

# Sport & Biologie Clinique



*LE GOFF Caroline*  
*KAUX Jean-François*

**CHU**  
de Liège

Université  
de Liège 

Unilab Lg.

# A. Introduction

- Pratique d'un sport *pas à la légère* → conseiller de passer 1 *examen d'aptitude* par an.
- ***Bilan biologique*** = aider le sportif à *maintenir* un état de santé optimal et à *prévenir* toute pathologie médicale ou (micro-)traumatique.
- ***Détecter*** d'éventuelles anomalies présentes *avant* la pratique d'un sport ou *inhérente* à la pratique de ce sport.
- Envisager un ***traitement***.



# Sportifs

- Sportif de loisir : ne s'adonne pas ou peu à la compétition, but de « *se tenir en forme* »
  - volume inférieur à 5h/sem
- Sportif confirmé : engagé dans des *compétitions au plus national*, amateur ou semi-professionnel
  - volume entre 5 et 15h/sem
- Sportif de haut niveau : engagé dans des *compétitions au-moins national*, amateur ou professionnel
  - volume supérieur à 15h/sem
- Sportif vétéran : > 35 ans
- Sportif sénior : > 60 ans



# Biologie Clinique dans le sport

1. *Suivi* biologique du sportif
2. Contrôles *anti-dopage*
3. Nouvelles *thérapeutiques*



# 1. Suivi biologique du sportif

- **Préservation** de la santé du sportif
- Bilan **sanguin** et **urinaire**
- Objectifs :
  - **conséquence** de la **pratique** du sport et/ou déficit calorique
  - **problème** de santé **intercurrent**
  - **conséquence** de l'utilisation d'éventuelles **substances**



# Entraînement

- Entraînement → *développement des compétences* potentielles pour *améliorer les performances*
- Si *compétition* → amélioration doit être optimale à un *moment donné*
- 3 facteurs :
  - *condition physique*
  - état *psychologique*
  - aptitudes *technique* et tactique
- Conditions d'entraînement:
  - *progressivité*
  - *spécificité*
  - *travail*



# Filières énergétiques

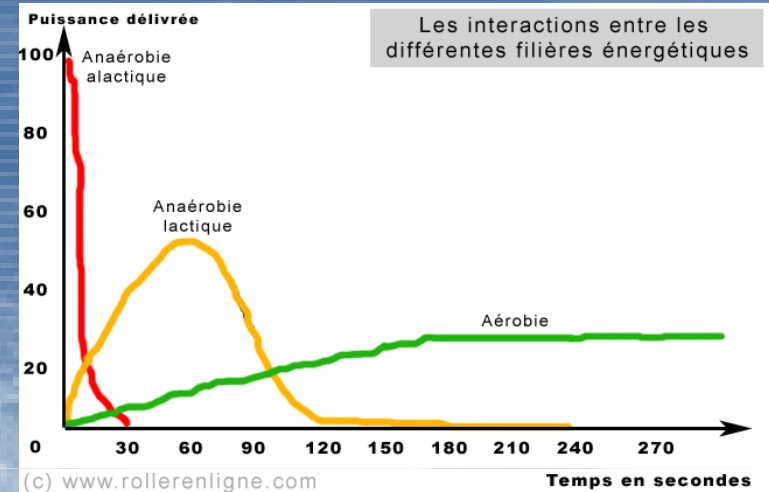
- Filière *aérobie* = *endurance*
  - glycolyse et lipolyse
  - cycle de Krebs
- Filière *anaérobie lactique* = *résistance*

- glycolyse anaérobie → ATP + pyruvate + H<sup>+</sup>
- pyruvate + H<sup>+</sup> = lactates

- Entraînement :

→ *amélioration* de la *consommation d'O<sub>2</sub>* jusque 25% et *maintenir* un exercice à ce niveau *le plus longtemps possible*

→ *prévenir* la synthèse des *lactates*, *augmenter* les *réserves d'ATP immédiatement disponibles* et d'en *accélérer la synthèse*



# Contraintes du sport de haut niveau

- Contraintes *physiques*

- disciplines d'*endurance* → filière *aérobie* quasi exclusive → dépense énergétique importante



- disciplines de *résistance* → filières *anaérobies*

- dépense énergétique modérée mais développement de la masse musculaire et apprentissage du geste.



- disciplines *mixtes* → filières *aérobie et anaérobie*.

- Contraintes *psychologiques*

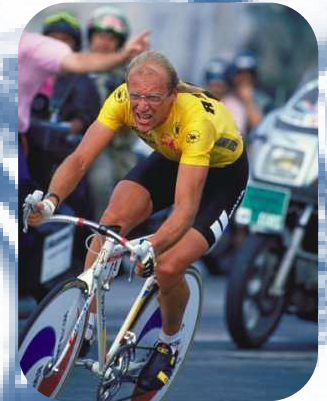
- obligation de résultats





# Effets délétères du sport intensif

- Risques associés à la pratique intensive du sport évoluent selon une *courbe en « J »*  
→ *ratio bénéfice/risque diminue avec l'intensité de la pratique sportive.*
- *Effets à long terme* : relation de causalité entre la pratique intensive du sport et l'état de santé 20 ou 30 ans après l'arrêt de la carrière sportive *difficile à établir*
  - séquelles ostéo-articulaires ou neuro



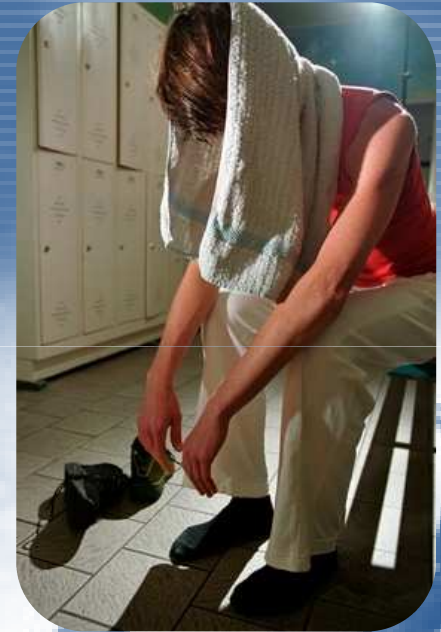
# Sport de haut niveau et comportement à risques

- « *Quête du dépassement de soi* »
  - continuer de solliciter leur organisme malgré l'apparition :
    - de *blessures* (musculaire, tendineuses ou fractures de fatigue)
    - d'*infections*
    - de *fatigue extrême* allant jusqu'à l'épuisement
    - recourir à l'utilisation de *produits dopants*
    - mettre en place des stratégies de *restriction alimentaire*



# Situations pathologiques

- *Surentraînement*
- *Aménorrhée* de la sportive
- *Intolérance musculaire* à l'effort
- Syndrome de *fatigue chronique*
- *Infections*
- *Polyglobulie* relative
- *Hyperferritinémie*
- *Désordres hématologiques* périphériques
- *Perturbations musculaires* persistantes



