

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'optimiser 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

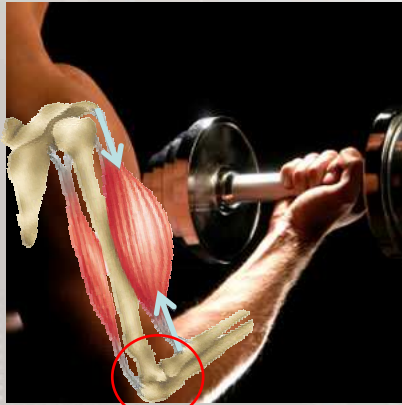
Un corps en mouvement ?

Systèmes primordiaux à l'exercice :

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



Qu'est-ce qu'un muscle ?



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

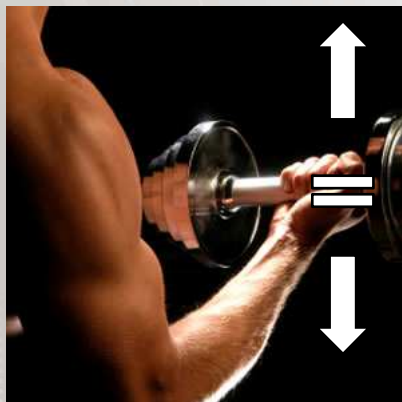
Charnière articulaire = élément déterminant car permet le mouvement

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

Types de contraction musculaire ?



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

Contraction concentrique : rapprochement des extrémités

Longueur du muscle diminue

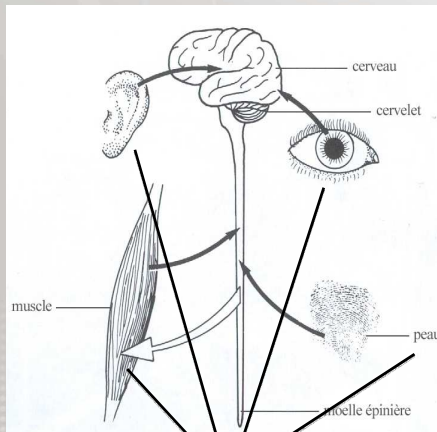
Contraction isométrique : Pas de mouvement des extrémités

Longueur du muscle constante

Contraction excentrique : Eloignement des extrémités

Longueur du muscle augmente

Contrôle de la contraction ?



D'après Newsholme, Leech et Nisbet, 1993

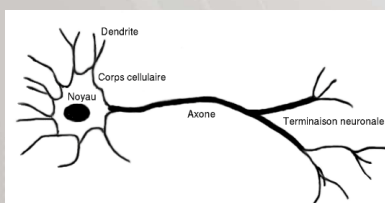
Intégration des informations
environnantes

Benoit N., 2013

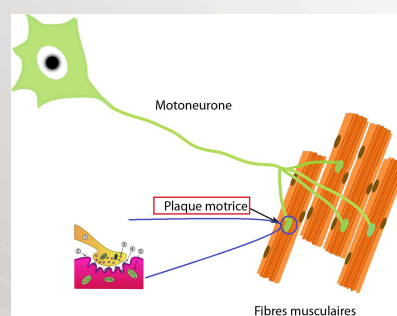
- ✓ Coordination nécessaire entre tous les muscles du corps (≈ 656) pour un mouvement harmonieux
- ✓ Commande de contraction ou relâchement \Rightarrow cerveau, cervelet, moelle épinière
- ✓ Nerfs périphériques = voies de circulation de l'information

Qu'est-ce qu'un nerf ?

