

## Cours généraux de la formation « Moniteur Sportif Educateur »

**Thématique 3 : Facteurs déterminants de la performance et de l'activité**

**Module 2 : La machine humaine à l'effort**

Session de formation 2013-2014

Benoit N., 2013

### Préambule

- ✓ Cette présentation vient en support au syllabus des cours généraux du niveau « Moniteur sportif éducateur », thématique 3 « Facteurs déterminants de la performance et de l'activité », module 2 « La machine humaine à l'effort»
- ✓ Le syllabus est la référence des matières abordées dans ce module
- ✓ Ce support de présentation devrait aider le lecteur et le participant aux cours magistraux à mieux appréhender le contenu de ce module
- ✓ Le participant à la présentation magistrale des cours est ainsi guidé pour l'étude des matières proposées afin d'optimaliser ses chances de réussite

Benoit N., 2013

## Objectif de ce module de formation



### *En résumé ...*

Au premier niveau de formation, la machine humaine a été décrite de façon très générale. L'objectif de ce chapitre se veut plus spécifique par rapport à l'exercice physique. En effet, une série de systèmes ont, petit à petit, été mis en évidence pour leur rôle essentiel lors d'un exercice physique. Une importance qui se concrétise essentiellement par une adaptation spécifique lors de l'exercice, mais aussi, pour certains d'entre eux par une adaptabilité plus grande lors de la répétition de ces exercices (entraînement). Nous allons donc décrire plus en détails les 3 systèmes physiologiques principaux qui interviennent à l'exercice, ainsi que les mécanismes et modifications sous-jacents

Benoit N., 2013



## Un corps en mouvement ?



### Systèmes primordiaux à l'exercice :

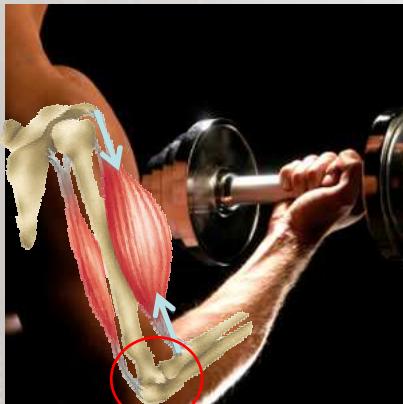
- Système neuro-musculaire
- Système cardio-respiratoire
- Contrôle hormonal



Benoit N., 2013



## Qu'est-ce qu'un muscle ?



<http://www.askmen.com/sports/keywords/muscles.html>

Muscle = Outil capable de générer une force => contraction musculaire

Force :

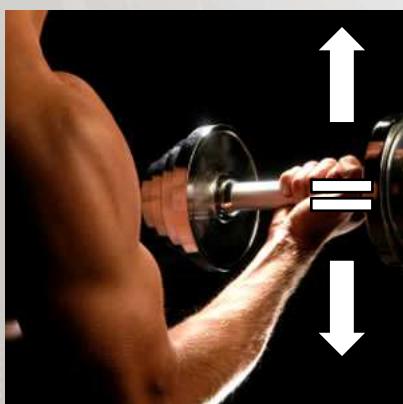
- Action : rapprocher les extrémités
- Orientation : Axe du tendon
- Point d'application : point d'insertion du tendon

Charnière articulaire = élément déterminant car permet le mouvement

Benoit N., 2013



## Types de contraction musculaire ?



<http://www.askmen.com/sports/keywords/muscles.html>

Contraction concentrique : rapprochement des extrémités

Longueur du muscle diminue

Contraction isométrique : Pas de mouvement des extrémités

Longueur du muscle constante

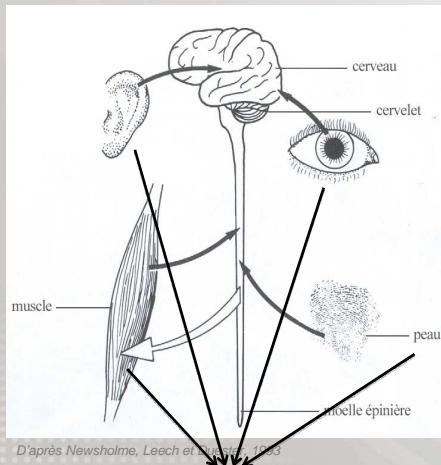
Contraction excentrique : Eloignement des extrémités

Longueur du muscle augmente

Benoit N., 2013



## Contrôle de la contraction ?



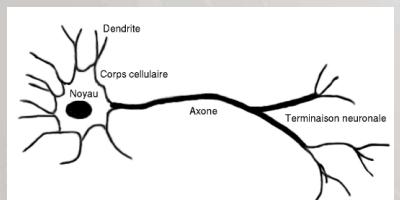
Intégration des informations environnantes

Benoit N., 2013

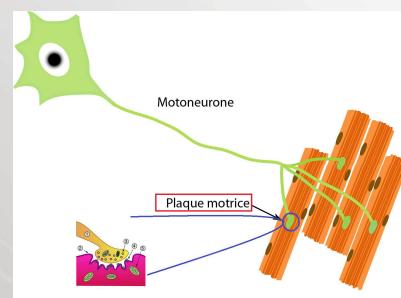
- ✓ Coordination nécessaire entre tous les muscles du corps ( $\approx 656$ ) pour un mouvement harmonieux
- ✓ Commande de contraction ou relâchement => cerveau, cervelet, moelle épinière
- ✓ Nerfs périphériques = voies de circulation de l'information

## Qu'est-ce qu'un nerf ?

- ✓ Nerf = regroupement des prolongements des cellules nerveuses (**neurones**)
- ✓ Neurones responsables du contrôle musculaire = **motoneurones**



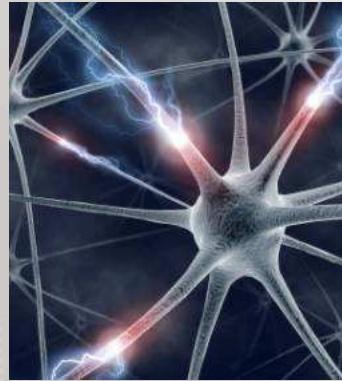
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Neurone.png>



[http://www.lafed-um1.fr/statique/upload/tuteur/plaque\\_2\\_d5ce1f299b.png](http://www.lafed-um1.fr/statique/upload/tuteur/plaque_2_d5ce1f299b.png)

Benoit N., 2013

## Transmission de l'information neuronale ?



[http://www.maxisciences.com/peau/innovation-quand-la-peau-devient-neurone\\_art5537.html](http://www.maxisciences.com/peau/innovation-quand-la-peau-devient-neurone_art5537.html)

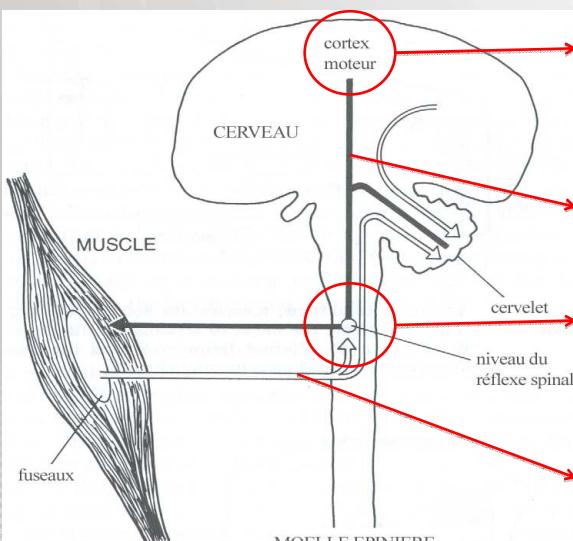
- ✓ ≈ signaux électriques : **potentiels d'action (PA)**

- ✓ PA issu d'une dépolarisation transitoire de la membrane : système ON/OFF
- ✓ Variabilité du message transmis > fréquence de décharge

Benoit N., 2013



## Hiérarchisation du contrôle moteur



Origine du mouvement – organisation somatotopique

Influx nerveux (commande motrice)

Relais – Motoneurones de la moelle épinière

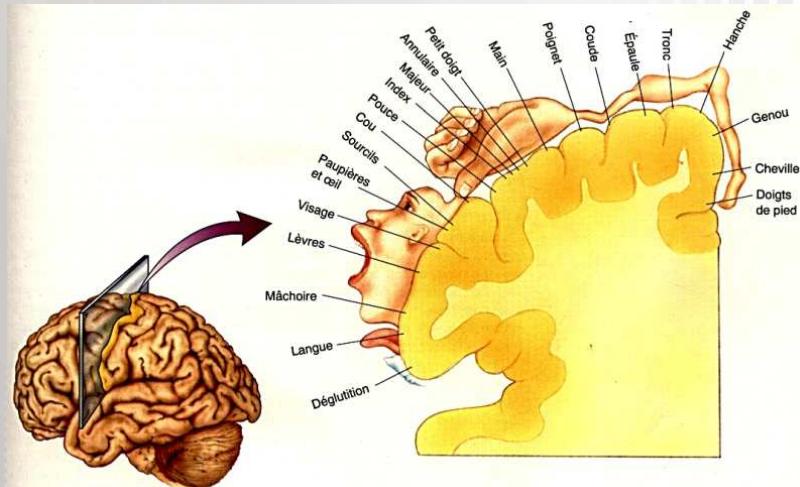
Influx nerveux (feedback)

D'après Newsholme, Leech et Duester, 1993

Benoit N., 2013



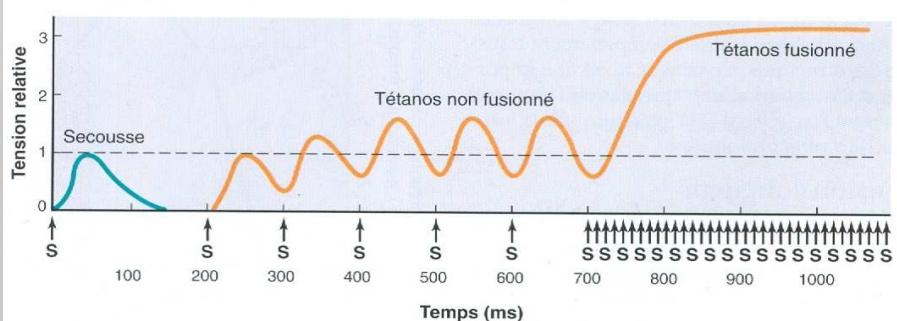
## Hiérarchisation du contrôle moteur



<http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/23445/ch01.html>

Benoit N., 2013

## Passer du PA à la contraction musculaire ?

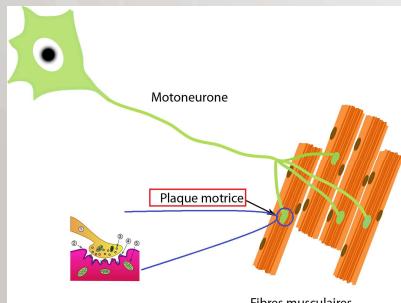


D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

- S = Impuls
  - Tension re
  - Tétanos fu
- Augmenter la force développée > augmentation de la fréquence de décharge des motoneurones  
= premier mécanisme d'adaptation à l'entraînement de la musculation