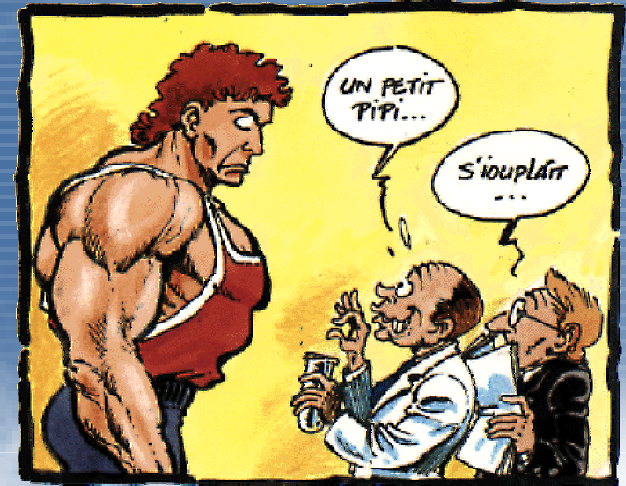
## 2. Contrôles anti-dopage

- L'utilisation de tout médicament devrait être limitée à des *indications médicalement justifiées*.
- Code mondial anti-dopage (**WADA / AMA**)  
[www.dopage.be](http://www.dopage.be)      [www.wada-ama.org/fr](http://www.wada-ama.org/fr)
- Dopage = Risque pour l'*éthique* sportive et la *santé* du sportif
- **AUT**



# Contrôles anti-dopage

- Echantillon *urinaire*
- Echantillon *sanguin* (plasma)
- *Laboratoire accrédité*
- Attention aux conditions de prélèvement (*tricheries* !)
- Échantillon *positif* → *produit* lui-même ou *métabolites* spécifiques
- *Sanctions* disciplinaires



# Dopage

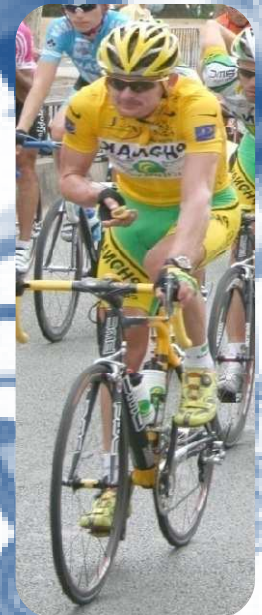


- “Toute violation du code mondial antidopage” :
  - ***positif*** à une substance reprise sur la liste des substance interdites
  - ***usage*** ou ***tentative*** d’usage d’une substance ou d’un moyen interdit
  - ***refus de se présenter au contrôle***
  - ne pas satisfaire aux exigences de ***disponibilités*** pour les ***contrôles hors compétition***
  - ***falsification*** ou ***tentative*** de falsification de toute étape du processus de contrôle
  - ***possession, trafic*** de substance ou méthode interdite
  - ***administration*** ou ***tentative*** d’administration d’une substance ou méthode interdite



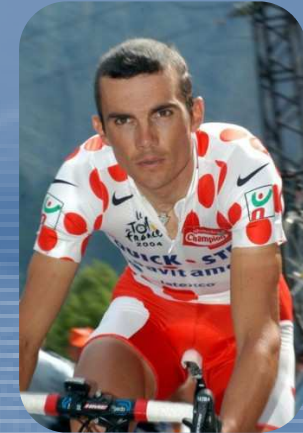
# Dopage

- **3 - 5% des adolescents et 5 - 15% des adultes jeunes** auraient recours à l'usage de produits dopants.
- sur-représentation **masculine** (3/1)
- âge moyen de la première prise est de **14 ans**
- **1,8%** des adolescents **non-compétiteurs** contre **7,7%** des sportifs ayant pratiqué au **niveau national**



# Substances interdites

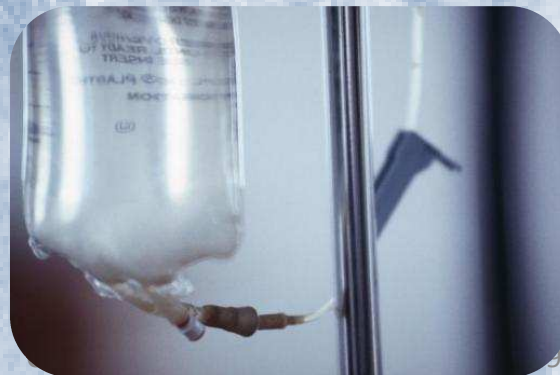
- **Anabolisants** (stéroïdes, tibolone...)
- **Hormones** et substances apparentées (EPO, GH, insuline...)
- **B<sub>2</sub>-agonistes** (salbutamol, formotérol...)
- **Antagonistes et modulateurs hormonaux** (inhibiteurs d'aromatase, SERMs, clomifène...)
- **Diurétiques** (furosémide, triamtérène, amiloride, mannitol...)





# Méthodes interdites

- Amélioration du transfert d'oxygène (*transfusion...*)
- Manipulations physiques et chimiques (*perfusions IV, falsification...*)
- ***Dopage génétique*** (agents pharmacologiques modulant l'expression génique endogène...)



# Substances interdites en compétition

- ***Stimulants*** (adrénaline, amphétamines...)
- ***Narcotiques*** (buprénorphine, héroïne...)
- ***Cannabinoïdes*** (marijuana...)
- ***Glucocorticoïdes*** → **AUT !**



# Substances interdites dans certains sports

- *Alcool*
- *$\beta$ -bloquants* (aténolol, bisoprolol...)



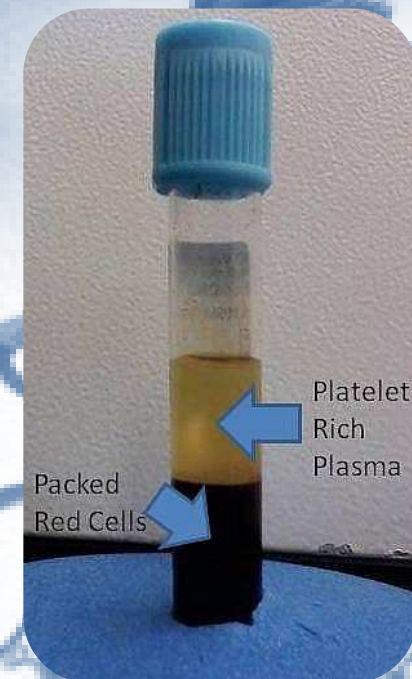
# Statistiques de la Communauté Française de Belgique



	2007 (1225)	2008 (1214)	2009 (1487)
<b>Stimulants</b>	15	6	11
<b>Narcotiques</b>	2	3	1
<b>Cannabis</b>	16	18	28
<b>Stéroïdes anabolisants</b>	16	11	7
<b>Corticostéroïdes</b>	2	2	2
<b>Hormones</b>	0	0	2
<b>β-Bloquants</b>	0	1	0
<b>β<sub>2</sub>-agonistes</b>	8	7	13
<b>Diurétiques</b>	8	5	14
<b>Refus</b>	15	10	23

# 3. Nouvelles thérapeutiques

- Injections de **PRP**
  - tendinopathies
  - n'est plus considéré comme dopage (AMA 2010)
- Injections de **cellules souches**
  - expérimental



## B. Bilan biologique du sportif

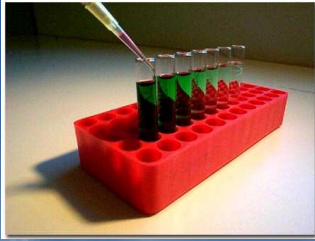
- **Variations** en fonction de l'âge, du sexe... et de l'entraînement
- Sportif de loisir >< sportif confirmé >< sportif de haut niveau
- Situation **pathologique** préexistante
- Prise de certains **produits**



# Interprétation

- Éléments *cliniques*
- *Pré-analytique*
- *Analytique*
- Caractéristiques *individuelles*
- *Pathologies* ou *thérapeutiques*





# Paramètres biologiques

- NFS
- Plaquettes - réticulocytes
- VS – CRP – haptoglobuline
- protéines - acide urique
- urée – créatinine
- ions ( $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  -  $\text{Ca}^{2+}$  -  $\text{Mg}^{2+}$ )
- phosphore
- cholestérol – triglycérides
- glycémie
- Bilan enzymatique (TGO, TGP,  $\gamma$ GT, LDH, PAL, CPK)
- bilirubine
- $\text{Mg}^+$  érythrocytaire
- Fer - ferritine
- cortisol
- testostérone
- sérologie hépatique



