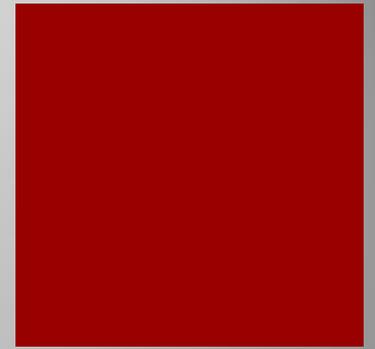




# Ultra longue distance : « Faut il craindre l'ultra endurant ? »



Philippe HOUPLON

Centre Cardiologique et Vasculaire

THIONVILLE





# Qu'est ce que « l'ultra » ?



## ■ Macadam

- Demi-fond
- Fond
- Marathon
- Ultra > 42 km
  - 100 km
  - 24h
  - 6 jours

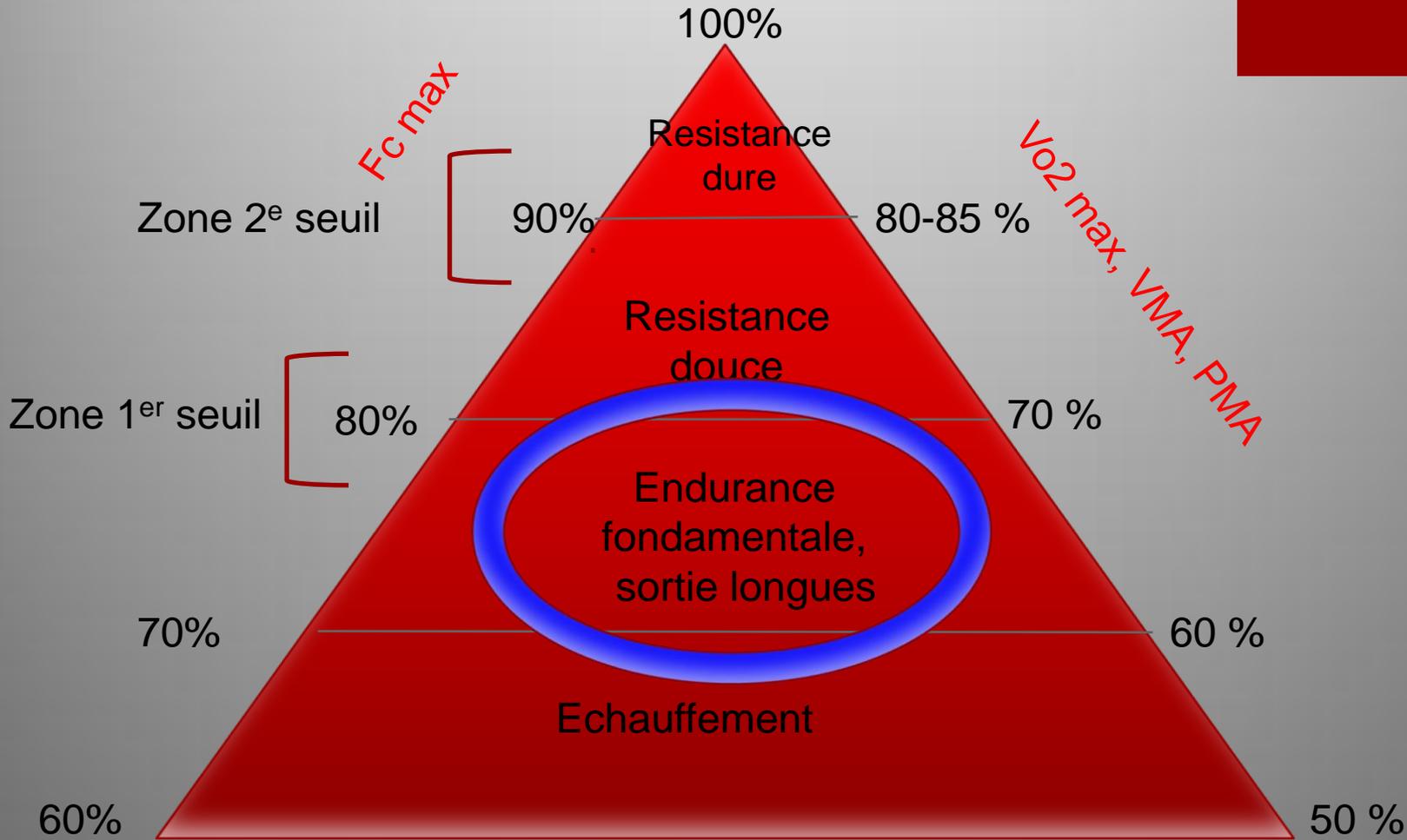
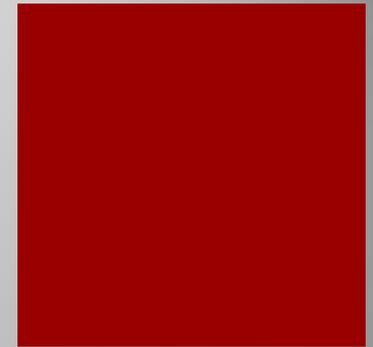
## ■ Nature