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



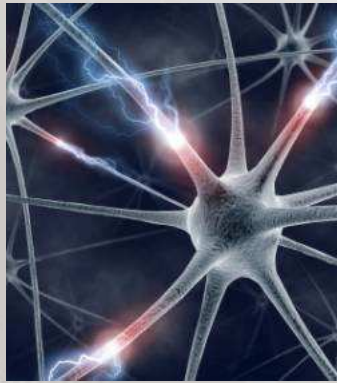
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Neurone.png>



http://www.lafed-um1.fr/statique/upload/tuteur/plaque_2_d5ce1f299b.png

Benoit N., 2013

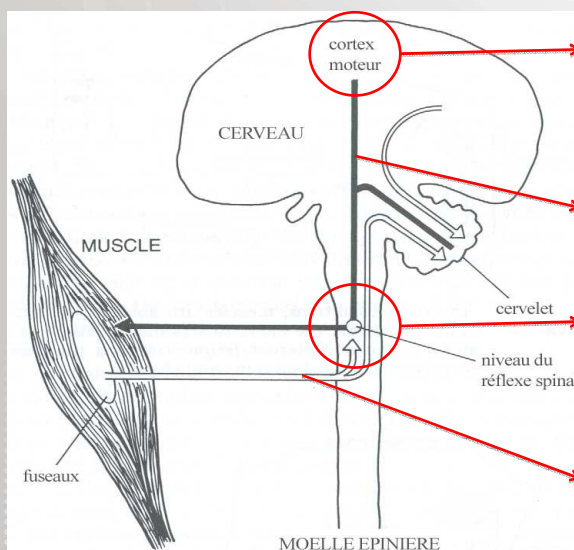
Transmission de l'information neuronale ?



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

Hiéarchisation du contrôle moteur



Origine du mouvement – organisation somatotopique

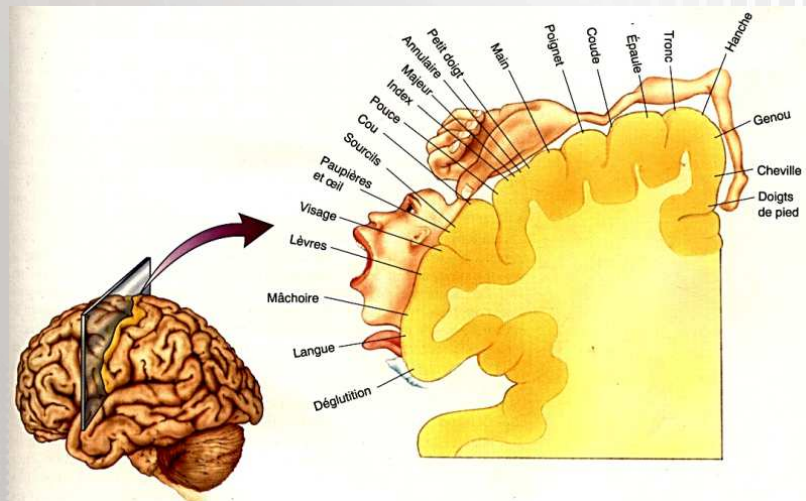
Influx nerveux (commande motrice)

Relais – Motoneurones de la moelle épinière

Influx nerveux (feedback)

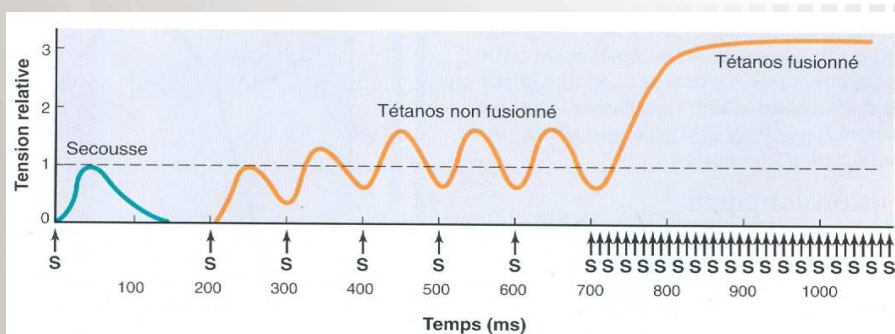
D'après Newsholme, Leech et Duester, 1993

Hierarchisation du contrôle moteur



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

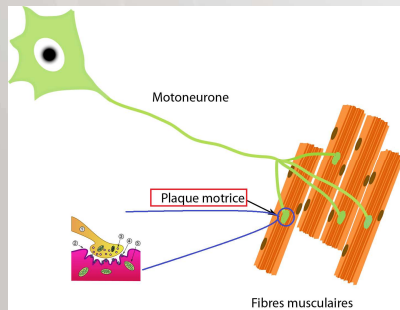
Passer du PA à la contraction musculaire ?