# Travail musculaire équilibré

- ↗  $\text{Ca}^{2+}$
- ↗ lactate cellulaire et sérique
- ↗  $\text{H}^+$
- ↘ pH
- ↗ variations  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$
- ↗  $\text{NH}_3$  cellulaire et sérique
- ↗ libération des CPK



# Pratique sportive intensive et répétée

- ↗  $\text{Ca}^{2+}$  libre (transitoire)
- ↗ lactate (transitoire)
- ↗  $\text{H}^+$  (transitoire)
- ↘ pH (transitoire)
- ↗ variations  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  (transitoire)
- ↘ microcirculation cellulaire
- ↗ œdématisation cellulaire
- ↗ formation de radicaux libres
- ↗ enzymes protéolytiques
- ↗  $\text{NH}_3$  sérique
- ↗ CPK, LDH, ALAT
- ↗ fragments MHC sériques
- ↗ fragments Tnl d'origine FMSS
- ↗ AA libres sériques
- ↘  $\text{Mg}^{2+}$  cellulaire
- ↘  $\text{Ca}^{2+}$  sérique (second temps)
- ↗ hypoxanthine, urée, acide urique sérique



# Dommmages musculaires induits par la pratique sportive dépassée

- ↗ œdème musculaire
- ↗ nécrose des FMSS
- ↗ enzymes protéolytiques
- ↗ CPK sériques
- ↗ fragments MHC sériques
- ↗ fragments Tnl d'origine FMSS
- ↗ aldolase sérique
- ↗ hémolyse
- ↗ myoglobine sérique
- ↗ myoglobinurie
- ↗ défaillance rénale
- ↗ CIVD émergente et évolutive
- ↗ concentration plasmatique de  $K^+$
- ↗ arythmie cardiaque possible

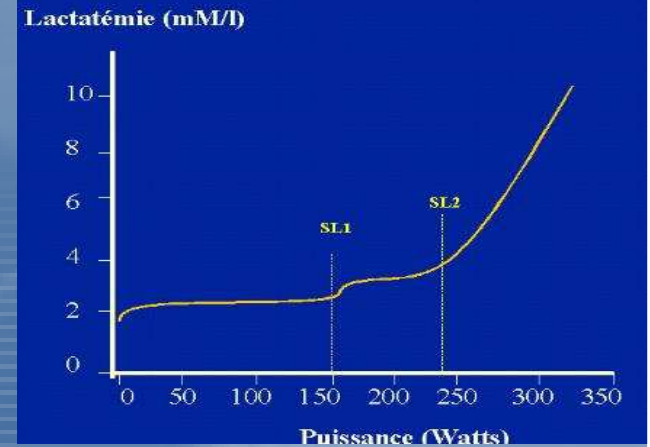


# Réactions urinaires



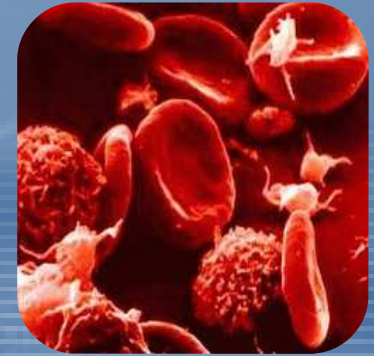
- ***Dépistage*** infection urinaire, glycosurie, protéinurie, hématurie
- **Glycosurie** : rechercher ***diabète***, hyperthyroïdie, thérapeutique médicamenteuse...
- **Protéinurie** : peut témoigner d'une ***intolérance à l'effort***
- **Hématurie** : peut exprimer les effets négatifs d'une ***entraînement physique intense***, surtout quand elle augmente avec l'effort

# Acidose lactique



- ↗ acide lactique suite à efforts soutenus et prolongés (« *seuil lactique* »)
- *Mauvaise oxygénation tissulaire*
- *Facteur limitant* de l'exercice physique
- *Fatigue, douleurs* musculaires, altération de la tolérance à l'entraînement
- Si pas traitée et importante, peut évoluer vers coma, surtout chez sujets diabétiques

# Anémie du sportif



- $\searrow$  *Hb*
- Élimination excessive du fer par *transpiration*, suite à des *troubles digestifs*, *régime alimentaire* pauvre en fer
- *Fatigue*, problèmes de contractions musculaires, *difficultés à s'entraîner*, *diminution des performances physiques*
- Dosage du fer
- *Traitement en fer* et *régime* alimentaire adapté

# Hypercholestérolémie

- Même chez individu mince et faisant du sport
- **Alimentation** trop riche en graisse, en cholestérol ou fer (*hépatosidérose*)
- Si  $> 4\text{g/L}$ , **fatigue post-exercice** non en rapport avec l'intensité de l'activité
- **Dosages** cholestérol réguliers
- Risque accru de **pathologies cardiovasculaires** et **cancer**



# Problèmes de glycémie



- **Dépistage** d'un diabète éventuel ou **contrôle** d'un diabète connu
- Prévalence diabète **comparable** entre sportifs et sédentaires
- Attention, **glycémie fluctue avec les efforts**
- Possibilité d'**hypoglycémie modérée à jeun**
- Si **diabète**, risque d'**hypoglycémie** pendant ou après l'effort
- Certains **produits** peuvent **modifier** la **glycémie** de **repos**