Benoit N., 2013

## Notion d'unité motrice



[http://www.lafed-um1.fr/statique/upload/tuteur/plaque\\_2\\_d5ce1f299b.png](http://www.lafed-um1.fr/statique/upload/tuteur/plaque_2_d5ce1f299b.png)

- ✓ Motoneurone => plusieurs cellules musculaires (**fibres musculaires**)
- ✓ Contraction simultanée sous l'influence d'un motoneurone
- ✓ Motoneurone + fibres musculaires = **unité motrice**

Modulation de la force = modulation du nombre d'unités motrices mises en jeu

Benoit N., 2013



## Adaptabilité du contrôle moteur ?



- ✓ Développer une force dépend de :
  - Fréquence de décharge
  - Nombre d'unités motrices mises en jeu
- ✓ Systèmes de feedback (rétroaction) : modification du programme en cours de mouvement
  - Réflexe d'étirement
  - Réflexes spinaux
  - Cervelet
  - Organe de Golgi

Benoit N., 2013



## Réflexe d'étirement

- ✓ Mécanisme incomplètement compris

- ✓ Structures interconnectées (fibres sensibles et motrices sensibles à l'étirement des muscles)

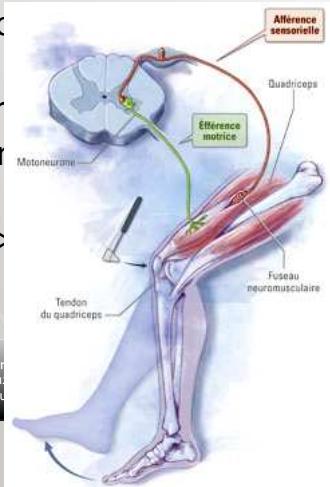
- ✓ Omniprésent => réflexe de base

Etirement brutal

Stimulation du fuseau neuromusculaire

Activation des neurones du muscle concerné

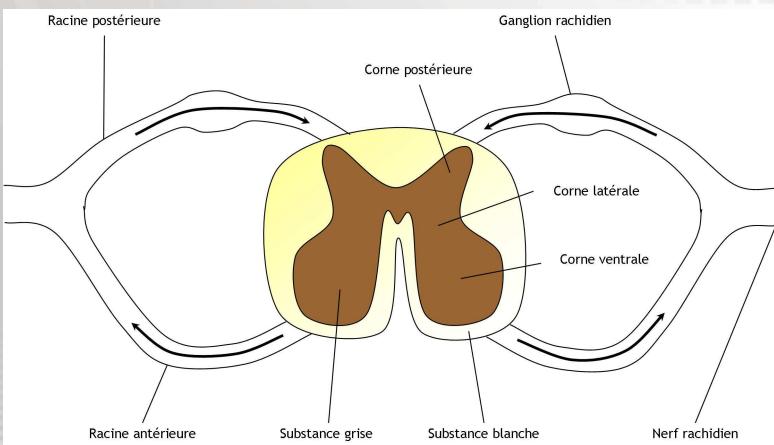
Contraction du muscle étiré



<http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dossiers/d/medecine-drogues-effets-dependance-961/page/7/>

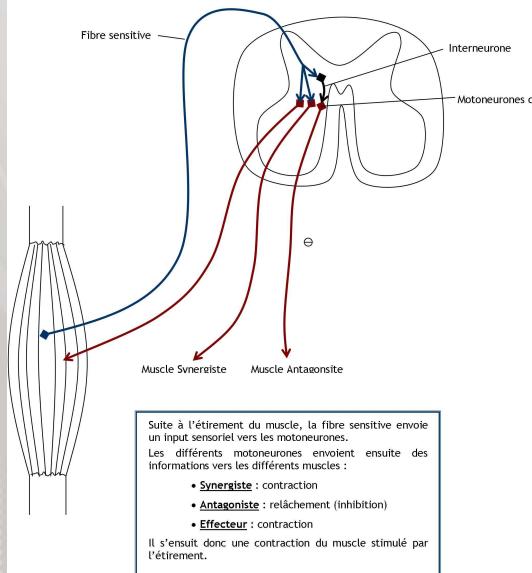
Benoit N., 2013

## Réflexe d'étirement



Benoit N., 2013

## Réflexe d'éirement



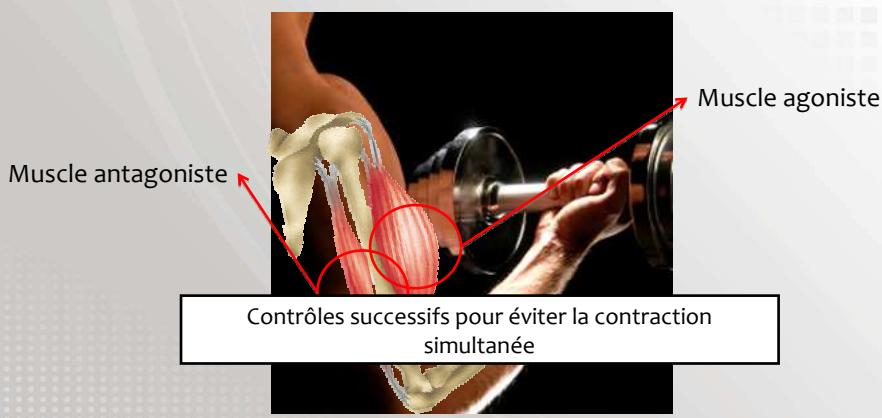
Benoit N., 2013



## Autres réflexes spinaux



- ✓ Contrôle des muscles agonistes/antagonistes



Benoit N., 2013



## Cervelet



<http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Encéphale/1001411>

- ✓ Ajustement des mouvements
- ✓ Contrôle la sensibilité des réflexes et les tensions musculaires
- ✓ Centre intégrateur (feedbacks visuels, auditifs, ...)

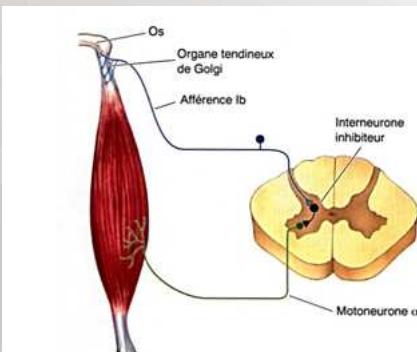
Benoit N., 2013



## Organes de Golgi



- ✓ Situés dans les tendons et ligaments
- ✓ Structures nerveuses sensibles à la tension



[www.dematice.org/ressources/PCEM1/Histologie/P1\\_histo\\_015/Web/co/Contenu2-5.html](http://www.dematice.org/ressources/PCEM1/Histologie/P1_histo_015/Web/co/Contenu2-5.html)

Benoit N., 2013



## Structure microscopique du muscle ?



[http://upload.majeutapedia.org/picture/système\\_musculaire-1317626674.jpg](http://upload.majeutapedia.org/picture/système_musculaire-1317626674.jpg)

Benoit N., 2013

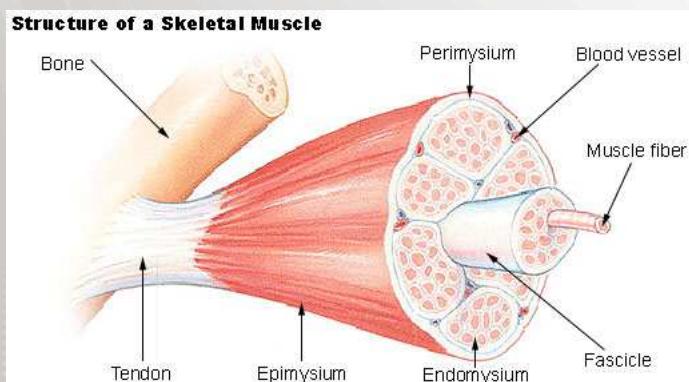
- ✓ Nature filamenteuse :  
**fibres musculaires ou myocytes**
- ✓ Longueur variable  
(ques mm à ques cm)
- ✓ Polynucléées
- ✓ Equipement protéique capable de générer une force



## Structure microscopique du muscle ?



- ✓ Muscle = ensemble de fibres maintenues par du tissu conjonctif (contenant du collagène)



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Illu\\_muscle\\_structure.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Illu_muscle_structure.jpg)

Benoit N., 2013



## Structure microscopique du muscle ?



### Particularités :

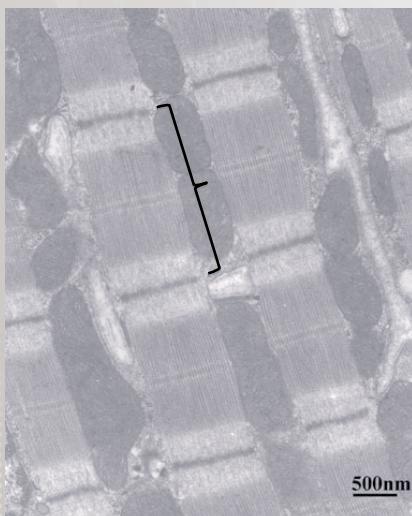


- ✓ Fibres « obliques » => angle de pénétration
- ✓ Tendons longs : ex. muscles de l'avant-bras

Benoit N., 2013



## Muscle squelettique strié ?



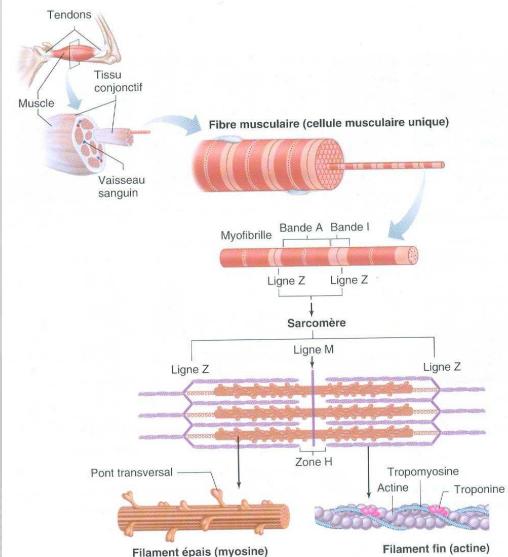
- ✓ Alternance de bandes sombres et claires
- ✓ > disposition des filaments protéiques : **myofibrilles**
- ✓ Répétition des unités contractiles de base du muscle : **sarcomère**