- Trail 10 km
- Trail 20-30 km
- Marathon nature
- Ultra-trail > 42 km



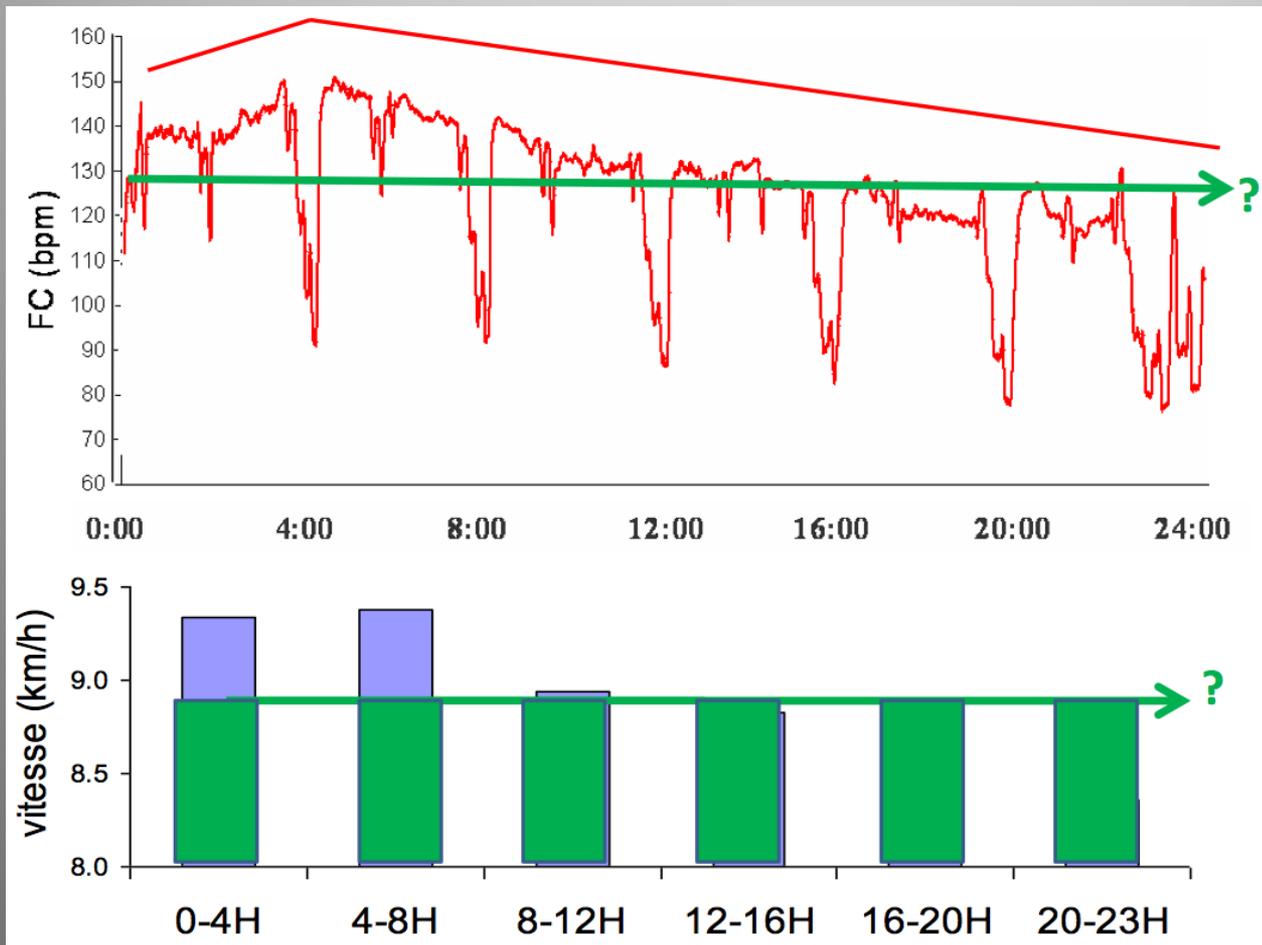
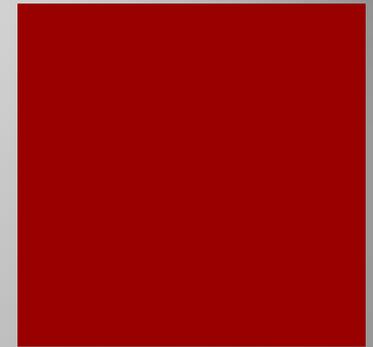


# Relation $Vo_2/Fc : Y=X+10$





# Evolution de la fréquence Cardiaque



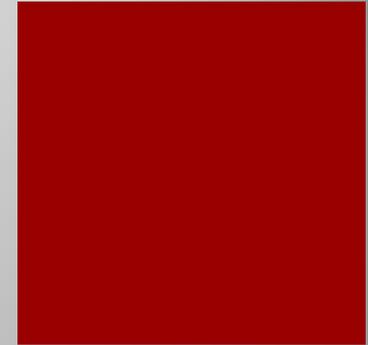


# Classification de Mitchell

Tableau 1 :

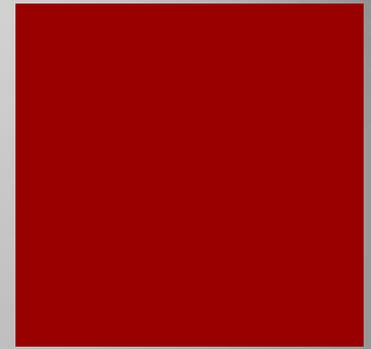
Classification des sports en fonction de leur composantes dynamique et statique et du risque de syncope (en italique) et/ou de choc (souligné).  $VO_2 \text{ max.}$  = consommation maximale d'oxygène ; FMV = force maximale volontaire. Modifié d'après Mitchell JH, Haskell W, Snell P et al in référence 1.

Dynamique \ Statique	A	B	<b>Forte</b>
	<i>Faible</i> ( $< 40\% VO_2 \text{ max.}$ )	<i>Moyenne</i> ( $40-70\% VO_2 \text{ max.}$ )	<i>Forte</i> ( $> 70\% VO_2 \text{ max.}$ )
<b>I</b> <i>Faible</i> ( $< 20\% FMV$ )	Billard, Bowling, Curling, Tir arme à feu Golf	Baseball, Soft ball Volley ball, Escrime Tennis de table Tennis (double)	<u>Football</u> , <u>Hockey sur gazon</u> Tennis (simple) Tennis (double), <u>Squash, Racket ball</u> Course à pied longue distance et orientation Marche athlétique <u>Ski de fond (classique)</u>
<b>II</b> <i>Moyenne</i> ( $20-50\% FMV$ )	Tir à l'arc, <u>Automobilisme</u> <u>Motocyclisme</u> , <u>Plongée sous-marine</u> <u>Equitation</u> <u>Plongeon</u>	Sprint, <u>Sauts (athlétisme)</u> Patinage artistique Football américain, Rugby <u>Natation synchronisée</u> <u>Surf</u> Lacrosse	<u>Basket-ball, Handball</u> <u>Hockey sur glace</u> <u>Ski de fond (classique)</u> <u>Biathlon, Natation</u> , Course à pied moyenne distance
<b>III</b> <i>Forte</i> ( $> 50\% FMV$ )	Lancers, <u>Haltérophilie</u> <u>Gymnastique</u> , <u>Luge, Bobsleigh</u> , <u>Escalade</u> Voile, <u>Planche à voile</u> , <u>Ski nautique</u> , <u>Arts martiaux et sports de combat</u>	<u>Lutte</u> , Body-building <u>Ski alpin</u> , <u>Surf des neiges, Skateboard</u>	<u>Canoe-kayak</u> , <u>Aviron</u> , <u>Boxe</u> , <u>Décathlon</u> <u>Cyclisme</u> , <u>Triathlon</u> <u>Patinage de vitesse</u>





# En plus de la distance, on se confronte à l'environnement



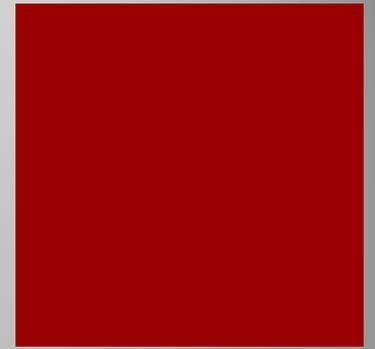
- *Altitude*
- *Températures extrêmes*
- *Luminosité*
- *Terrain accidenté, alternance montées - descentes*
- *Privation de sommeil*
- *Portage*
- *Stress*