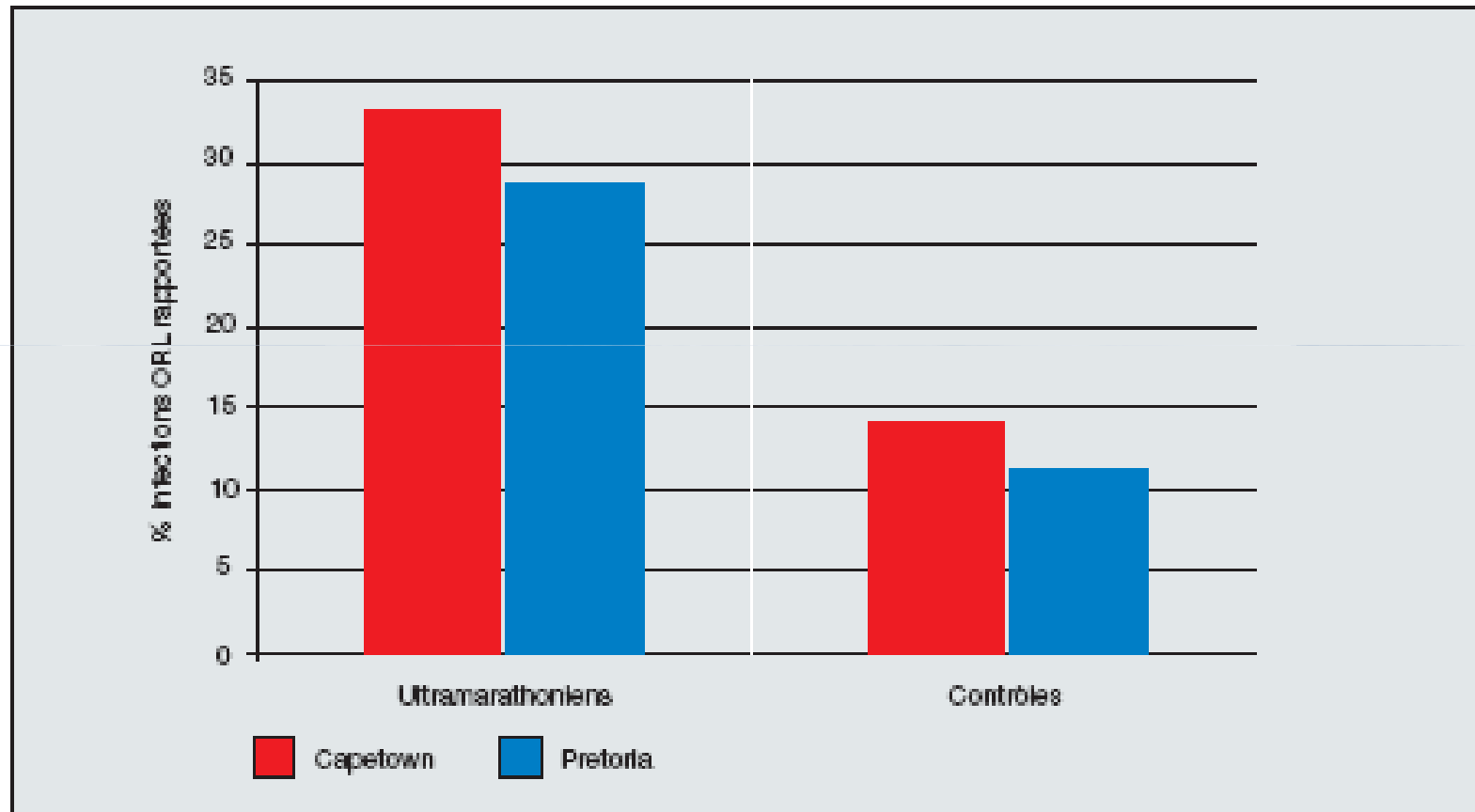


# Problèmes infectieux ou inflammatoires



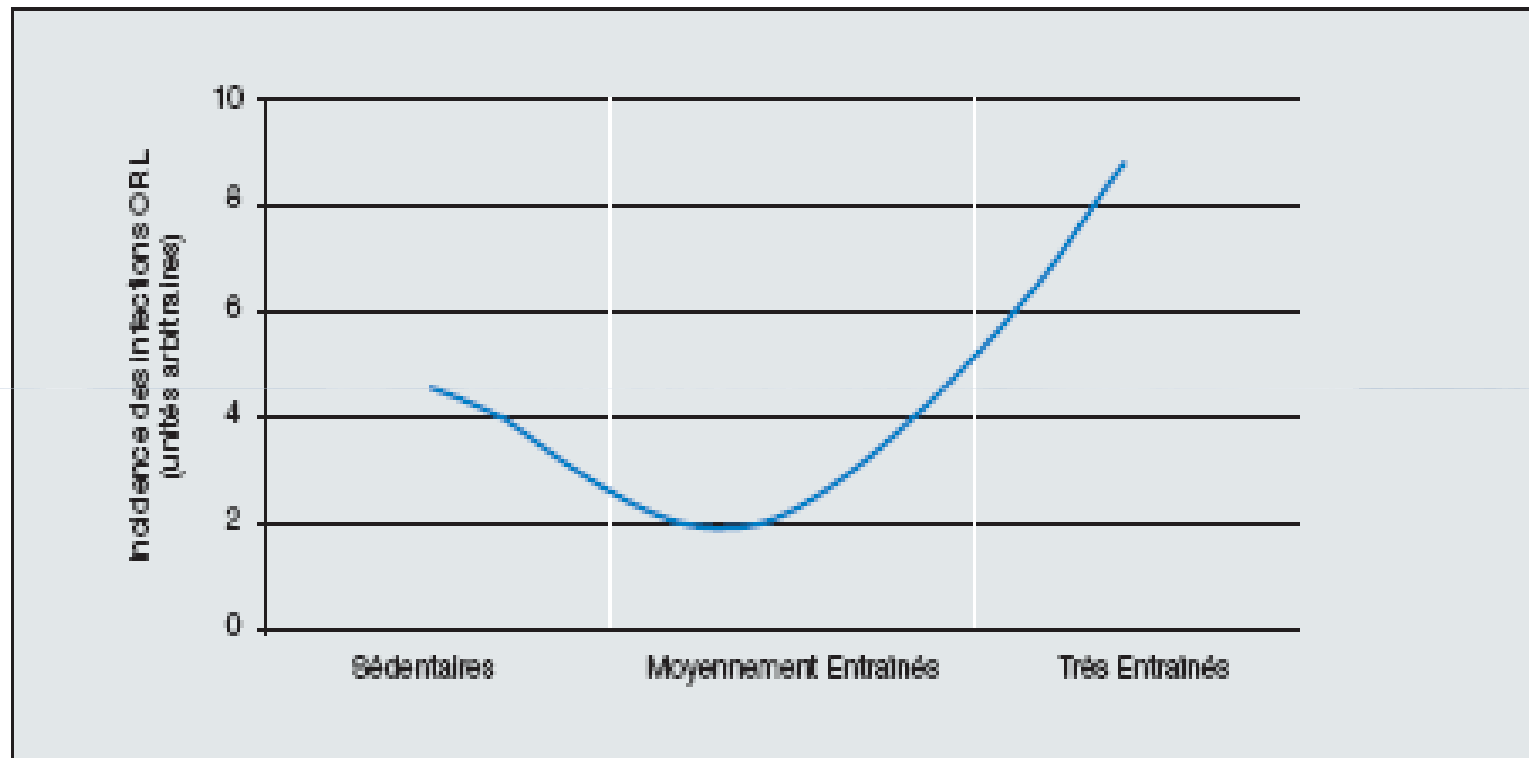
- **Aristote** évoquait 300 ans avant J.C. : "...un Homme tombe en état de maladie comme le résultat du manque d'exercice...".
  - En 1925, **Bailey** → infections pneumococciques chez des lapins
    - certains = exercice physique pendant le processus infectieux.
    - d'autres entraînés préalablement à la contamination.
- la fatigue **aiguë** (épuisement physique) et la fatigue **chronique** (au sens de l'entraînement physique) sont suivis d'effets opposés dans le cas de l'infection pneumococcique. La première semble rendre les lapins **plus fragiles**, la seconde **moins fragiles**...

# Problèmes infectieux ou inflammatoires



**Figure 3** Incidence des infections ORL dans les deux semaines suivant deux épreuves d'ultra-marathon (56 km). La différence avec les sujets contrôles est significative ( $p < 0.05$ ). D'après (35).