<http://temsamprep.in2p3.fr/fiche/fiche.php?lang=fr&fiche=24>

Benoit N., 2013



## Structure microscopique du sarcomère

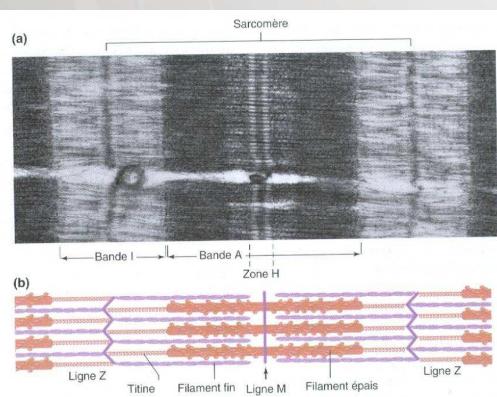


D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

Benoit N., 2013



## Structure microscopique du sarcomère



D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

Benoit N., 2013

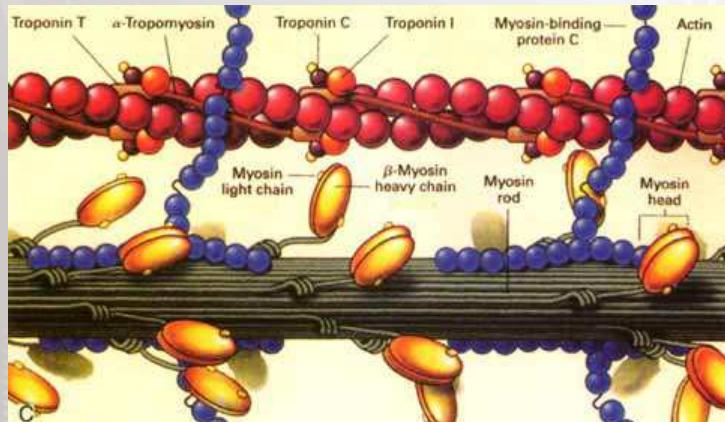
✓ Espace entre actine et myosine = tête de myosine

✓ Contraction musculaire = création de ponts transversaux

✓ Ponts transversaux = génération d'une force



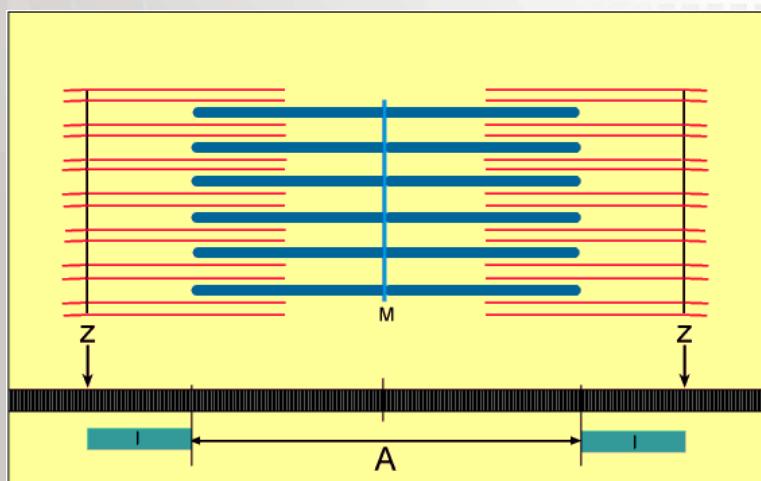
## Structure microscopique du sarcomère



Benoit N., 2013



## Mécanisme de contraction musculaire



Benoit N., 2013



## Mécanisme de contraction musculaire



(a) Relâchement

Bandes I

Zones H

Formation et détachement des ponts transversaux :  
consommation d'une molécule d'ATP

Ponts A      Bande I      Zone H

Transformation d'E chimique en E mécanique

(b) Raccourcissement

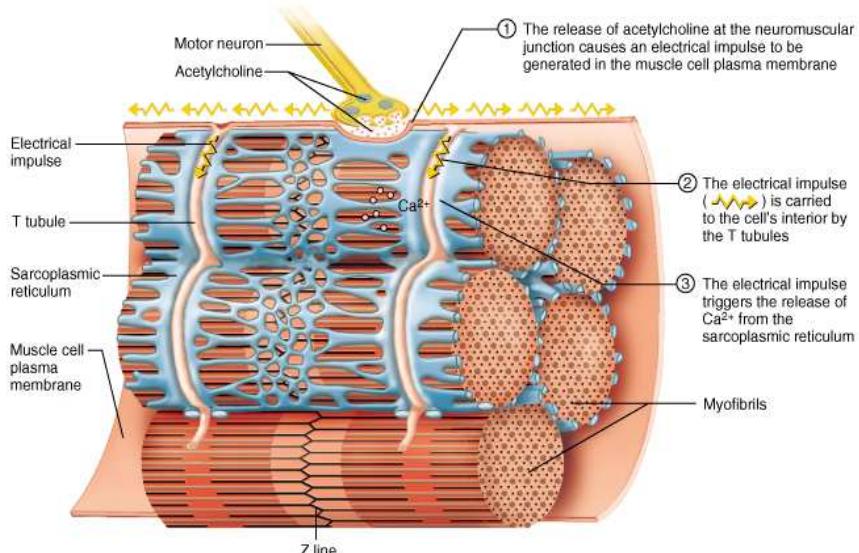
Facteur limitant = approvisionnement en ATP

Ligne Z      Ligne Z      Ligne Z

Benoit N., 2013



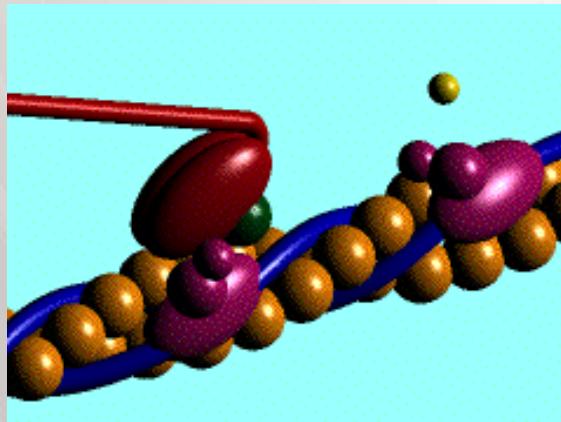
## Liaison influx nerveux - contraction



Benoit N., 2013

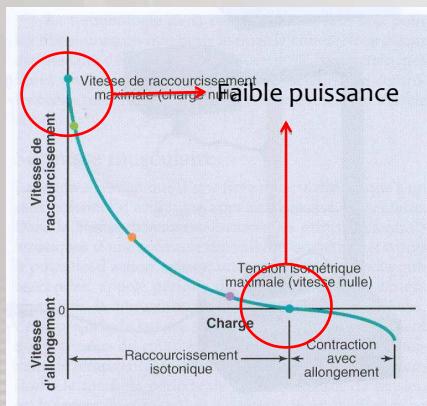


## Liaison influx nerveux - contraction



Benoit N., 2013

## Relation Force-Vitesse

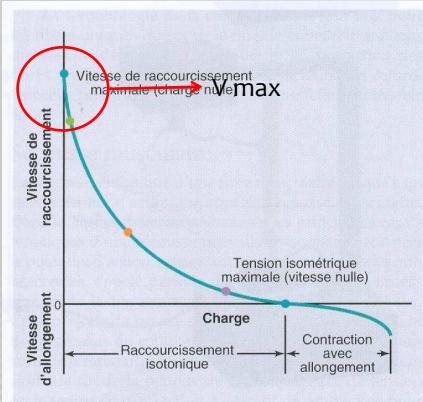


D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

- ✓ Relation importante car conditionne la puissance développée par le muscle
- ✓ Puissance = Force\*vitesse
- ✓ Intérêt de l'entraînement :
  - Déterminer F et v => Pmax
  - Faiblesses à haute ou basse vitesse
  - Travail à vitesse élevée : spécifique
  - Travail à faible vitesse : renforcement musculaire

Benoit N., 2013

## Typologie musculaire



D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

- ✓  $V_{max}$  dépend de la typologie musculaire (type de myosine)
- ✓ 3 isoformes existant (I, IIa, IIx)

Benoit N., 2013

## Typologie musculaire

### Fibre de type I (lentes)

- ✓ Myosine de type I
- ✓ Raccourcissement lent
- ✓ Peu fatigables
- ✓ Activité élevée des enzymes oxydatives
- ✓ Activité faible des enzymes glycolytiques

### Fibre de type IIa

- ✓ Myosine de type IIa
- ✓ Raccourcissement de vitesse « intermédiaire »
- ✓ Moyennement fatigables
- ✓ Activité élevée des enzymes oxydatives et glycolytiques

Benoit N., 2013

## Typologie musculaire



### Fibre de type IIx (rapides)

- ✓ Myosine de type IIx
- ✓ Raccourcissement rapide
- ✓ Très fatigables
- ✓ Activité faible des enzymes oxydatives
- ✓ Activité élevée des enzymes glycolytiques

Existence de fibres mixtes => continuum vitesse raccourcissement

Muscles => dominantes de certaines fibres

Entraînement peut modifier le type de fibre

Benoit N., 2013

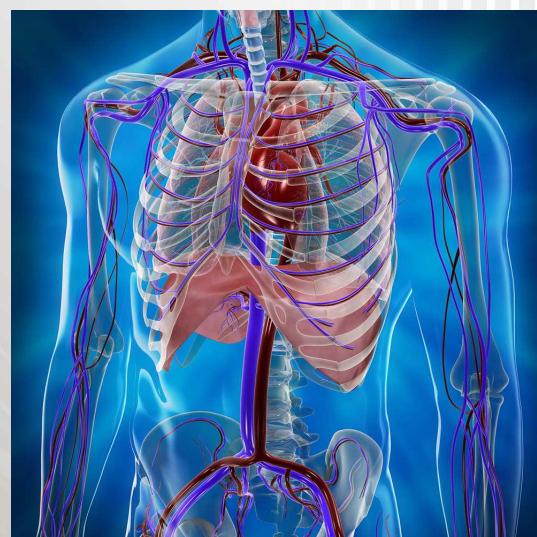


## Système cardio-vasculaire



- ✓ Cœur (pompe)
- ✓ Vaisseaux sanguins (canalisations)
- ✓ Sang (liquide)

=> Apporter l'O<sub>2</sub> nécessaire au bon fonctionnement cellulaire + transport des nutriments



