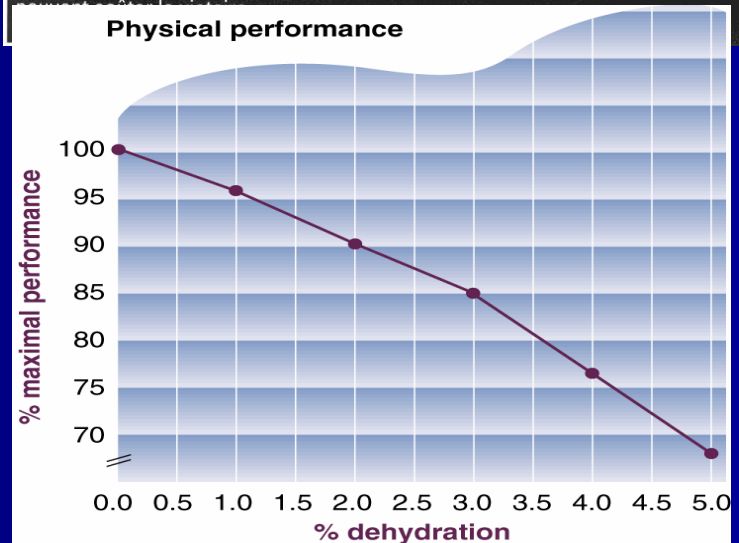


Figure 2: Les pertes sudorales peuvent être évaluées d'après les pertes de poids corporel. Ces résultats montrent que des pertes sudorales correspondant à environ 5% du poids corporel peuvent réduire l'aptitude physique de 30%. Même de faibles niveaux de déshydratation peuvent avoir des effets négatifs.



# Bilan de non contre indication au sport en conditions extrêmes (1)

- **Evaluer le risque**
  - **Le patient**
    - **Capacités physiques**
    - **Profil psychologique**
  - **Contraintes de l'activité**  
**classification de Mitchell et al**
  - **Contraintes de l'environnement**
    - **Générales**
    - **Interaction avec pathologie**
    - **Interaction avec traitement**



# Bilan de non contre indication au sport en conditions extrêmes (2)

## ■ Evaluer le patient et dépister une pathologie

### – Examen clinique

- Interrogatoire
- Examen physique facteurs de
- Facteurs de dysrégulation thermique

*Thyroïde, médicaments ( hormones )*

*Intérêt du cold pressor test ?*

*anomalie génétique ( chaleur ) ?*

### – ECG de repos

### – Epreuve d'effort, test hypoxie ?

### – Echocardiogramme de repos souvent

### – Autres examens : indications ciblées



# Bilan de non contre indication au sport en conditions extrêmes (3)

## ■ Guider et éduquer le patient

- **Bonnes règles de pratique sportive**
- **Information sur l'environnement**
- **Information sur symptômes potentiels**
- **Information sur attitude d'urgence si symptôme**



# Conclusion

## Ultra-Endurance



### Faible intensité $VO_2$

- résistance aux dommages musculaires
- capacité à s'alimenter sans nausée, ni problèmes intestinaux
- lutte contre hyperthermie
- utilisation des stocks glycogène



- résister aux douleurs et à l'envie de ralentir

# Conclusions

- Devenir de ces sportifs?
- Addiction
- Vivre plus vieux?
  
- .....De la vie aux années