# Problèmes infectieux ou inflammatoires



**Figure 4** Incidence des infections ORL, selon le niveau d'activité physique.

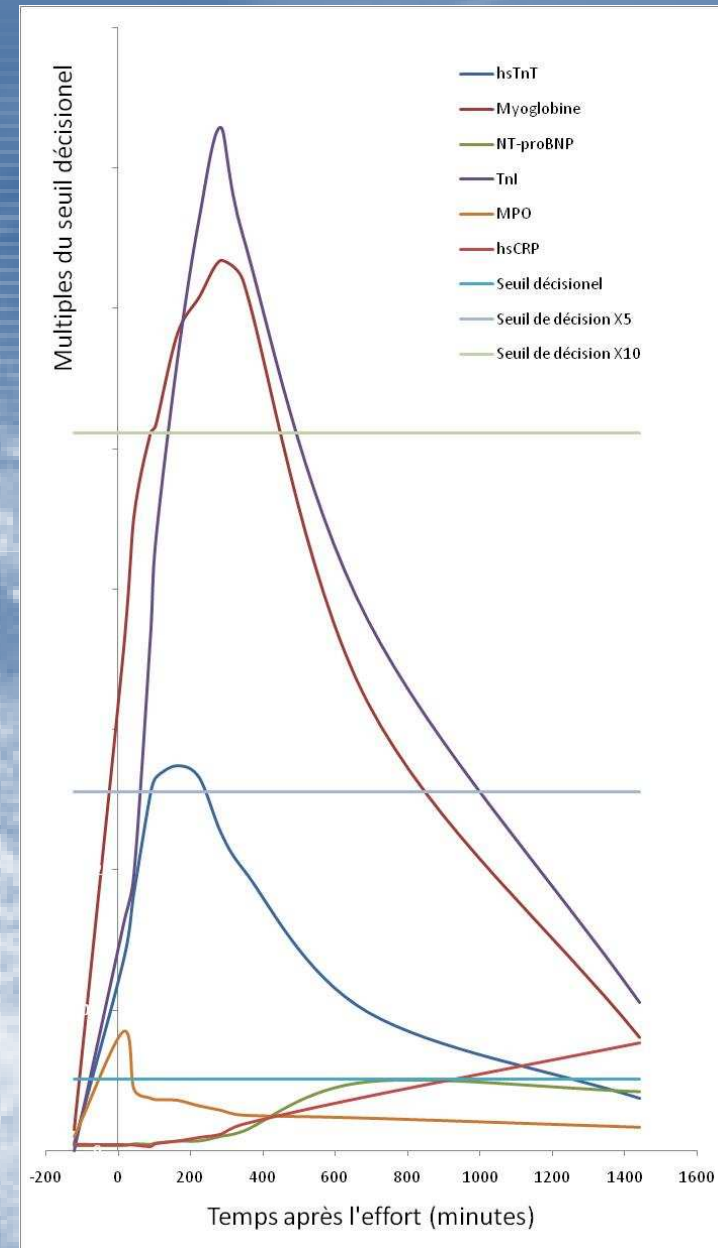
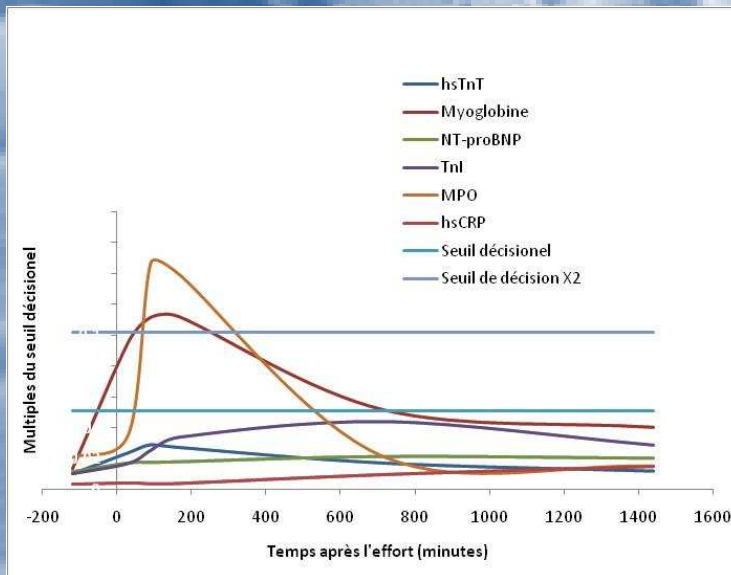
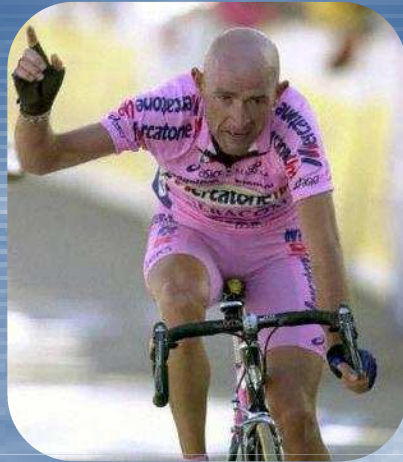
chez les sportifs très entraînés, la fonction de phagocytose des polynucléaires neutrophiles est largement réprimée, expliquant probablement la survenue fréquente d'infections de la sphère ORL en "période d'affûtage".

# Problèmes infectieux ou inflammatoires

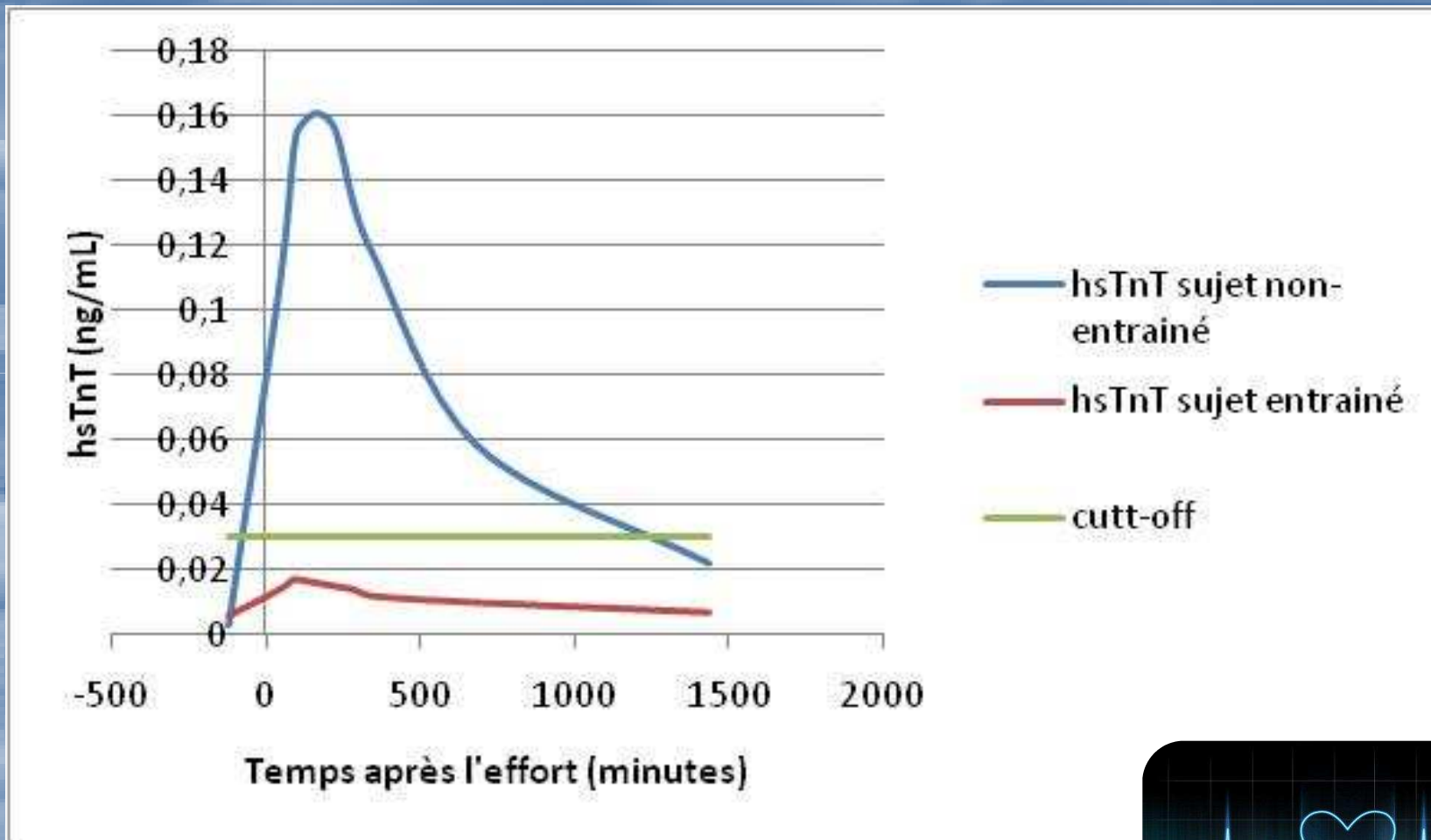


- Exercice physique *intense* et *prolongé* → modifications *quantitatives* ou *qualitatives* des composants du système immunitaire → altération des capacités de défense de l'organisme (« *fenêtre ouverte* »)
- *Infections VRS* (rhinites, pharyngites, angines, trachéites)
- Activité physique *régulière* et *modérée* → *réduction du risque infectieux* par rapport aux sédentaires