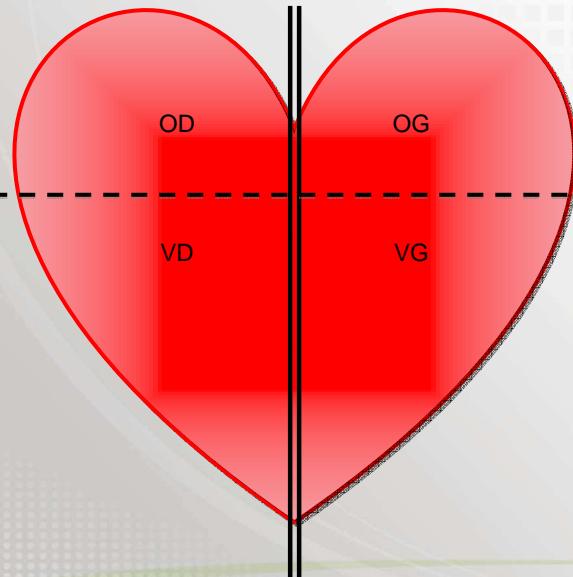
<http://beatkagen677s13.weebly.com>

Benoit N., 2013



## Structure anatomique de base du cœur ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

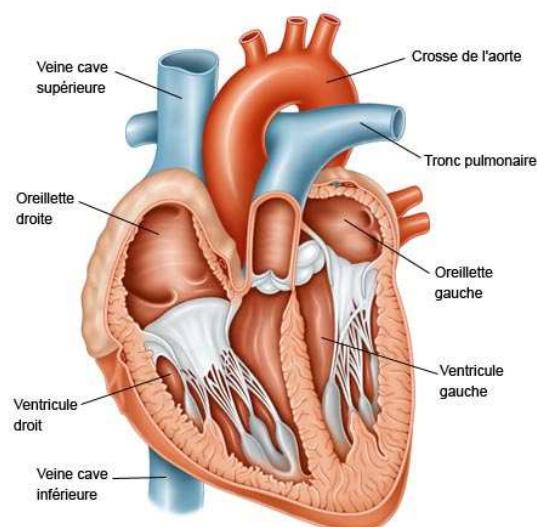


Benoit N., 2013

FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Structure anatomique de base du cœur ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

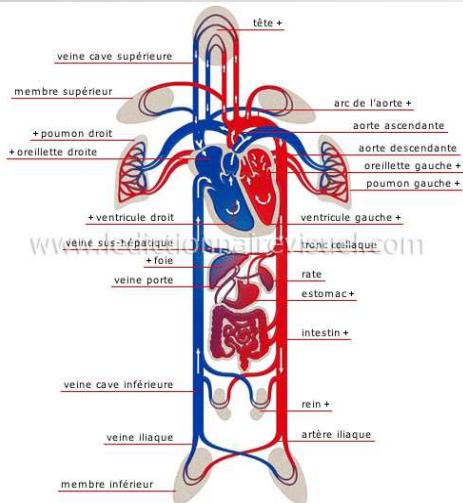


Benoit N., 2013

FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Fonction principale du cœur ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

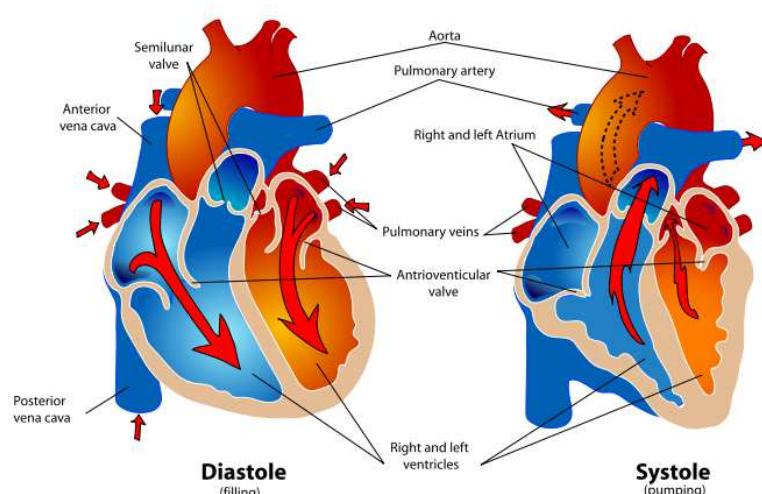


Benoit N., 2013

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Contraction cardiaque ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES



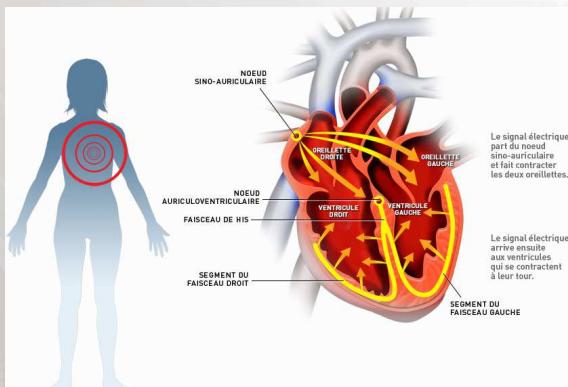
<http://www.laennext.com/fr/cardio.html>

Benoit N., 2013

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

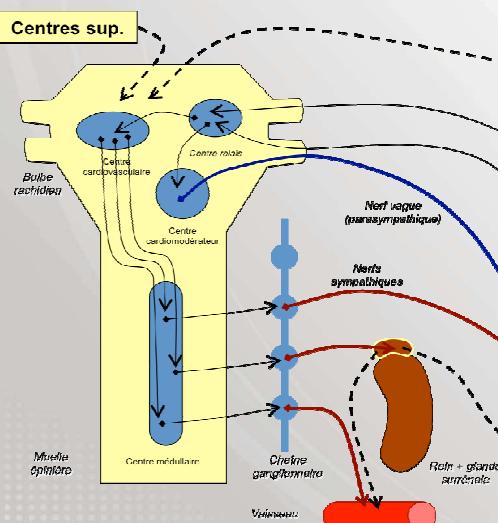
## Fréquence cardiaque ?

- ✓ Nombre de battements par unité de temps
- ✓ Fonctionnement autonome (nœud sinusal)



Benoit N., 2013

## Fréquence cardiaque ?

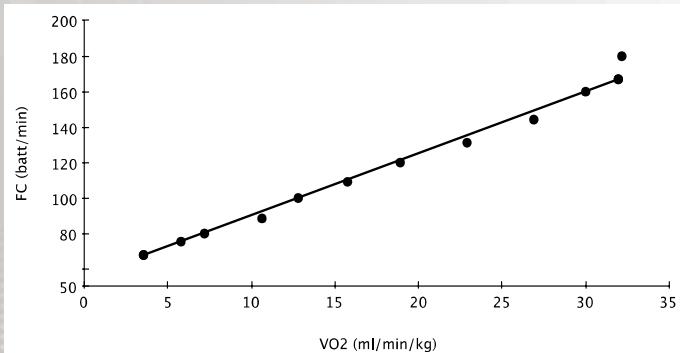


Benoit N., 2013

## Adaptation de la FC à l'exercice ?



- ✓ Hausse de la FC >< situation de repos
- ✓ Relation linéaire FC-Intensité



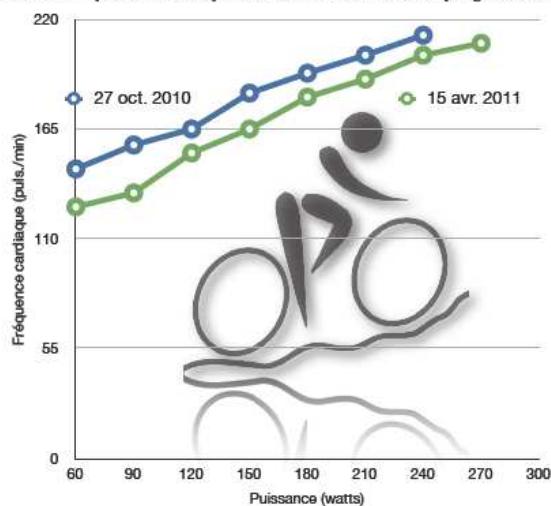
Benoit N., 2013



## Adaptation de la FC à l'exercice ?



Evolution de la fréquence cardiaque lors d'un test à intensité progressivement croissante



Benoit N., 2013



## Volume d'éjection systolique ?

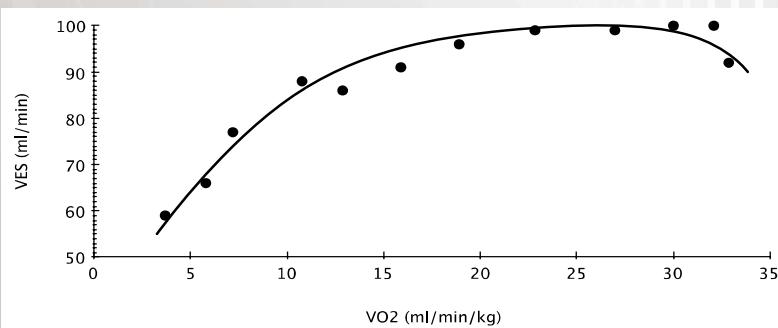


- ✓ Quantité de sang éjectée par le cœur à chaque contraction
- ✓ Dépend de :
  - Volume sanguin en fin de remplissage
  - Influences externes (adrénaline, système nerveux sympathique)

Benoit N., 2013



## Adaptation VES à l'exercice ?



Effet de l'entraînement : augmentation du VES

Benoit N., 2013



## Débit cardiaque ?



- ✓ Quantité de sang pompée par le cœur par unité de temps
- ✓ Valeur de repos = environ 5L/min

$$DC = VES * FC$$

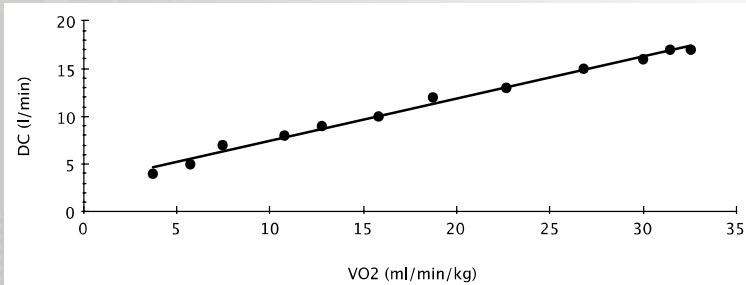
Benoit N., 2013



## Adaptation du DC à l'exercice ?



- ✓ DC varie en fonction de l'intensité de l'exercice
- ✓ Dépend de l'adaptation de la FC et du VES