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 musculature

Notion d'unité motrice



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

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

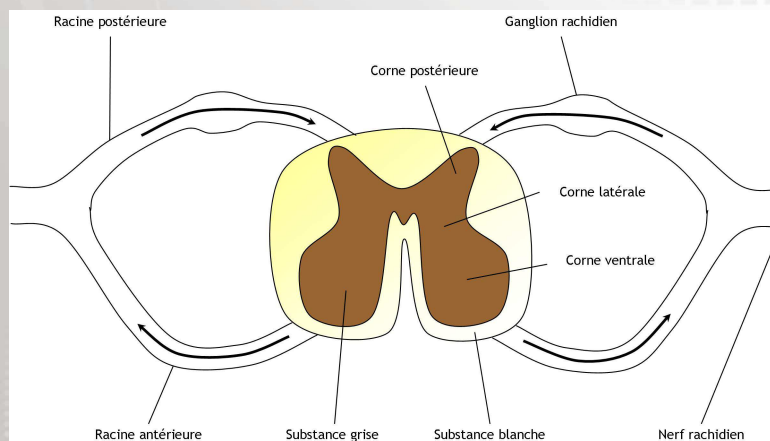
Réflexe d'étirement

- ✓ Mécanisme inconnu
- ✓ Structures impliquées (système nerveux central, motoneurones, fuseaux neuromusculaires)
- ✓ Omniprésent =>

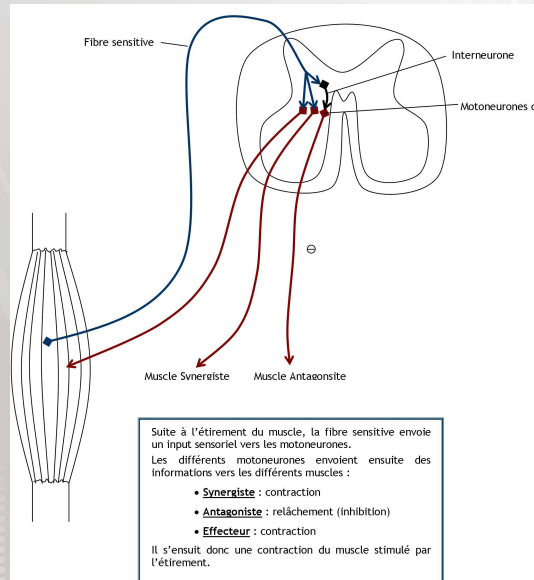


<http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dossiers/d/medecine-drogues-effets-dependance-961/page/7/>