# Sport et risques cardio-vasculaires

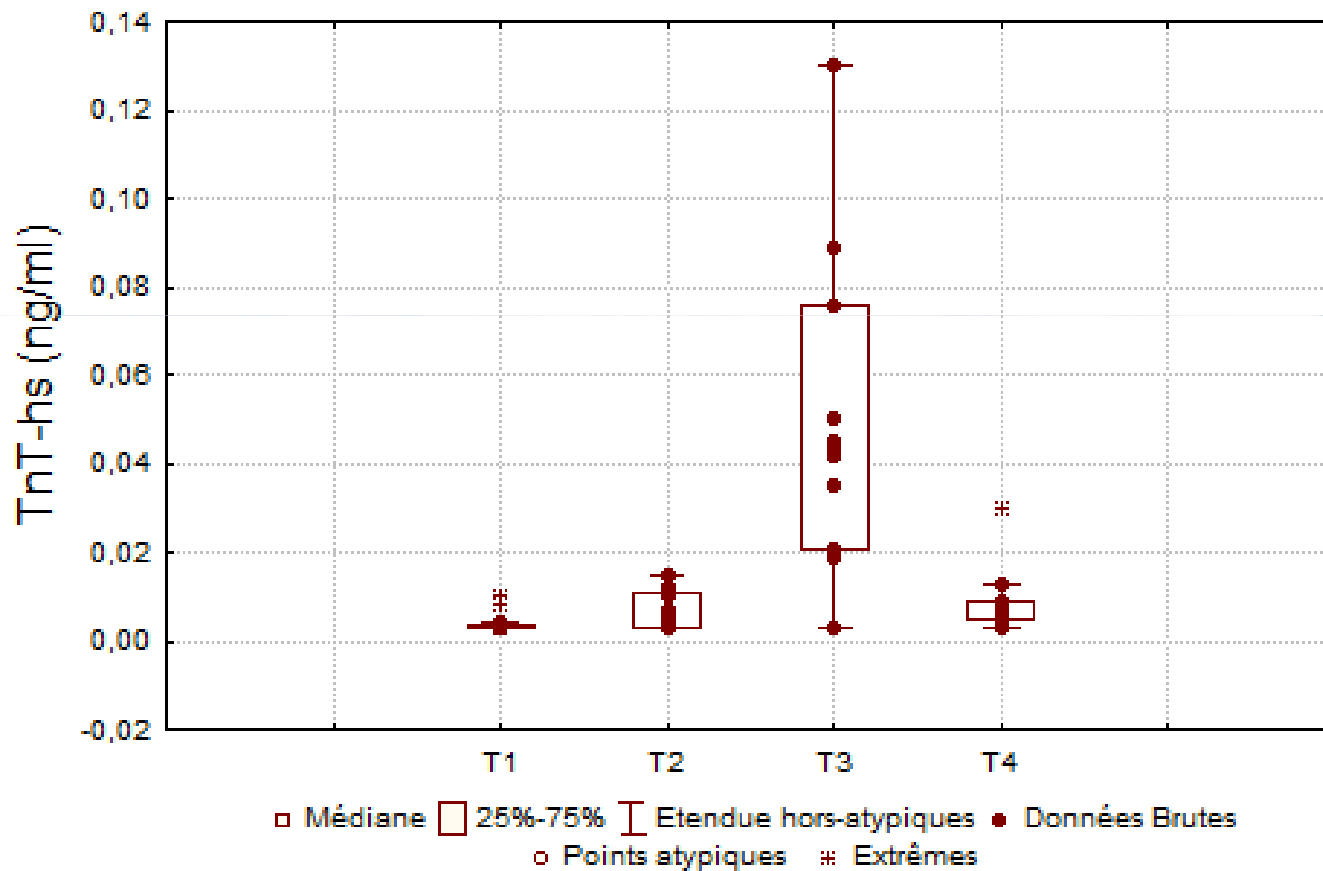


# Sport et risques cardio-vasculaires

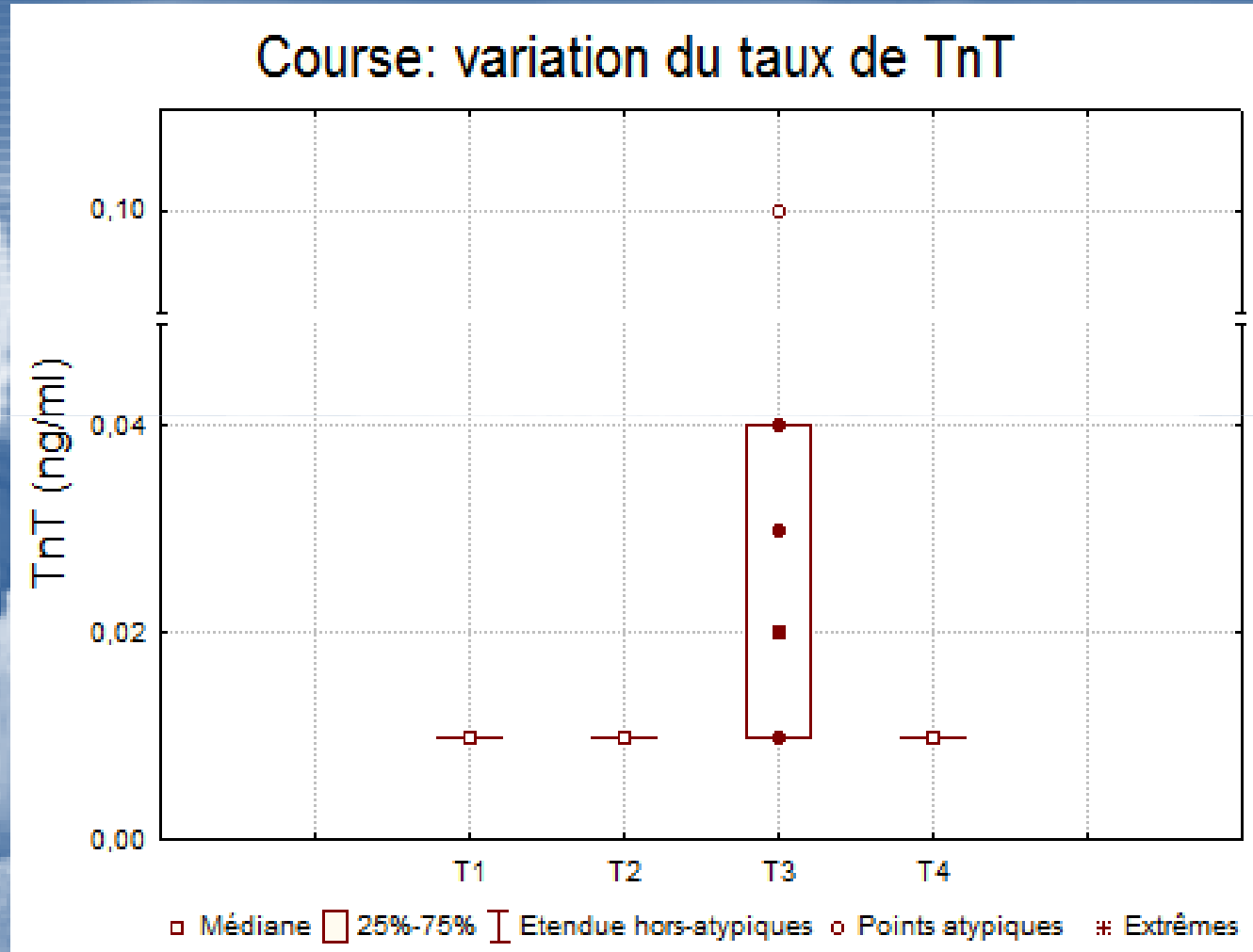


# Sport et risques cardio-vasculaires

Course: variation du taux de TnT-hs

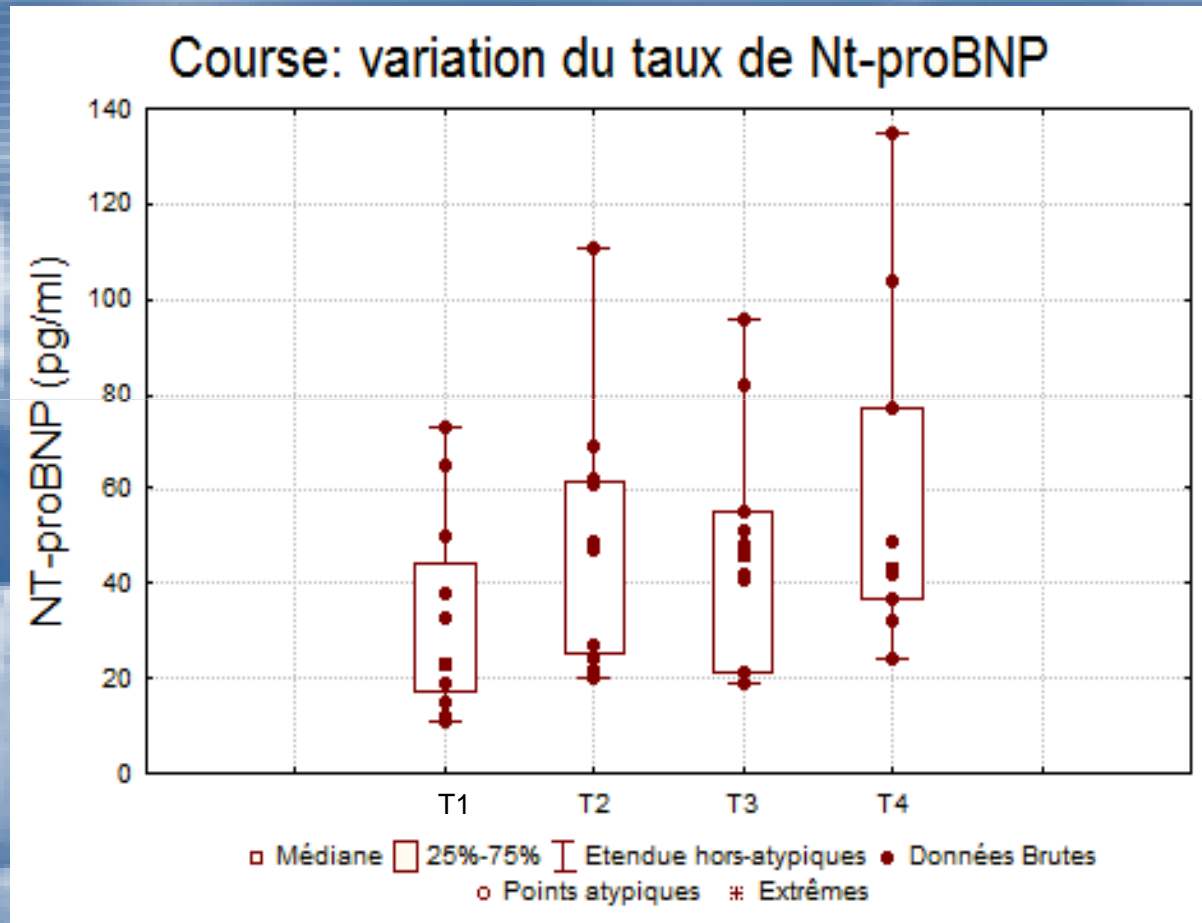


# Sport et risques cardio-vasculaires

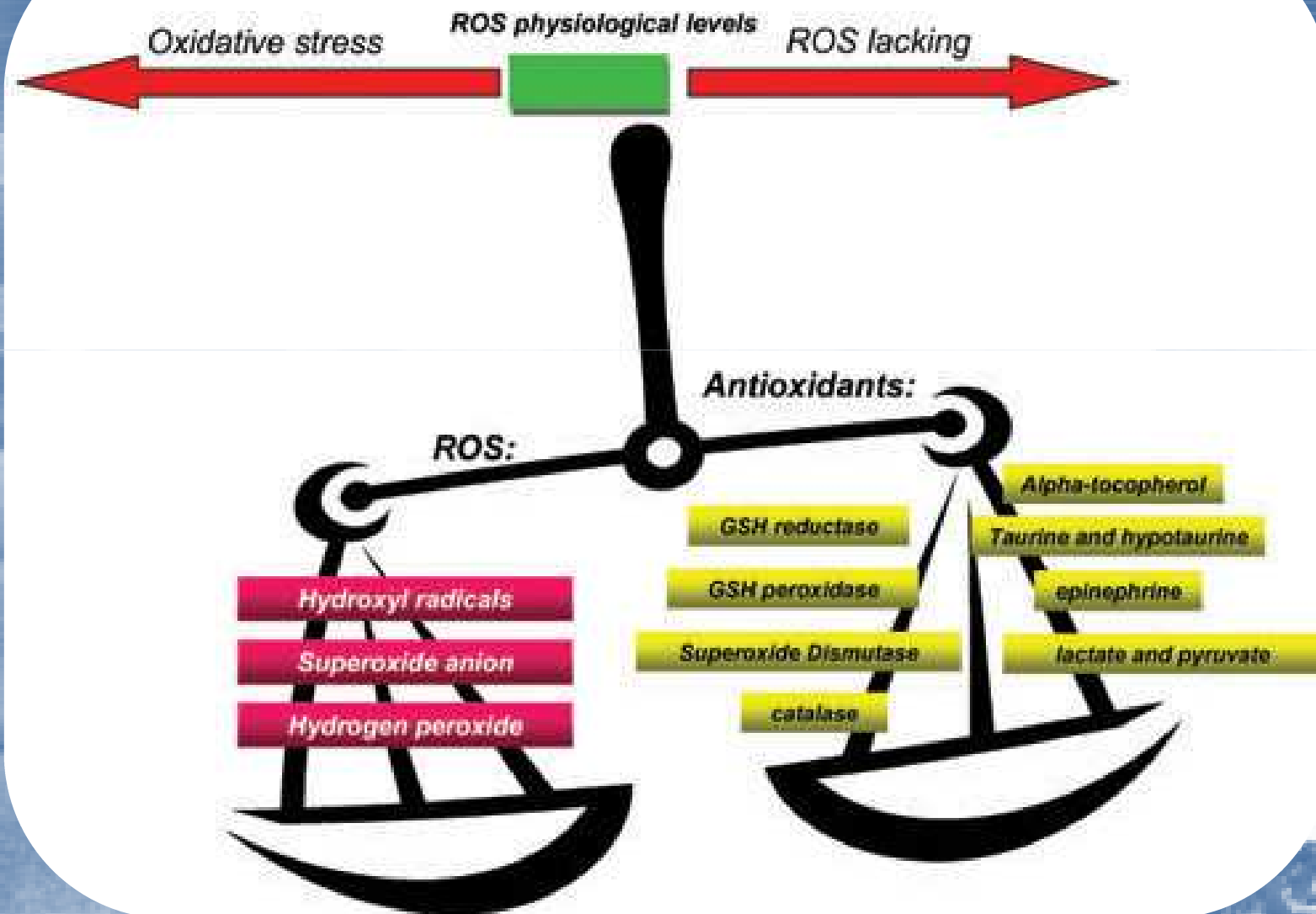




# Sport et risques cardio-vasculaires



# Sport et stress oxydant



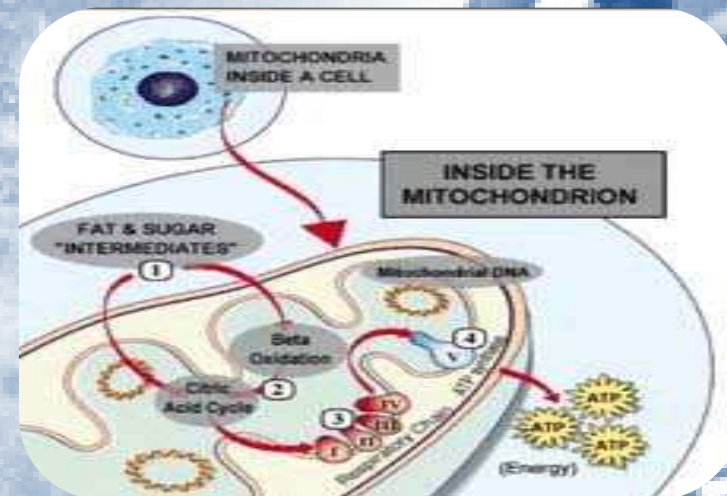
# Sport et stress oxydant

- Imperfections de la *chaîne respiratoire*
  - les électrons sont apportés un à un
  - 2 à 5% sont convertis en espèces oxygénées activées (*EOA*)
  - les *4 étapes* de réduction monoélectronique de l'oxygène - *intermédiaires réduits de l'oxygène*



# Sport et stress oxydant

- Origine des R.L. formés à l'exercice
  - **mitochondries** musculaires (2 à 5% synthétisé en anion superoxyde)
  - **xanthine oxydase** (musculaire et hépatique)
  - cellules **phagocytaires** (macrophages, neutrophiles)
  - **protéines ferriques** (microlésions des fibres musculaires)



# Sport et stress oxydant

- Les **EOA** ou ROS
  - dotées de **propriétés oxydantes**
  - réactions avec **différents substrats biologiques**
- **RL** font partie des EOA

Cibles	Effets	Résultats
Protéines	Diminution de l'activité enzymatique	
Lipides	Dégats membranaires et oxydation	Altération de la structure et des fonctions cellulaires