Benoit N., 2013



## Répartition du DC ? Repos vs exercice



	<b>Repos</b>	<b>Exercice</b>
<b>Muscles</b>	20% (1)	84% (21)
<b>Foie</b>	27% (1,35)	2% (0,5)
<b>Reins</b>	22% (1,1)	1% (0,25)
<b>Cerveau</b>	14% (0,7)	4% (1)
<b>Peau</b>	6% (0,3)	2% (0,5)
<b>Cœur</b>	4% (0,2)	4% (1)
<b>Autres</b>	7% (0,35)	3% (0,75)
	<b>5l/min</b>	<b>25l/min</b>

Benoit N., 2013

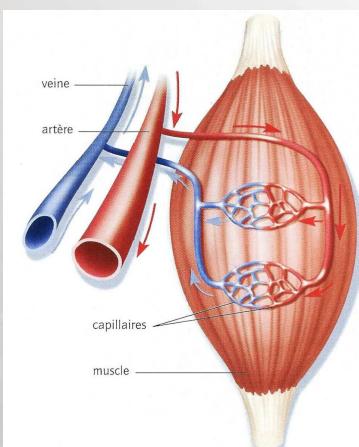


## Transport du sang ?



✓ Existence de « tuyau » - vaisseaux sanguins :

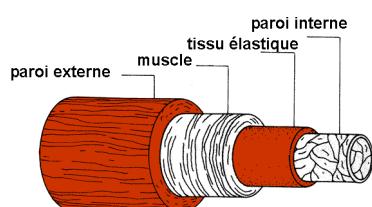
- Artères
- Capillaires
- Veines



Benoit N., 2013



## Artères

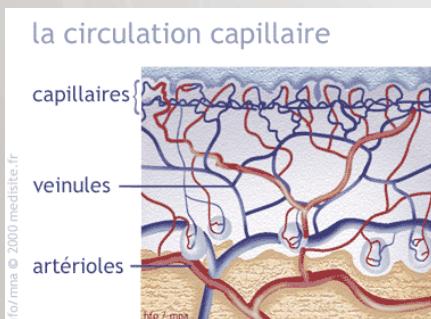


- ✓ Pression Artérielle Moyenne (PAM) = pression résiduelle du DC à laquelle s'oppose la Résistance Périphérique Totale (RPT)
- ✓ PAM varie en fonction du DC et de la RPT

Benoit N., 2013



## Capillaires

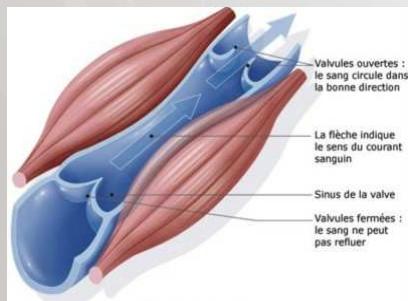


- ✓ Echange des nutriments et des produits du métabolisme
- ✓ Insertion au plus profond des tissus

Benoit N., 2013



## Veines



- ✓ Pression artérielle résiduelle très faible => écoulement possible grâce à :
  - Différence de pression
  - Pompe musculaire
  - Faible résistance à l'écoulement
  - Présence de valves « anti-retour »
- ✓ Insertion au plus profond des tissus

Benoit N., 2013



## Importance de l'oxygène ?



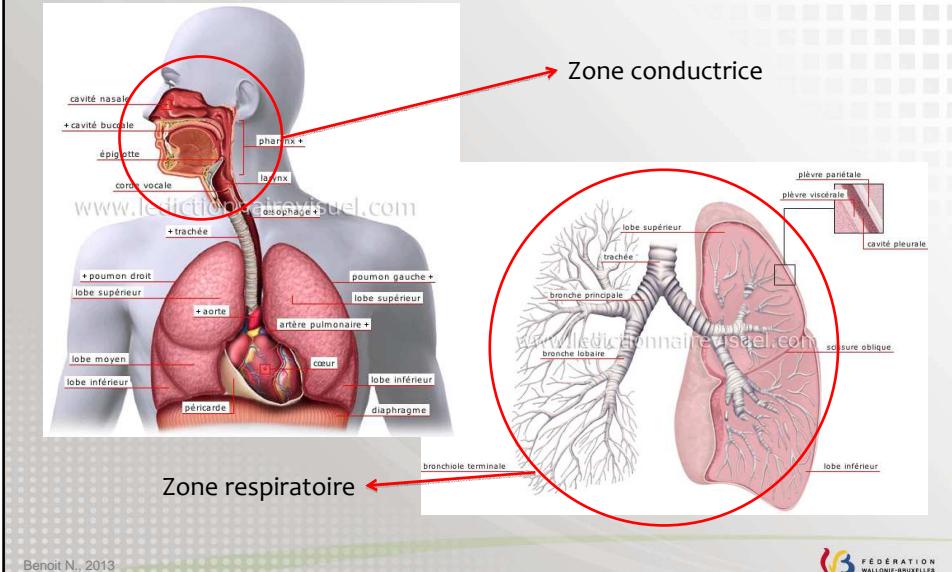
- ✓ Nécessaire pour la survie cellulaire = respiration cellulaire => oxydation des substrats énergétiques
- ✓ Apport d'oxygène vers les tissus = combinaison du système circulatoire et du système respiratoire
- ✓ Si l'activité cellulaire augmente, l'apport en oxygène doit augmenter en conséquence pour répondre ainsi à l'augmentation de la demande énergétique

Benoit N., 2013



## Structure anatomique du système respiratoire

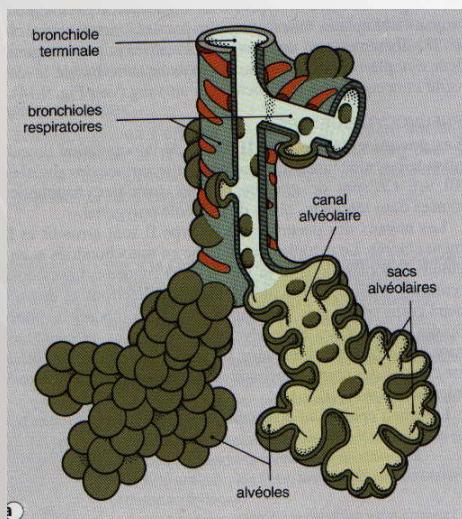
Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES



FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Structure anatomique du système respiratoire

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES



Benoit N., 2013

FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Mécanismes d'échanges respiratoires ?

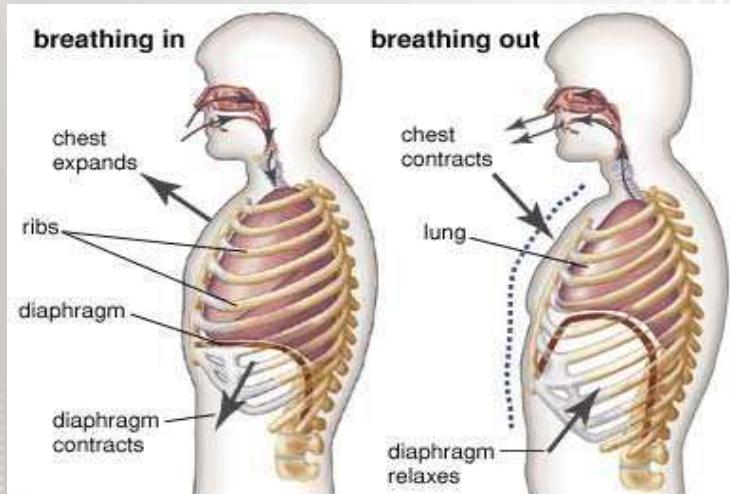


- ✓ Inspiration et Expiration permettent les échanges gazeux alvéolaires
- ✓ Flux d'air entre air ambiant et air alvéolaire
- ✓ Mécanismes possibles grâce à la musculature thoracique + caractéristiques élastiques de la cage thoracique
- ✓ Inspiration = mécanisme actif
- ✓ Expiration = mécanisme passif

Benoit N., 2013



## Mécanismes d'échanges respiratoires ?



Benoit N., 2013



## Relations de base de la respiration ?



- ✓ Ventilation minute = quantité d'air inspirée et expirée par unité de temps

$$VE = VC * FR$$

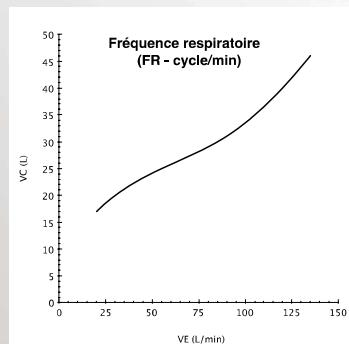
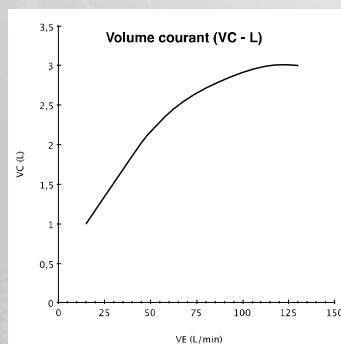
- ✓ Ventilation minute augmente avec l'intensité de l'exercice :

- Augmentation de FR
- Augmentation du VC

Benoit N., 2013



## Relations de base de la respiration ?



Benoit N., 2013



## Régulation de la ventilation ?

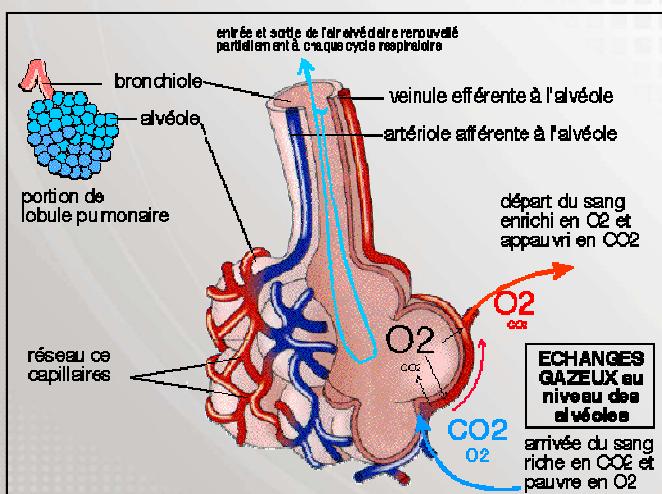


- ✓ Respiration non dépendante du contrôle volontaire
- ✓ Bulbe rachidien : **neurones inspiratoires bulbaires => PA vers les muscles intervenant dans les mécanismes respiratoires**
- ✓ Expiration : arrêt de l'influx nerveux (**mécanorécepteurs pulmonaires**)
- ✓ Rythme de base modifiable : récepteurs (**chémorécepteurs périphériques et centraux**) => centre pneumotaxique