Intensité  
de  
l'exercice  
+  
Apparition  
de la  
Fatigue





# Zones de travail de l'Ultra

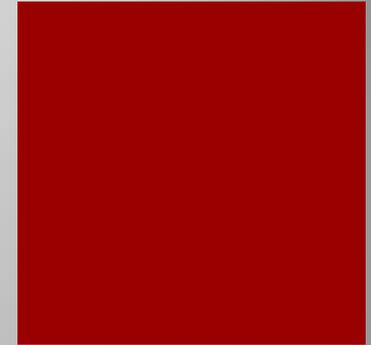


- Travail à Intensité « modérée »
- Alternance : marche en montée / course à plat et en descente en aérobie
- 50% VMA (vitesse max aérobie)
- Baisse en parallèle de la fréquence cardiaque et de la vitesse au cours de l'épreuve





# Philippidès

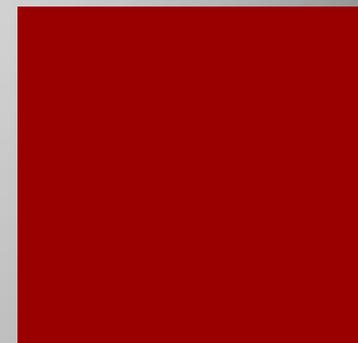


- 490 av JC : la bataille de Marathon oppose les Perses aux Athéniens (Miltiade)
- Une estafette appelée Pheidippidès met 2 jours pour couvrir les 220 km jusqu'à Sparte pour demander de l'aide ...
- Les Spartiates parcourent alors 220 km en 3 jours ... trop tard ! la bataille est déjà gagnée
- C'est le messager de la victoire, un soldat (inconnu) encore en arme qui mourut en annonçant la victoire aux Athéniens (hyperthermie ??)





# Ultra Trail du Mont Blanc

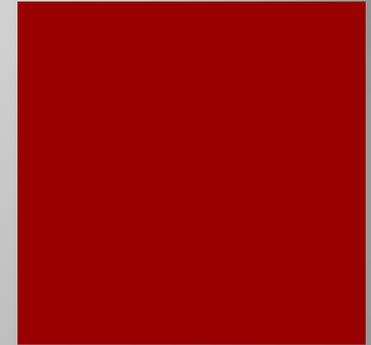


160 km 9000 D+





# Badwater



## BADWATER 2005 en Californie

217 km non stop en moins de 60 heures

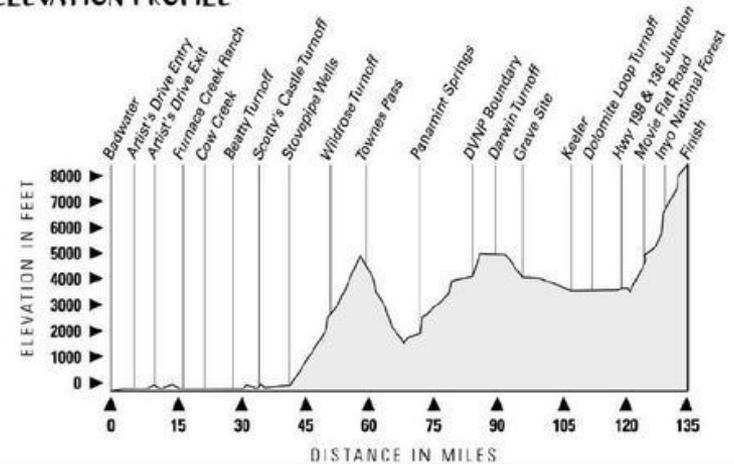
Départ à -85m dans la vallée de la mort

Arrivée à 2500 m au mont Whitney



Température de 55° à l'ombre

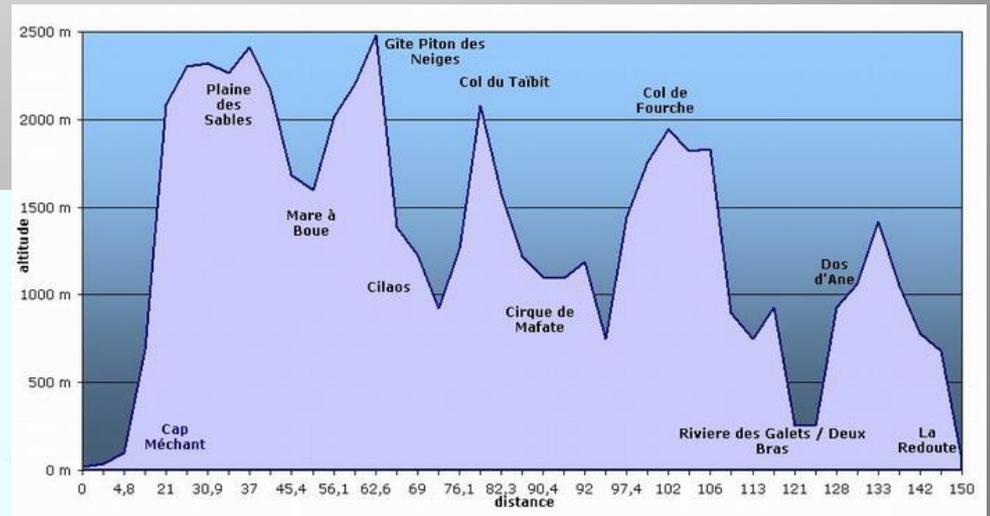
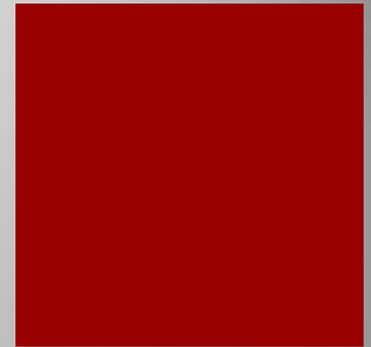
### ELEVATION PROFILE