ADN	Mutation	
Hydrates de carbone	Modification des récepteurs	

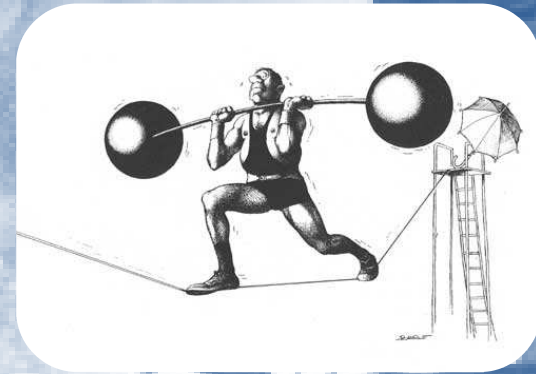
# Sport et stress oxydant

- ↗ *consommation en O<sub>2</sub>* → sportif soumis à stress oxydant
- Apparition de *dommages cellulaires*, troubles *immunitaires*, lésions *ostéo-articulaires*, AEG  
→ Nécessité d'une bonne *hygiène de vie* et bon *régime alimentaire*



# Sport et stress oxydant

- Exercice ~ *stress*
  - Conséquences métaboliques → atteintes *structures cellulaires*
  - Production de R.L. et élévation T° → lésions *tissulaires*
  - Production accrue de R.L. lors d'un *exercice d'intensité élevée*
    - *augmentation VO2*
    - *hyperthermie*
    - *ischémie-reperfusion locale*
    - *oxydation spontanée de l'épinéphrine, des catécholamines ou de l'acide lactique*
- *Production R.L. x 10*



# Suivi biologique du stress oxydant

- Vit C
- B-carotène
- Vit E ( $\alpha$  et  $\gamma$ -tocophérol)
- acide urique
- CoQ10
- glutathion oxydé et réduit
- glutathion peroxydase
- superoxydismutase
- Sélénium
- $\text{Cu}^+$
- $\text{Zn}^+$
- LDLox
- Peroxyde lipidique
- MPO





# Ultra-endurance

- > 4-6 heures → 40h!
- Cyclisme, course à pieds, Iron Man, raids, ...
- Pas de consensus
- > 42.195 kms
- 100 kms sur route plate
- Ultra-Trails (ex. UTMB : 166km avec 9600m de dénivelé)
- Semble supra-physiologique