Réflexe d'étirement

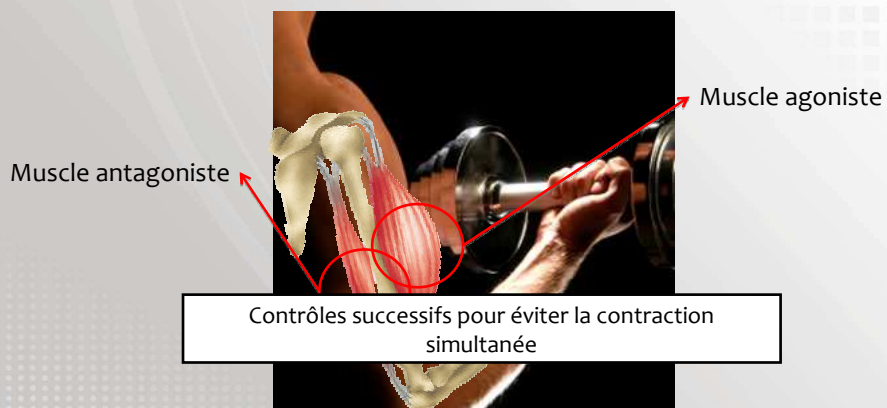


Réflexe d'étirement



Autres réflexes spinaux

✓ Contrôle des muscles agonistes/antagonistes



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

Cervelet

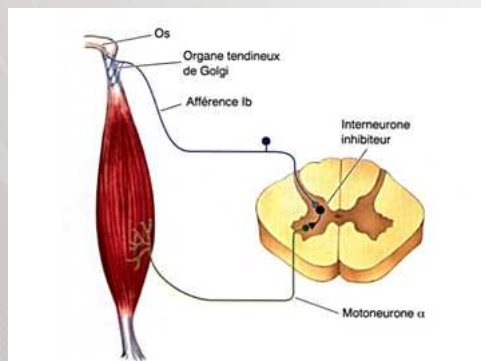


<http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Encéphale/1001411>

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

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/ca/Contenu2-5.html

Structure microscopique du muscle ?



http://upload.maioutapedia.org/picture/système_musculaire-1317626674.jpg

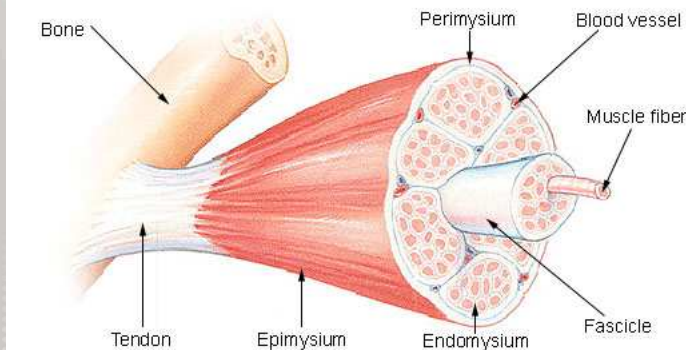
Benoit N., 2013

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

Structure microscopique du muscle ?

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

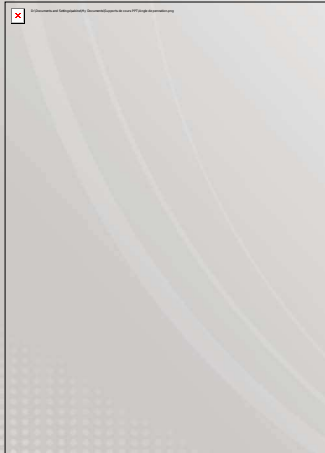
Structure of a Skeletal Muscle



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Illu_muscle_structure.jpg

Benoit N., 2013

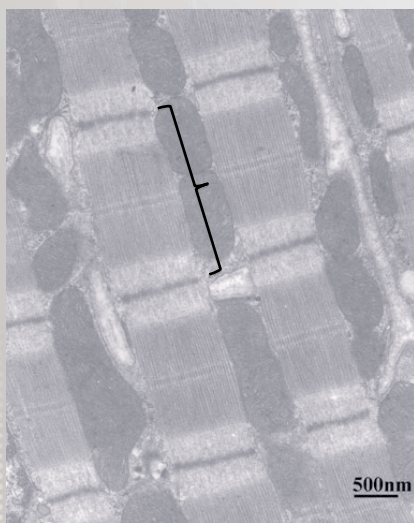
Structure microscopique du muscle ?



Particularités :

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

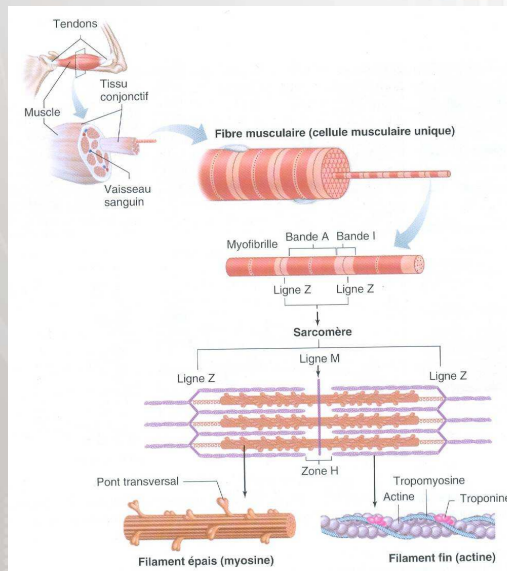
Muscle squelettique strié ?