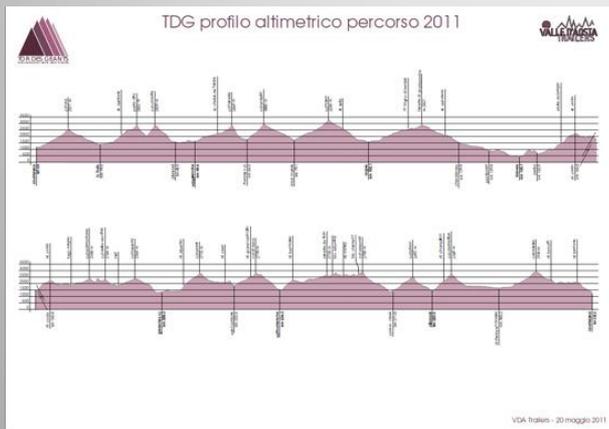




# Diagonale des fous

160 km 9000 D +





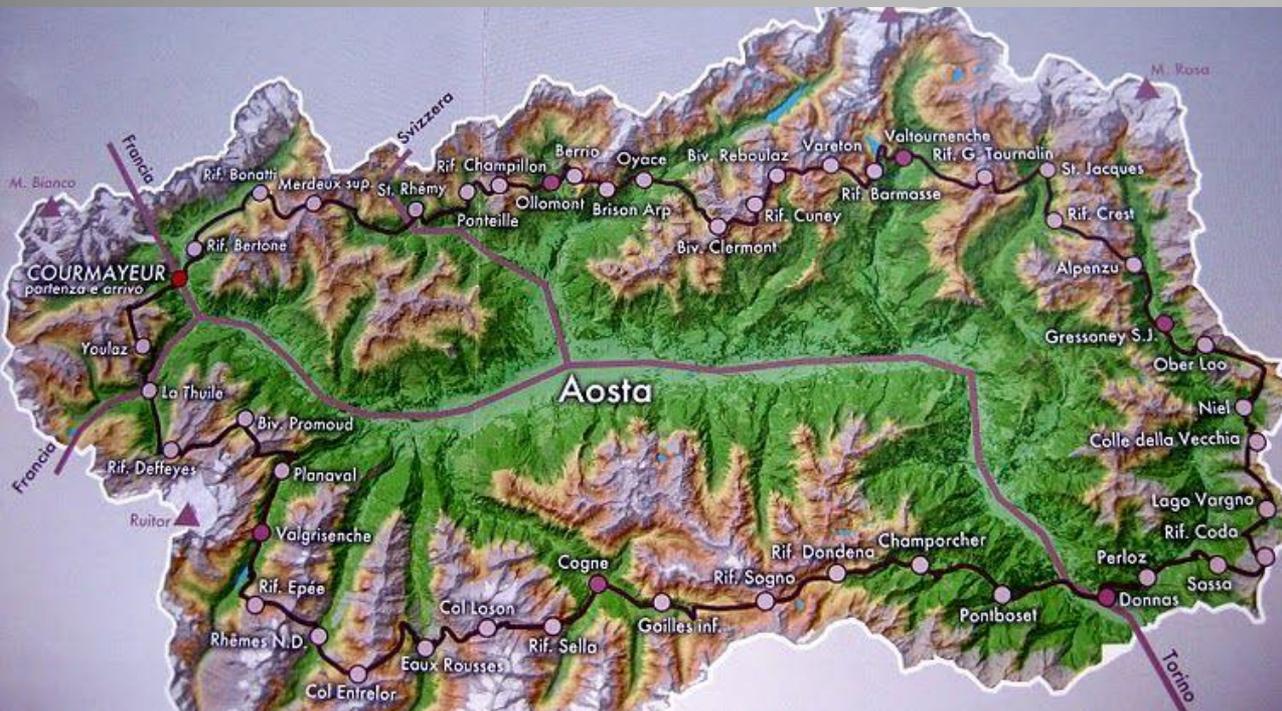
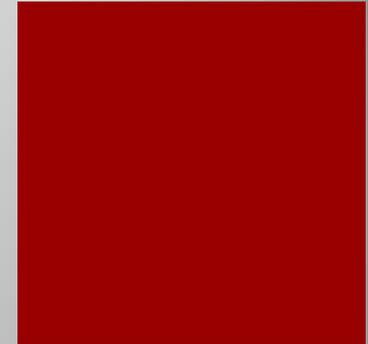
**330 km 24000 D+**

l'emozione di fare il giro della Valle d'Aosta con le proprie forze  
lungo i sentieri delle Alte Vie

# Tor des Géants

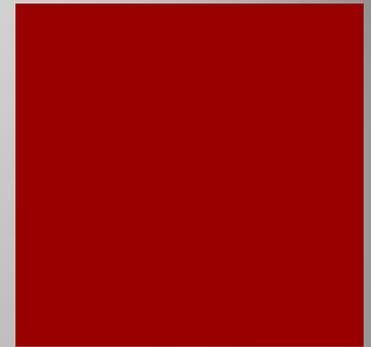
prima edizione mondiale  
12-19 settembre 2010  
Valle d'Aosta

330 km 24000 D+ 150 h max  
partenza e arrivo a Courmayeur  
[www.tordesgeants.it](http://www.tordesgeants.it)





# Iron Man Hawaii

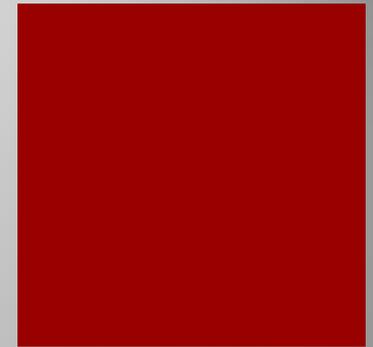


3,8 km + 180 km + Marathon





# Paris-Brest-Paris

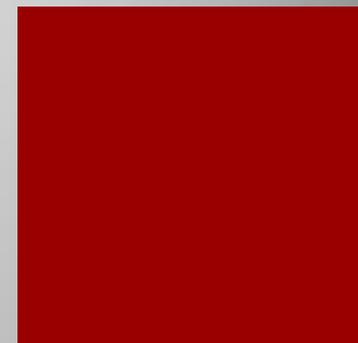


1000 km





# Marathon des sables



230 km en 6 étapes en autosuffisance





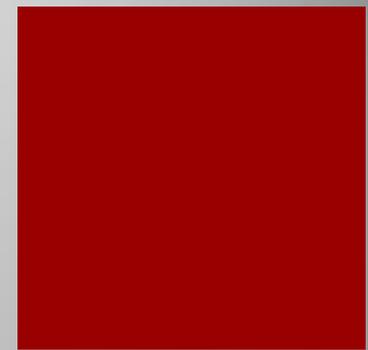
# Déca Iron man

- 200 licenciés dans le monde font
  - 38 km en natation
  - 1800 km en vélo
  - 423 km en CAP