Benoit N., 2013



## Echange gazeux ?



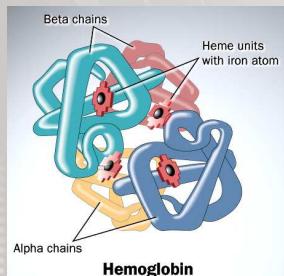
Benoit N., 2013



## Transport de l'oxygène dans le sang ?



- ✓ Oxygène se dissout peu dans le sang (1-2%)
- ✓ Majeure partie de l'oxygène > globules rouges > liaison à l'hémoglobine (Hb) : **Saturation**

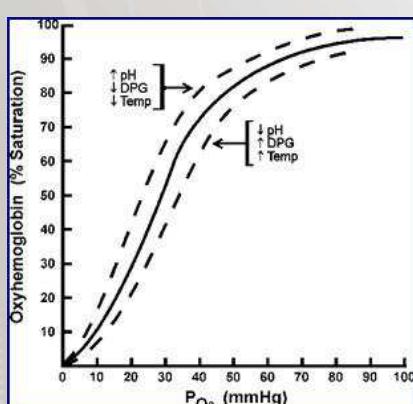


1gr Hb peut fixer 1,34ml d'O<sub>2</sub>  
Environ 15gr d'Hb / 100ml de sang  
=> Environ 20ml d'Oxygène / 100 ml  
de sang

Benoit N., 2013



## Saturation de l'Hémoglobine



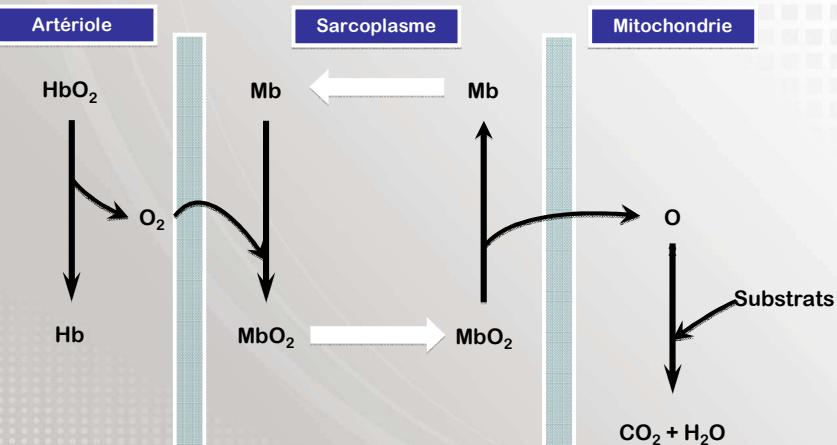
- ✓ Niveau de la mer : 97-99% (sujet sain)
- ✓ Altitude : PO<sub>2</sub> diminue > diminution saturation
- ✓ Exercice : déplacement de la courbe vers la droite (altération moléculaire – hausse de température et baisse du pH)

Benoit N., 2013



## Transport tissulaire ?

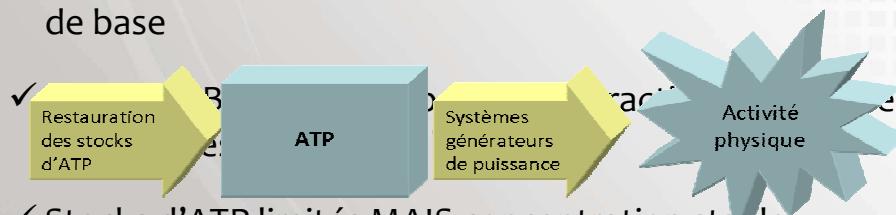
### Cycle Mb – MbO<sub>2</sub> Muscle



Benoit N., 2013

## Apport énergétique à l'exercice ?

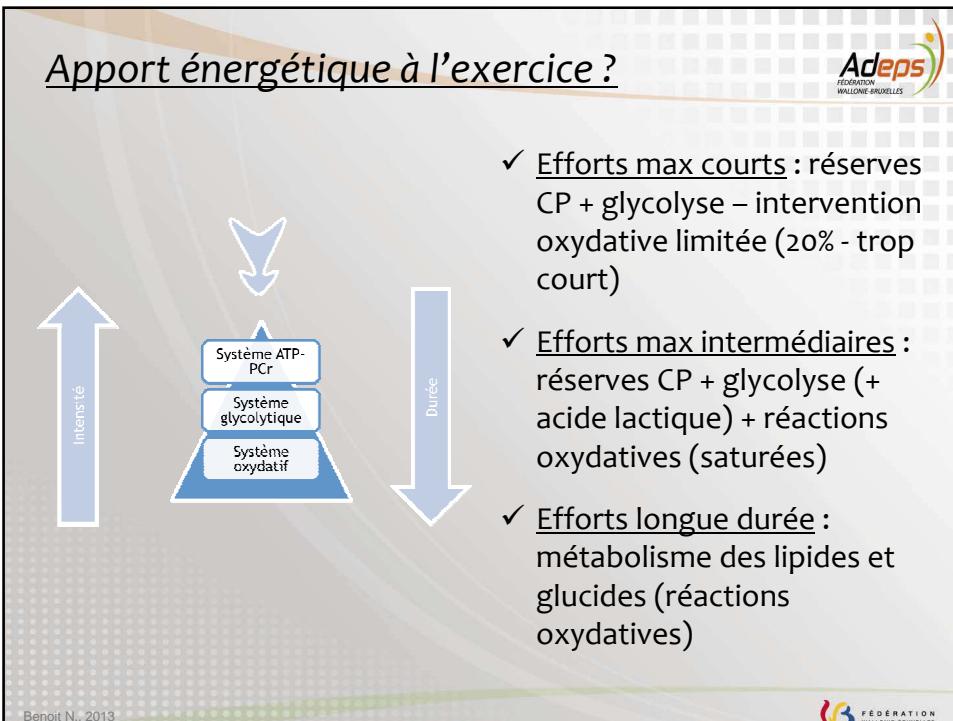
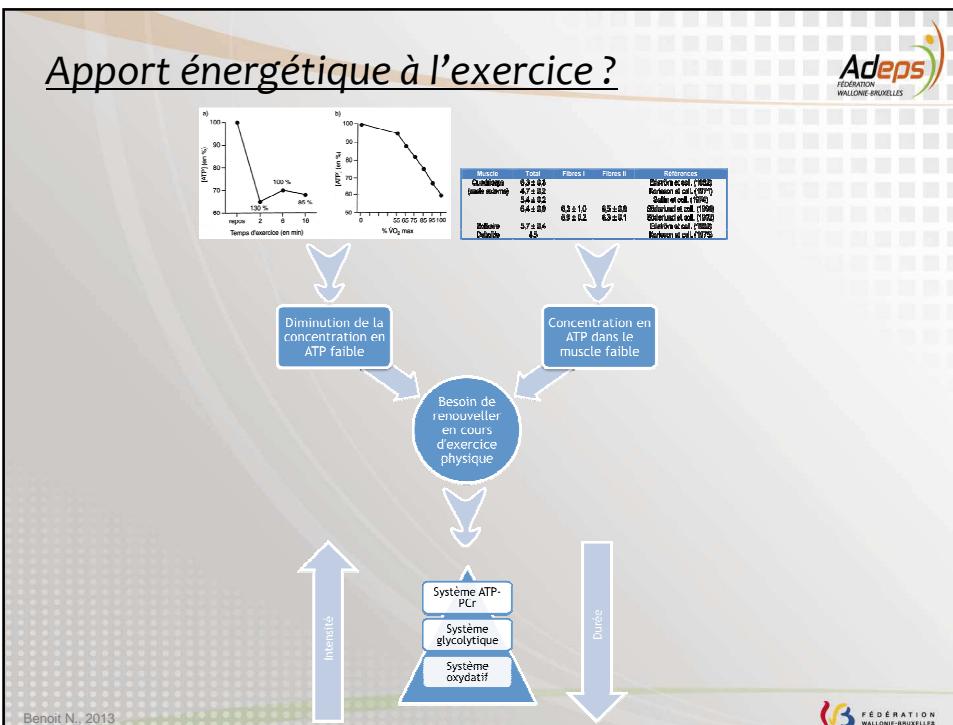
- ✓ Monnaie d'échange énergétique = ATP
- ✓ Repos : Besoin d'ATP pour assurer le fonctionnement de base



- ✓ Stocks d'ATP limités MAIS concentration stable :

➤ Résultat d'un équilibre entre entrées et sorties

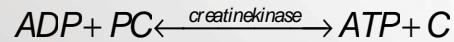
Benoit N., 2013



## Système des phosphagènes



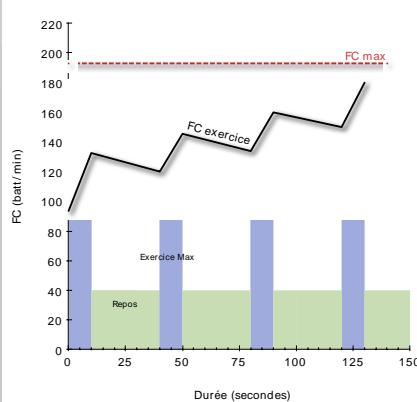
- ✓ Réaction rapide
- ✓ Cytosol
- ✓ Stocks de PC limités > quelques secondes
- ✓ Restauration PC (sens inverse) lors de la récupération : 5-6' post-ex
- ✓ Enfants : stocks PC ne sont pas différents



Benoit N., 2013



## Adaptations cardiaques et respiratoires lors d'exercices de courte durée ?

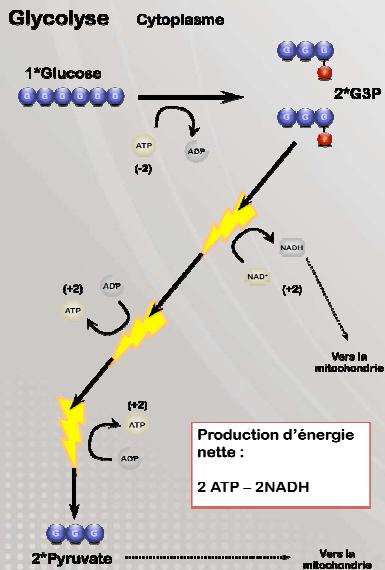


- ✓ Hausse de la ventilation et de la FC > pas max après 1 répétition
- ✓ Répétition des exos > tend vers valeurs max