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

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

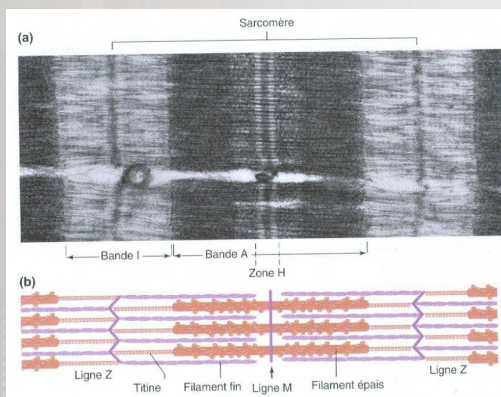
Structure microscopique du sarcomère



Benoit N., 2013

D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

Structure microscopique du sarcomère

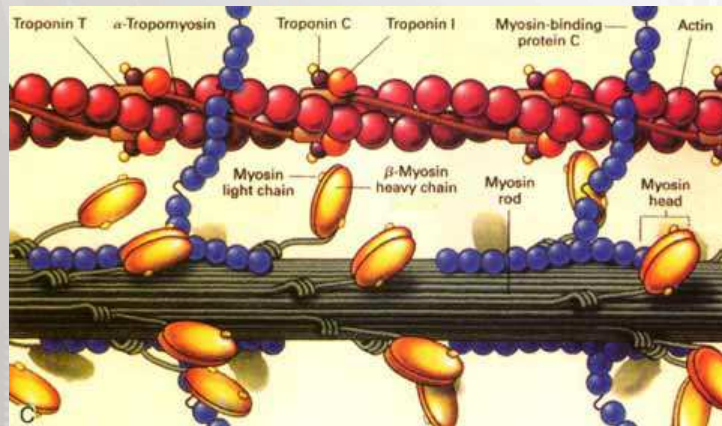


D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

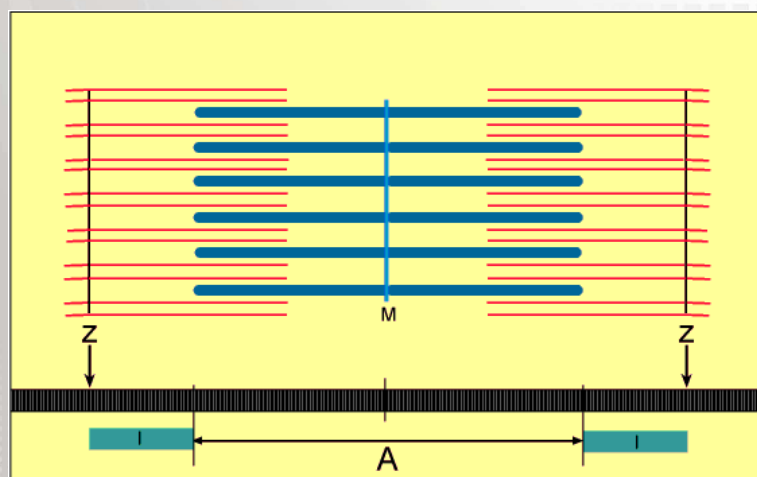
- ✓ Espace entre actine et myosine = tête de myosine
- ✓ Contraction musculaire = création de ponts transversaux
- ✓ Ponts transversaux = génération d'une force