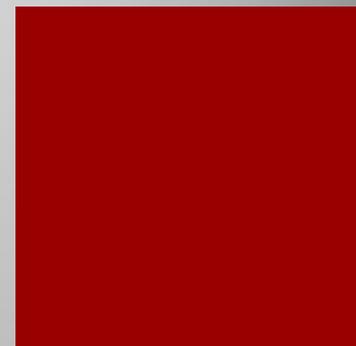


# Les héros de l'Ultra



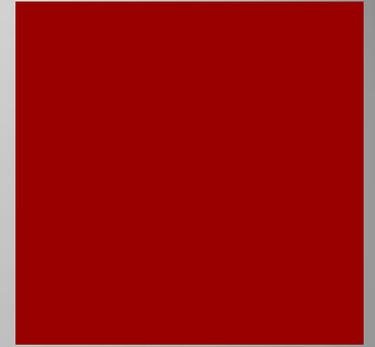


# Les héros de l'Ultra





# Modifications biologiques après un ultra

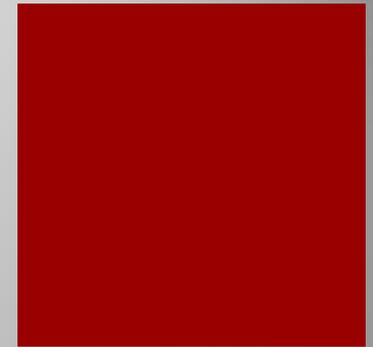


- ↑ Troponines T et I :
  - provisoire,
  - intensité de l'exercice,
  - retour rapide à la normale,
  - pas de relation avec accident,
  - pas de lien avec échocardiographie ,
  - 1/niveau d'entraînement
- ↑ Bnp :
  - transitoire,
  - sportif âgé,
  - pas de relation avec l'écho,
  - 1/niveau d'entraînement





# Modifications échographiques après un ultra

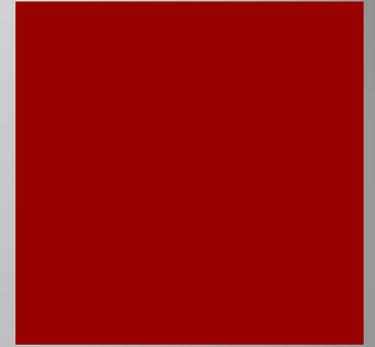


- FEVG baisse
  - sans anomalies des cardiomyocytes in vivo
  - observées si exercice > 10h chez entraînés, < 3h chez peu entraînés
  - tr relaxation (baisse E/A)
  - DTI anneau mitral post marathon vitesse abaissée, réversibles en qq h
- FEVD baisse
  - dilatation VD
- Scinti myoc post effort normale !!
- IRM pas de modification VG,





# Modifications musculaires après un ultra

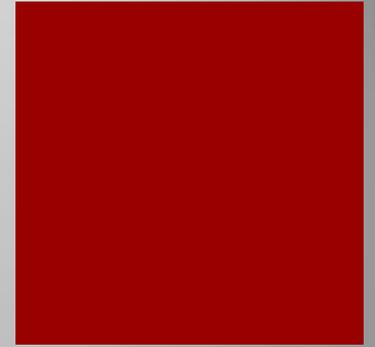


- Baisse de la force musculaire à l'arrivée 40% en moyenne
- Alors que la baisse de contractilité n'est que de 10%
- Pb de commande : SNC !!





# Explications

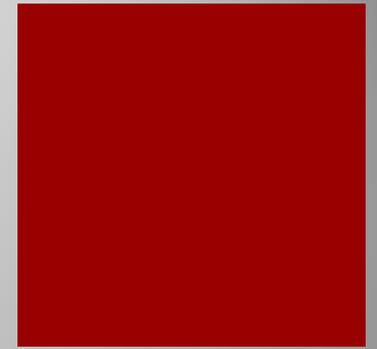


- Élévation BNP indépendante de la Troponine
- Bio : ce n'est pas une lyse cellulaire !
- Echo :
  - modifications des conditions de charge ?
  - désensibilisation récepteurs myocardiques ?
  - hyperstimulation vagale...
- Scintigraphie et IRM normales !
- Augmentation de la perméabilité membranaire ? (troponine)





# Conséquences cliniques et ECG de l'ultra : les limites de l'adaptation...

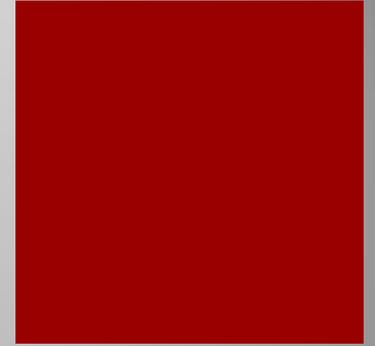


- Arythmies liées à l'entraînement : pas de lien avec le cœur d'athlète !
  - Sur cœur à priori sain : Triangle de Coumel
- ACFA : vieil endurant, 3 à 5 fois plus fréquent que dans la pop générale,
- Arythmies ventriculaires : Contrainte VD + importante
- Intolérance à orthostatisme :
  - 10-15% des athlètes vs 6 % population
  - bonne réponse à la rééducation posturale ou au désentraînement ?





# Accidents Cardiaques de l'ultra

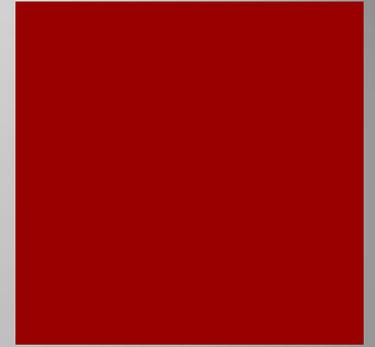


- Moins nombreux en Ultra que sur Marathon !!
- Etude **ARREST** : Prospective, région d'Amsterdam 2006-2009
- Après ACR survie x 3 si per ou post sport





# Abandon et Ultra

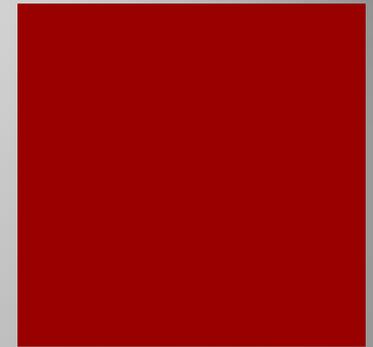


- Appareil cardiaque peu vulnérable (à ce niveau d'effort)
- Système musculo-tendineux : abandons ++
- T digestif : 20 % abandon
- SNC (fatigue musculaire et centrale)





# Facteurs de la performance de Longue durée



Vitesse  
moyenne la  
plus élevée  
possible

$$V_{O_2 \max} = Q_c \times D_{av}$$

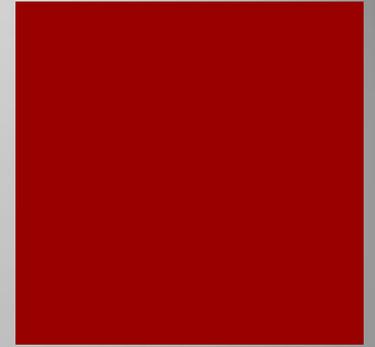
Endurance  
Aérobique

Economie  
de  
locomotion





# Indice d'endurance

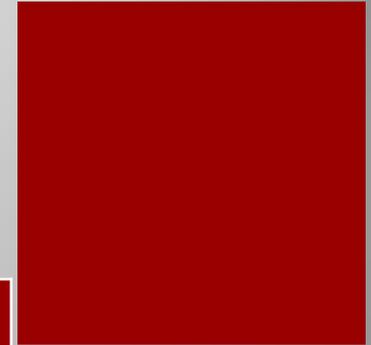


- La  $V_{O_2}$  max ne fait pas tout !!!
  - 2 athlètes de même (cylindrée)  $V_{O_2}$  max ne courent pas toutes les distances à la même vitesse,
  - 2 athlètes de même niveau de perf en compétition n'ont pas la même  $V_{O_2}$  max
- On peut calculer un Indice d'endurance !!