# Ultra-endurance

## Répercussions cliniques et biologiques

Tableau 1 Principales données biologiques mesurées chez 11 coureurs au départ et à l'arrivée d'une course de 166km avec 9400 m de dénivelés.

	Départ		Arrivée		Maximum	Minimum
	Moyenne	ET	Moyenne	ET		
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	140	1	140	1	143	138
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	24	2	21	4	28	15
Urée (mmol/L)	6,3	1,5	11,1	3,0	15,8	6,4
Créatinine (μmol/L)	85	13	91	16	114	60
Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	2,4	0,1	2,4	0,1	2,6	2,2
ASAT (UI/L)	27	4	551	537	1695	103
ALAT (UI/L)	17	4	68	56	180	20
LDH (UI/L)	17	4	1148	1110	3698	436
CPK (UI/L)	330	67	15 775	17 161	50 722	1988
Myoglobine (μg/L)	28	13	1730	1482	4903	80
Bilirubine totale (μmol/L)	14	8	39	27	109	15
CRP (mg/L)	2	0	47	25	105	16
Hémoglobine (g/dL)	14,7	0,6	13,5	1,1	15,7	12,0
Leucocytes (/μL)	6218	1640	12 064	2175	15 100	8400

CPK : créatine-phosphokinase.

# Ultra-endurance

## Répercussions cliniques et biologiques

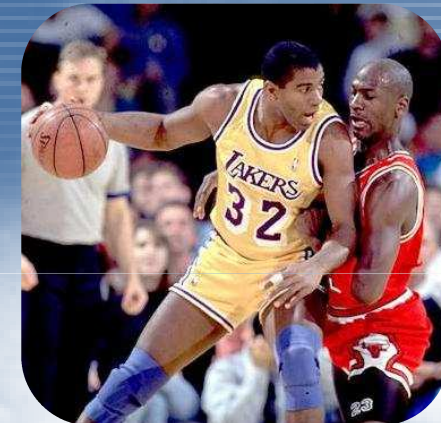
- BNP : augmentation non significative.
- TNT : augmentation en fonction de l'intensité de l'effort.

→ agression pour l'organisme

- syndrome inflammatoire important
- peu de complication grave



# Merci pour votre attention...



Colloque de Biologie Clinique 11-02-2009

Lien ORBI : <http://hdl.handle.net/2268/6029>



Colloque de Biologie Clinique 11-02-2009