Benoit N., 2013



## Système glycolytique



- ✓ Glucose (glycogène) > libération rapide d'E sous forme d'ATP

- ✓ Cytosol

- ✓ Bilan : 2\* pyruvate – 2ATP – 2NADH

Benoit N., 2013

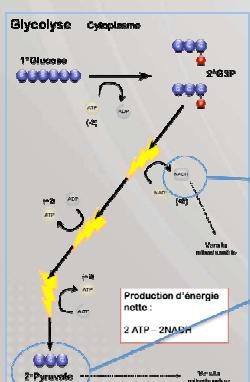


## Exercice max – durée intermédiaire



### Cycle de Cori

### Mitochondrie



Vers glycolyse

2\*Pyruvate

2\*Lactate

Vers circulation

NADH      NAD<sup>+</sup>

Lactate déhydrogénase

Benoit N., 2013



## Système glycolytique chez l'enfant ?



- ✓ Moins grande capacité à produire de l'ATP lors d'exercices très intenses :
  - Stocks glycogènes + faibles
  - Activité limitée de certaines enzymes glycolytiques
- ✓ pH musculaire diminue moins >< adulte
- ✓ Accumulation moindre de lactate

Système non mature MAIS ce n'est pas « risqué »

PAR CONTRE, de telles intensités ne sont pas recommandées (trop souvent, trop longtemps)

Benoit N., 2013



## Système oxydatif



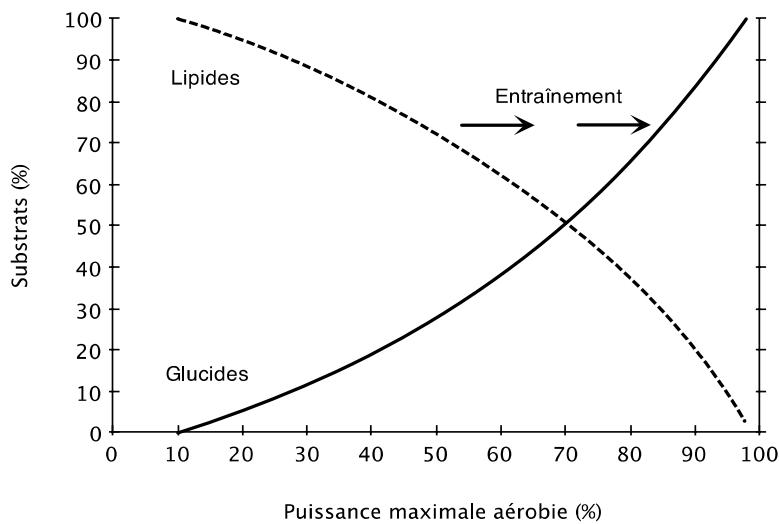
- ✓ Utilisation des glucides (glycolyse) et des lipides (béta-oxydations) > substrats énergétiques
- ✓ **Réactions oxydatives** (mitochondrie)
- ✓ Vitesse réaction relativement faible
- ✓ Accepteur final = oxygène

Benoit N., 2013



## Contribution relative des substrats

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

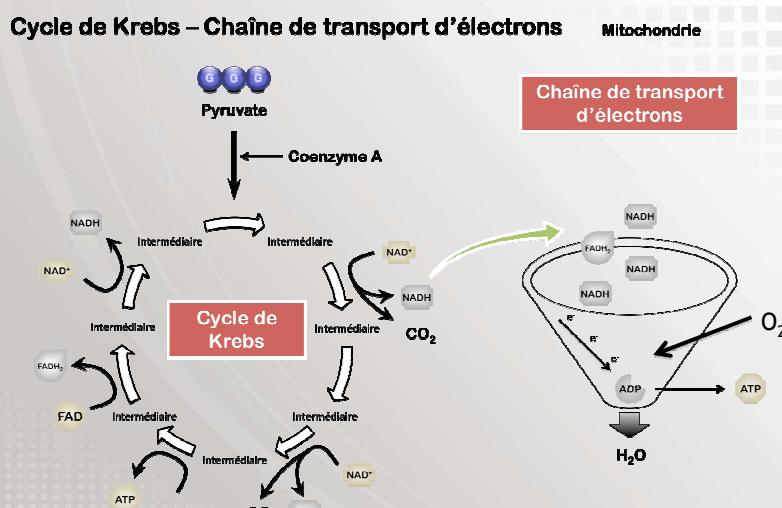


Benoit N., 2013

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Qu'est-ce que le cycle de Krebs ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES



Benoit N., 2013

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Système oxydatif chez l'enfant ?



- ✓ Oxydation lipidique (beta oxydation) plus importantes chez l'enfant :
  - Stocks glycogène
  - Influence hormonale à la période pubertaire surtout chez les filles
- ✓ Activités de très longue durée rares chez les enfants, mais même à plus haute intensité, l'oxydation lipidique est > adultes

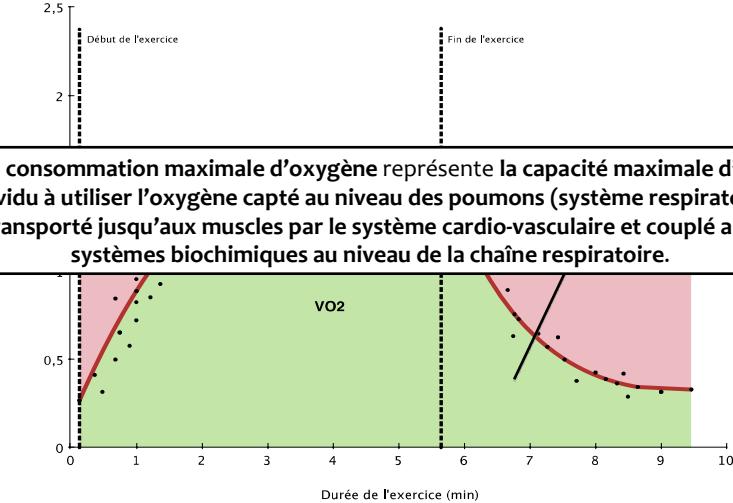
Benoit N., 2013



## Consommation d'oxygène



La consommation maximale d'oxygène représente la capacité maximale d'un individu à utiliser l'oxygène capté au niveau des poumons (système respiratoire), transporté jusqu'aux muscles par le système cardio-vasculaire et couplé aux systèmes biochimiques au niveau de la chaîne respiratoire.



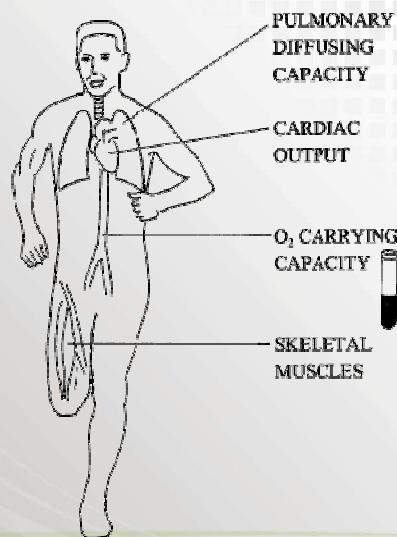
Benoit N., 2013



## Facteurs limitant du VO<sub>2</sub>max



- ✓ Système respiratoire (capacité de diffusion)
- ✓ Système cardio-circulatoire (débit cardiaque + capacité de fixation de l'O<sub>2</sub>)
- ✓ Transport vers les muscles
- ✓ Capacité de fixation au niveau tissulaire (myoglobine) et utilisation cellulaire (différence artéio-veineuse)



Benoit N., 2013

Adeps FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES

## Intérêt et calcul du VO<sub>2</sub>max ?



- ✓ Distinction entre sédentaire et sportif
- ✓ Utilisation dans l'entraînement :
  - Sédentaires : limitations centrales
  - Sportif : limitations périphériques
- ✓ Calcul lors d'une épreuve à intensité progressivement croissante

$$VO_2 = VE * (FiO_2 - FeO_2)$$

VE = Ventilation ; FiO<sub>2</sub> = fraction inspirée en oxygène ; FeO<sub>2</sub> = fraction expirée en oxygène

Analyseurs

$$VO_2 = DC * (CaO_2 - CvO_2)$$

DC = Débit Cardiaque ; CaO<sub>2</sub> = contenu artériel en oxygène ; CvO<sub>2</sub> = contenu veineux en oxygène

Gaz du sang (artériel – veineux)

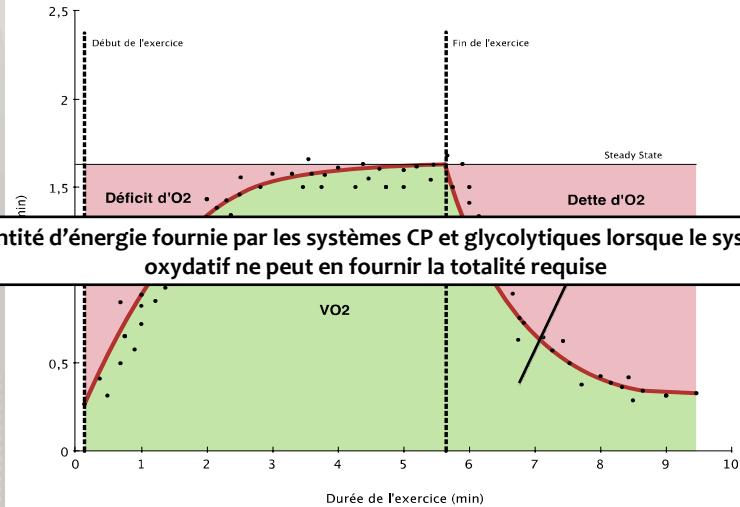
Benoit N., 2013

Adeps FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES

## Déficit d'oxygène



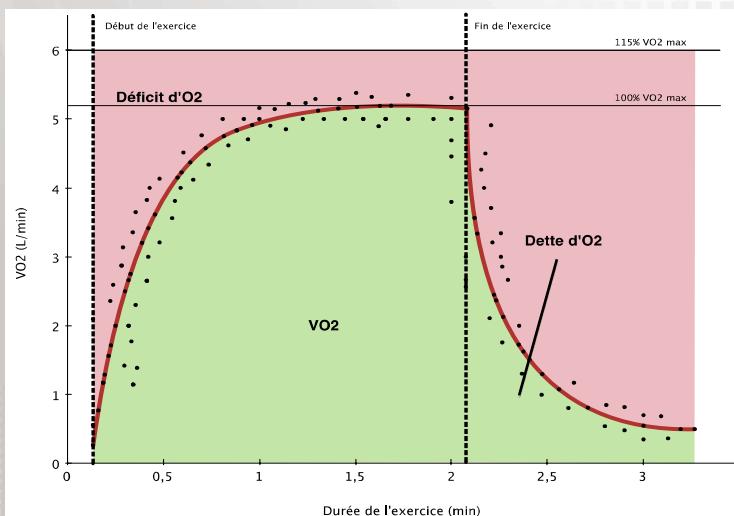
Quantité d'énergie fournie par les systèmes CP et glycolytiques lorsque le système oxydatif ne peut en fournir la totalité requise