# Déclin de la VMA



100 VMA	98%VMA	94%VMA	92%VMA
2000m	3000m	5000	10000

On peut le mettre en Équation : intensité de l'effort  
(fraction de la  $V_{O2max}$ ) =  $0,940 - (0,001 \times \text{temps}) \dots$   
????

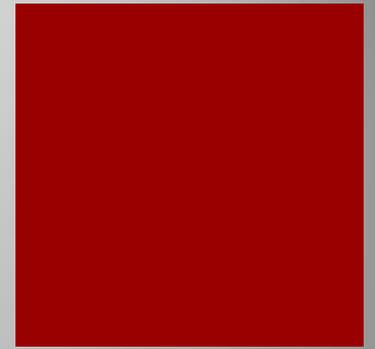
On peut aussi l'extrapoler à partir des meilleures perf sur les différentes distances de chaque athlète, on obtient si on convertit le temps en  $\log(\text{temps})$  une droite : la pente de cette droite est l'indice d'endurance de l'athlète, il est négatif et plus la pente est faible plus l'athlète est endurant (explique qu'une  $V_{O2max}$  moyenne avec indice important court aussi vite qu'une grosse  $V_{O2}$  moins endurant)





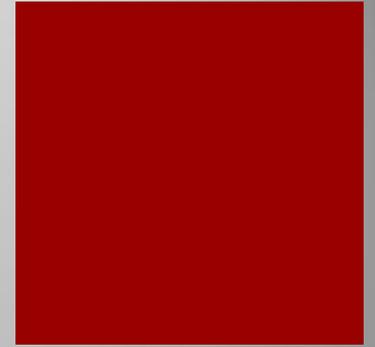


Revenons au Terrain !!





# Pourquoi ?



- Au bout d'un voyage on est toujours fatigué... qu'on fasse 100, 1000 ou 10000 km ..
- Pourquoi les footballeurs ont des crampes au début des prolongations ?
- Pourquoi à la fin d'une épreuve sportive difficile, on ressent un « feu d'artifice » sur le final alors qu'on était à l'agonie quelques minutes avant ??
- On ne peut pas faire 1m de plus... y compris en compétition ; quelle que soit la distance parcourue (100m-100km)
- Les performances « mythiques » ont du mal à être réalisées ? >> 10s / 100m, 6m à la perche, 2h au Marathon





# Le mile

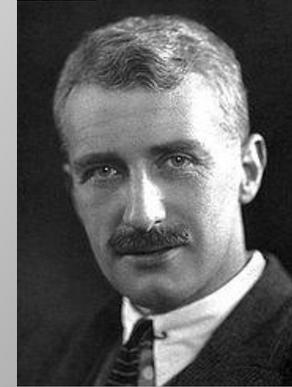


- Le mile (1.609,34 m) distance étalon en athlétisme
- Roger Bannister : étudiant médecine, considère le record comme un acte symbolique
- 6 mars 1954 : 3mn59 !!
- Performance relayée dans le monde entier !  
Exploit ou Transgression ?
- Ses rivaux de l'époque furent entraînés à sa suite  
...
- Aujourd'hui beaucoup d'athlètes en sont capables (Club des Sub - Four) record actuel 3mn43 Hicham el Guerrouj 1999





# La VO2 limite la performance

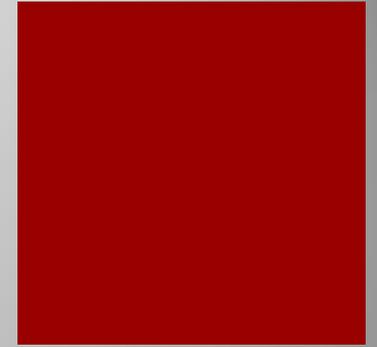


- Archibald Hill (1886-1977)
  - prix Nobel de physiologie 1922,
  - pionnier de la physiologie du sport (et ses héritiers) explique l'arrêt de l'exercice par une limitation de la VO2 max (frein qui empêche de produire de l'énergie)
  - limite cardiaque ? périphérique ? (circulation et / ou acheminement musculaire du sang)

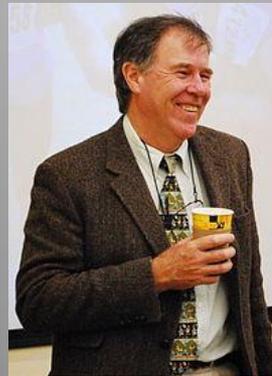




# Tim Noakes et « Le Grand Gouverneur »

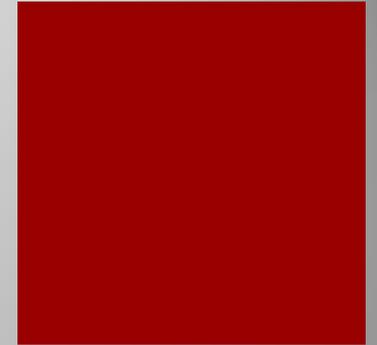


- Tim Noakes (1949) Pr de physiologie Cape Town :  
« sur le terrain ce n'est pas pareil !! »
- Notion cérébrale, émotionnelle : Le grand gouverneur





# Le Grand Gouverneur



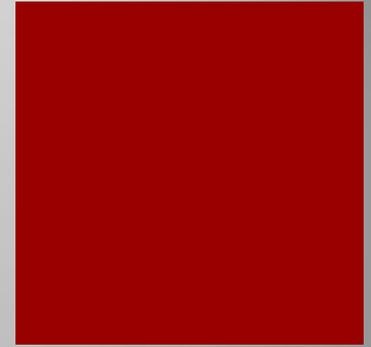
- Le cerveau est *protecteur*
- Il est *économe*
- le cerveau pêche par excès de *prudence*
- VO<sub>2</sub>max à géométrie variable ?? Corrélation avec les sensations de l'effort très variables d'un jour à l'autre
- *Il préserve la dégradation cardiaque, outil n°1 pour le cerveau dans la hiérarchie...*
- Rôle de l'entraînement = *pré programmation d'effort !!*
- (D'où l'importance des séances d'entraînement sur la distance et à l'allure de la course !!)