Benoit N., 2013

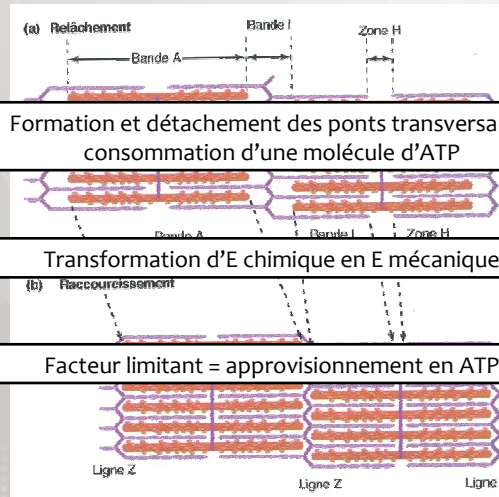
Structure microscopique du sarcomère



Mécanisme de contraction musculaire



Mécanisme de contraction musculaire

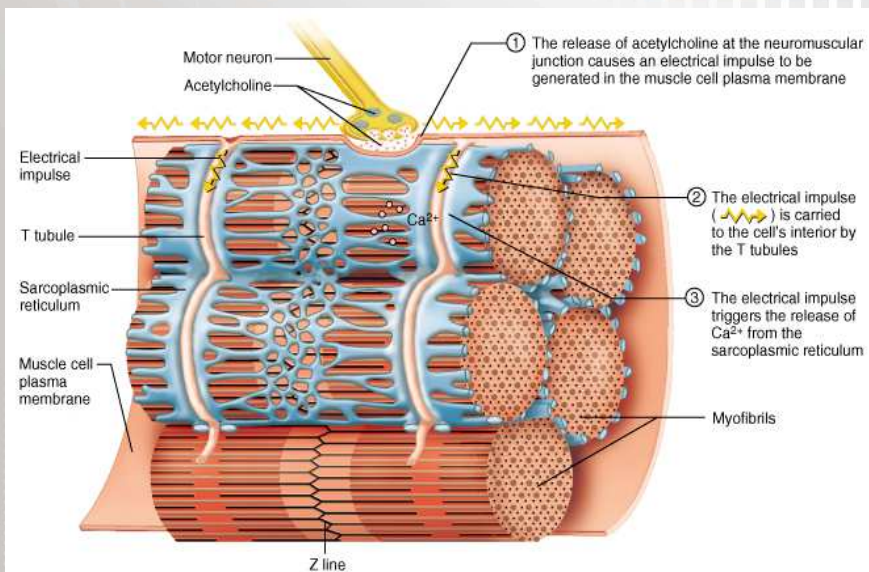


Formation et détachement des ponts transversaux :
consommation d'une molécule d'ATP

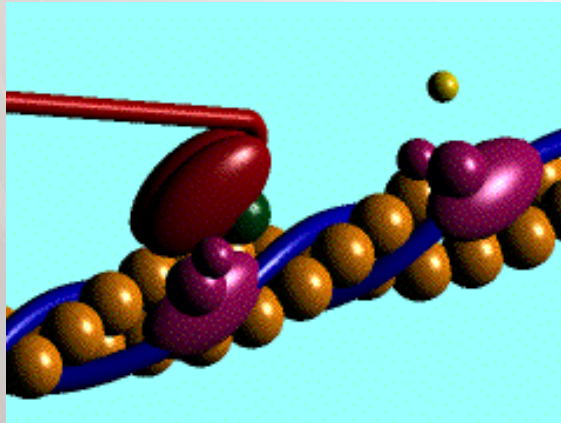
Transformation d'E chimique en E mécanique

Facteur limitant = approvisionnement en ATP

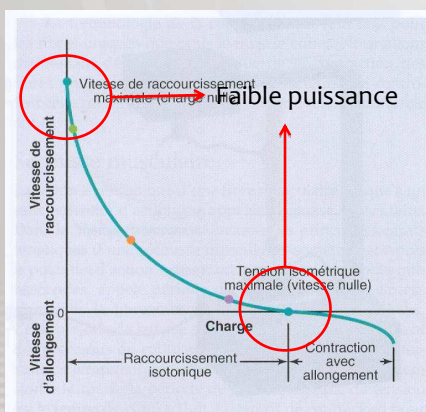
Liaison influx nerveux - contraction



Liaison influx nerveux - contraction



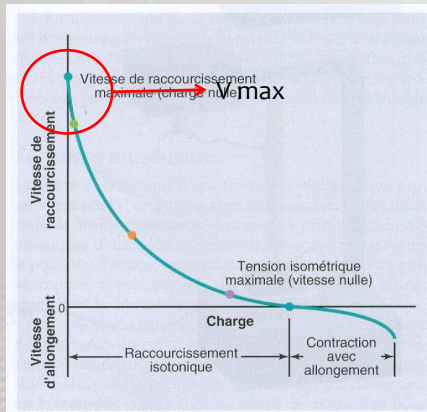
Relation Force-Vitesse



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

Typologie musculaire



D'après Vander, Sherman et Luciano, 2012

Benoit N., 2013

✓ V_{max} dépend de la typologie musculaire (type de myosine)