Benoit N., 2013



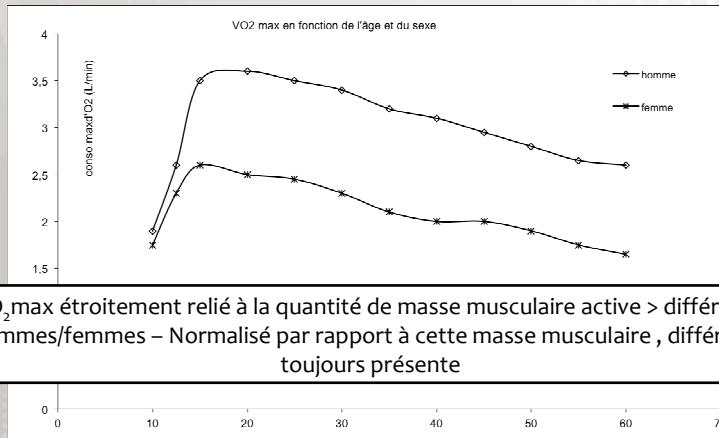
## Déficit d'oxygène



Benoit N., 2013



## Evolution du VO<sub>2</sub>max avec l'âge



VO<sub>2</sub>max étroitement relié à la quantité de masse musculaire active > différence hommes/femmes – Normalisé par rapport à cette masse musculaire , différence toujours présente

De A. Gallien, d'après Mc Ardle, F.Katch et V.Katch *Physiologie de l'activité physique*, éditions Vigot-1987

Benoit N., 2013



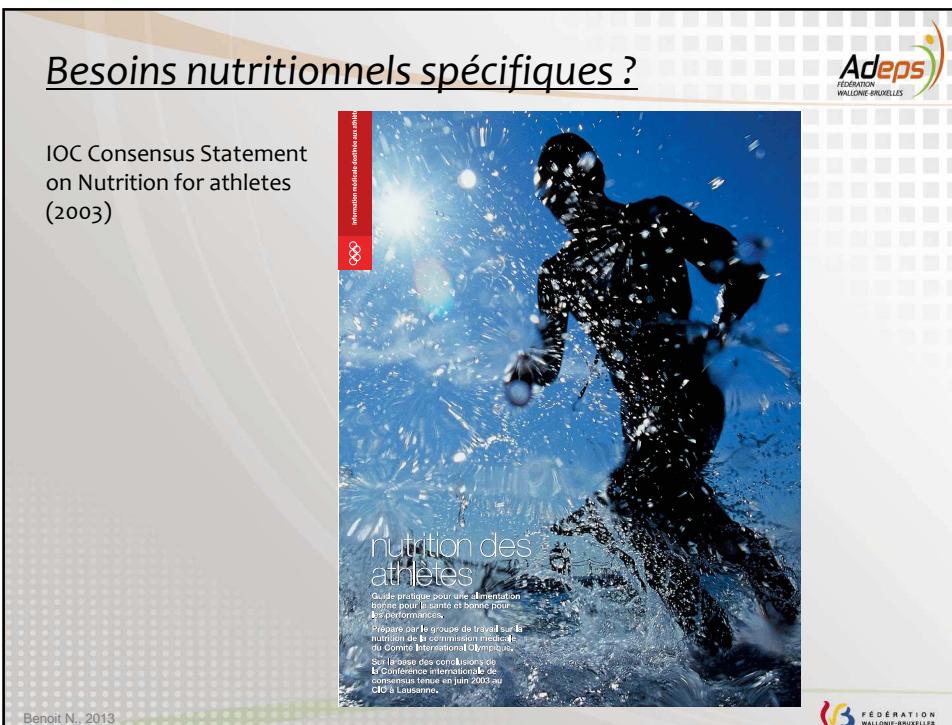
## Implication dans l'entraînement



- ✓ Comprendre les filières = comprendre ce qu'il se passe à l'exercice
- ✓ Classer les disciplines sportives en fonction des filières = trop réducteur
- ✓ Analyser la discipline en fonction des besoins métaboliques spécifiques (dont les filières dominantes)

Benoit N., 2013





Benoit N., 2013

## Recommandations de base

✓ Pyramide alimentaire : 80% des besoins qualitatifs

✓ Entraînements : adaptation quantitative (compenser la perte énergétique) / discipline-dépendante

✓ Objectif :

- Optimiser les effets + de l'entraînement
- Favoriser la récupération
- Maintien du poids idéal
- Réduire le risque de blessure
- Confiance en soi
- Stabilité de performance

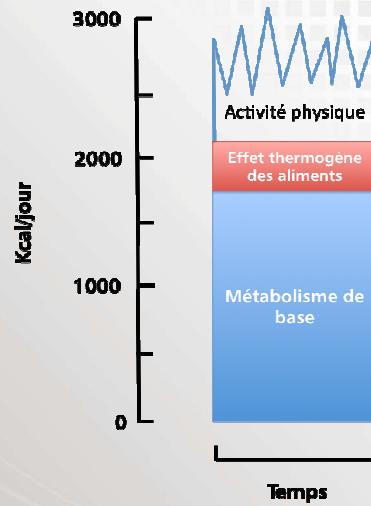
Benoit N., 2013

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Quantités optimales ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

- ✓ Besoins immédiats  
(métabolisme de base,  
croissance, AP) >< stockage  
(glycogène, lipides)
- ✓ Un sportif doit-il manger  
obligatoirement plus ?
- ✓ Savoir ce qu'on doit ingérer  
= connaître ce qu'on  
dépense



Benoit N., 2013

FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Evaluer le métabolisme de base ?

Adeps  
FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES 13

Le BMR diminue en fonction de l'âge. Ce processus se déroule relativement rapidement durant l'enfance et se stabilise pour diminuer ensuite légèrement et graduellement à partir de l'âge adulte.  
Chez des individus de même âge, le BMR est principalement déterminé par la masse corporelle et la composition corporelle (principalement la masse maigre).

Il existe également d'importantes différences de BMR entre hommes et femmes qui s'expliquent presque entièrement par la différence de composition corporelle.  
Des formules simplifiées pour calculer le BMR en pratique ont été développées et sont reprises au tableau 1.

TABLEAU 1: ÉQUATIONS PREDICTIVES DU MÉTABOLISME BASAL (BMR EN kcal/jour)  
A PARTIR DU POIDS (P EN KG).

Age en années	BMR (kcal/jour)
<b>Garçons / Hommes</b>	
0 - 2	60 P + 35
3 - 5	22 P + 454
10 - 17	18 P + 657
18 - 29	15,3 P + 679
30 - 59	11,6 P + 879
60 - 74	11,9 P + 730
≥ 75	8,4 P + 620
<b>Filles / Femmes</b>	
0 - 2	58 P - 31
3 - 5	20 P + 485
10 - 17	13 P + 613
18 - 29	14,7 P + 496
30 - 59	8,7 P + 829
60 - 74	9,2 P + 688
≥ 75	9,8 P + 624

Source: James et Schofield (1990).

Ce tableau donne les équations prédictives du métabolisme basal figurant au tableau 1 ne concernant que les sujets de sexe normal, alors que leur utilisation chez les sujets en surpoids, et surtout chez ceux atteints d'obésité franche (l'indice de Quetelet égal ou supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup>) donnerait une surestimation de la dépense énergétique basale réelle. Cela peut être expliqué par le fait que l'obésité entraîne une augmentation importante de masse grasse qui est moins active métaboliquement que la masse maigre. Or, la dépense énergétique basale est déterminée surtout par l'importance de la masse maigre.

Equations prédictives du métabolisme basal (BMR en kcal/jour) – James et Schofield (1990), à partir du poids - tiré de Recommandations nutritionnelles pour la Belgique, Révision 2009, CSS

Benoit N., 2013

FÉDÉRATION  
WALLONIE-BRUXELLES

## Evaluer la dépense énergétique liée à l'AP

?



schéma d'activités sur base annuelle en activités légères, moyennes et lourdes.  
Cela permet de calculer les valeurs PAL moyennes par an en fonction de l'âge et  
du sexe. Le résultat est repris au tableau 2.

TABLEAU 2: PAL PENDANT DIFFÉRENTES ACTIVITÉS

Légères		Moyennes		Lourdes	
4	9	4	9	4	9
1,55	1,66	1,75	1,64	2,10	2,42
Managers					
Employés		Vendeurs		Travailleurs dans le secteur de l'agriculture, de la sylviculture et la pêche	
Personnel administratif et de direction		Personnel d'entretien		Ouvriers	

Source: CEC (1999).

Ces valeurs sont données uniquement à titre indicatif et doivent être considérées comme telles.  
Les activités professionnelles qui y sont associées ne tiennent pas compte par exemple de l'importante variabilité individuelle dans le profil d'activités non professionnelles.

Pour des avis plus précis concernant l'activité physique au niveau individuel, il est recommandé de calculer le profil d'activité de manière plus précise (voir plus loin).

Indicatif – à compléter par des questionnaires – utilisation des MET's (équivalents métaboliques)

Benoit N., 2013



## Plus de glucides ?



- ✓ Suffisamment pour réaliser les entraînements et optimiser la restauration des stocks (glycogène)
- ✓ Variable en fonction de la morphologie et des besoins spécifiques liés à la discipline

### *Recommendations*

- 0-4 h post-exercice : 1g/kg de poids corporel par heure
- Récupération quotidienne (charge faible) : 5-7g/kg de poids corporel par jour
- Récupération quotidienne (charge moyenne à élevée) : 7-12g/kg de poids corporel par jour
- Récupération quotidienne (charge très élevée) : 10-12g/kg de poids corporel par jour

Benoit N., 2013



## Plus de glucides ?



- ✓ Suffisamment pour réaliser les entraînements et optimiser la restauration des stocks (glycogène)
- ✓ Variable en fonction de la morphologie et des besoins spécifiques liés à la discipline

### *Optimiser la recharge*

- Si <8h entre deux entraînements : commencer au plus vite
- Aliments riches en nutriments (favoriser récup) + ajouter des protéines (favoriser resynthèse du glycogène)

Benoit N., 2013



## Plus de protéines ?



- ✓ Rôle des protéines (acides aminés) :
  - Création de nouveaux tissus
  - Réparation tissulaire
  - Structure de base des hormones et enzymes
- ✓ Apports quotidiens : 0,8g/kg (sédentaire) – 1,2 à 1,4g/kg (sportifs) => en général, pas besoin d'apport supplémentaire
- ✓ MAIS en récup :
  - Lutter contre dégradation protéique
  - Favoriser l'hypertrophie, la réparation et l'adaptation musculaire

Benoit N., 2013