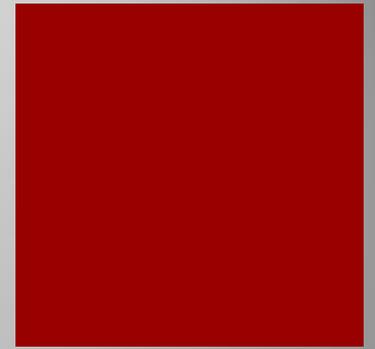
# Pourquoi ?

- Au bout d'un voyage on est toujours fatigué...qu'on fasse 100, 1000 ou 10000 km .. *Le cerveau programme une durée-distance à l'avance*
- Pourquoi les footballeurs ont des crampes au début des prolongations ? *Durée du match pré-programmée*
- Pourquoi à la fin d'une épreuve sportive difficile, on ressent un « feu d'artifice » sur le final alors qu'on était à l'agonie quelques minutes avant ?? *Économie de fibres musculaires, mobilisées avant l'arrivée*
- On ne peut pas faire 1m de plus... y compris en compétition ; quelle que soit la distance parcourue (100m-100km) *pré-programmation*
- Les performances « mythiques » ont du mal à être réalisées ? >> 10s / 100m, 6m à la perche, 2h au Marathon *inhibition protectrice*





# Autrefois

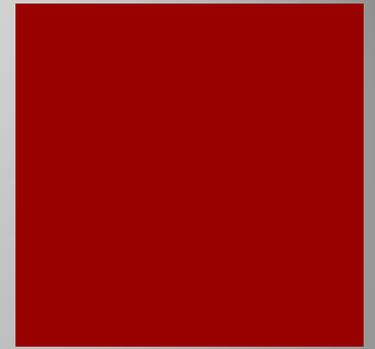


- 14e siècle ; Garde impériale Chinoise : Epreuve d'intégration 90 km en moins de 6 h





# Aujourd'hui

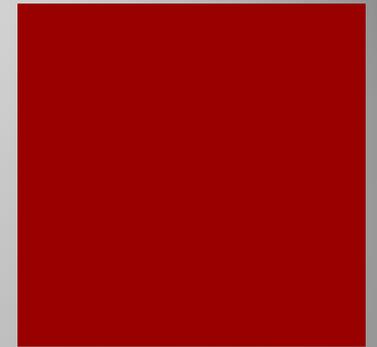


- Les Sherpas Himalayens portent 90 kg sur des distances quotidiennes de 95 km





# Récit de Tite Live (200 Av JC)



- Les troupes de Claudius Néron ont parcouru 500 km en 6 jours en poursuivant Hasdrubal (frère d'Hannibal) => 9-10 km/h en trottant toute la journée... avec 45 kg sur le dos !!

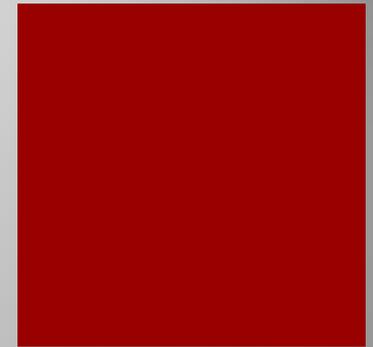


- Les Forces Spéciales des Rangers US font 25 km en moins de 4h30 avec 18 kg sur le dos....

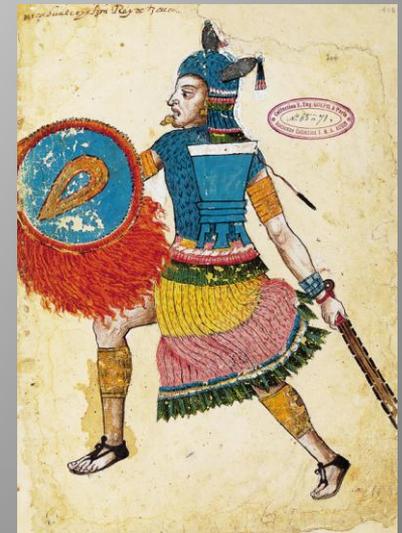




# Coureurs Messagers



- Aztèques Titlantil (16<sup>e</sup> s) : plus de 300 km pour délivrer un message

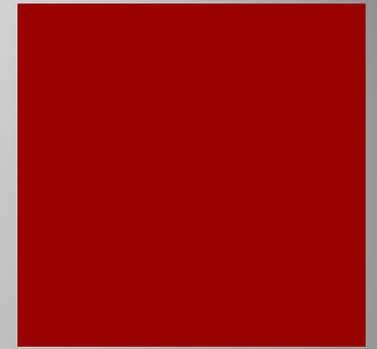


- Le rapport d'un soldat US du 19<sup>e</sup> rapporte plus précisément la course d'un Indien ayant parcouru 320 km en 24h



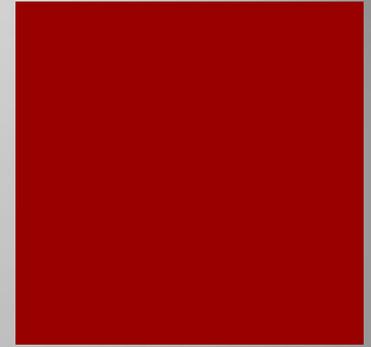


# Dans les Trières Grecques (6<sup>es</sup> Av JC)



- 170 rameurs : 12km/h sur des centaines de km
- Bateau reconstitué et équipé des meilleurs rameurs d'un club d'aviron : 12 km/h durant qq mn





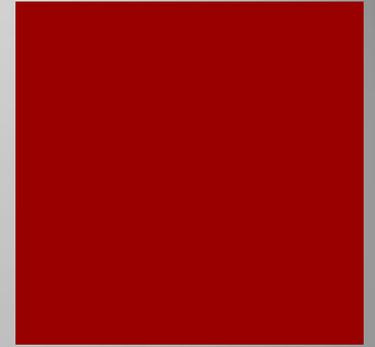
# Conclusin

- L'Ultra endurant
  - Ne met pas son cœur en danger
  - (Est souvent limité par ses muscles, ses tendons, son tube digestif)
  - Il apprivoise son cerveau !!
  - Il lui apprend à résister à des messages périphériques « menaçants »
- Par un entraînement adapté, il rend possible ce que le cerveau croyait irréalisable





# Quel bilan ??

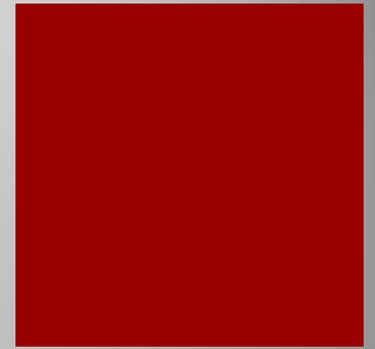


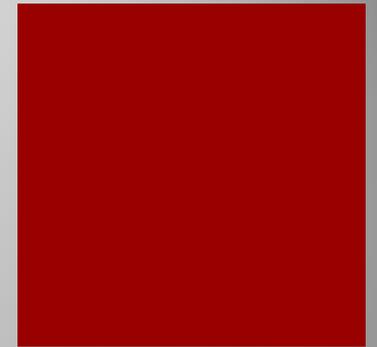
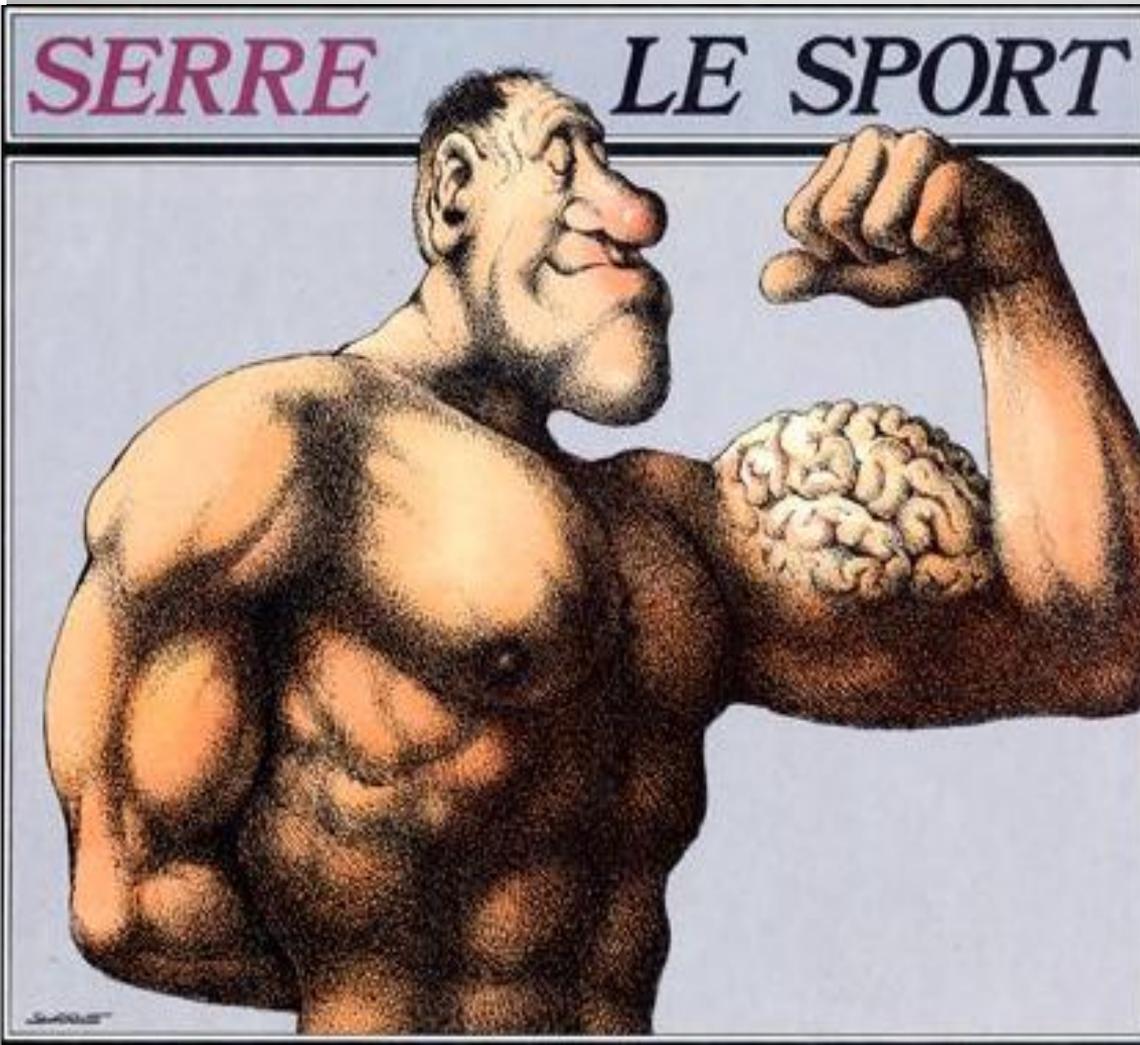
- Patients souvent > 35 ans (maladie coronaire)
- Interrogatoire Fdr, symptômes ?
- Ex clinique ECG
- EE (+++) +/- ETT





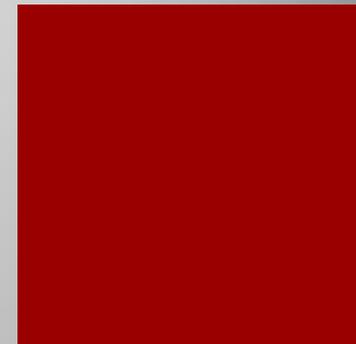
Battre en brèche  
une idée répandue...







# Les 10 règles d'or



**1**  
Je signale à mon médecin toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal survenant à l'effort\*

**2**  
Je signale à mon médecin toute palpitation cardiaque survenant à l'effort ou juste après l'effort\*

**3**  
Je signale à mon médecin tout malaise survenant à l'effort ou juste après l'effort\*

**4**  
Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 min lors de mes activités sportives

**5**  
Je bois 3 ou 4 gorgées d'eau toutes les 30 min d'exercice, à l'entraînement comme en compétition

**6**  
J'évite les activités intenses par des températures extérieures  $< -5^{\circ}\text{C}$  ou  $> +30^{\circ}\text{C}$  et lors des pics de pollution

**7**  
Je ne fume jamais 1 heure avant ni 2 heures après une pratique sportive

**8**  
Je ne consomme jamais de substance dopante et j'évite l'automédication en général

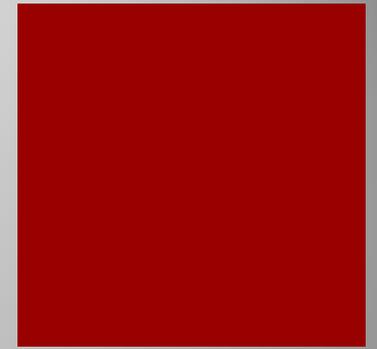
**9**  
Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal (fièvre + courbatures)

**10**  
Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense (plus de 35 ans pour les hommes et plus de 45 ans pour les femmes)





# Bataille de Darius contre Alexandre (330 Av JC)



- Traversée de l'Iran en plein été 60 à 80 km/jr en 11 jours





# Le niveau d'endurance