✓ 3 isoformes existant (I, IIa, IIx)

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

Système cardio-vasculaire

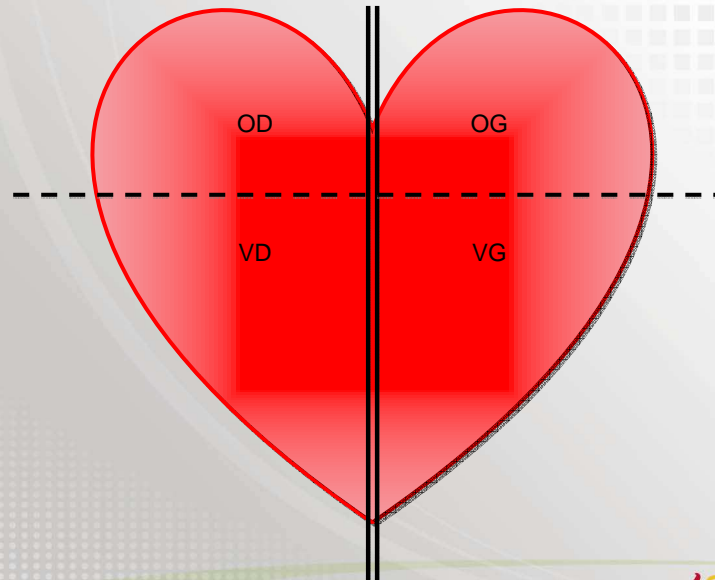
- ✓ Cœur (pompe)
- ✓ Vaisseaux sanguins (canalisations)
- ✓ Sang (liquide)

=> Apporter l'O₂
nécessaire au bon
fonctionnement
cellulaire + transport
des nutriments

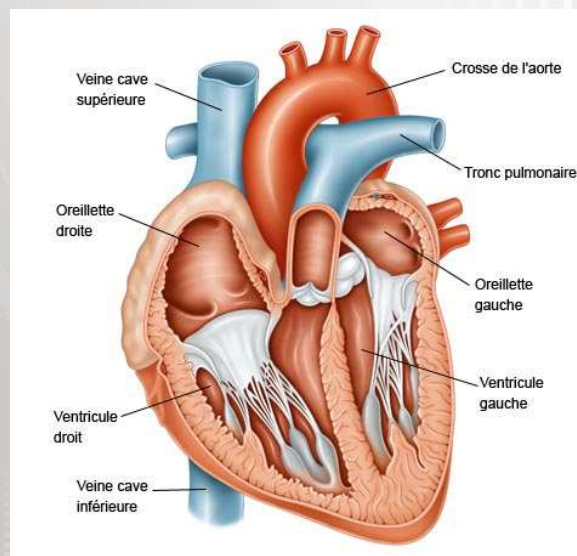


<http://beatkagen677s13.weebly.com>

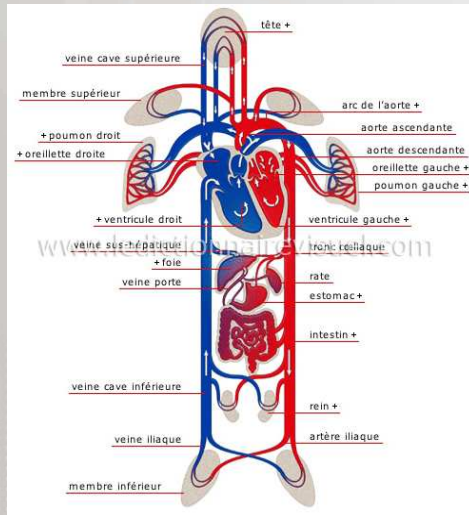
Structure anatomique de base du cœur ?



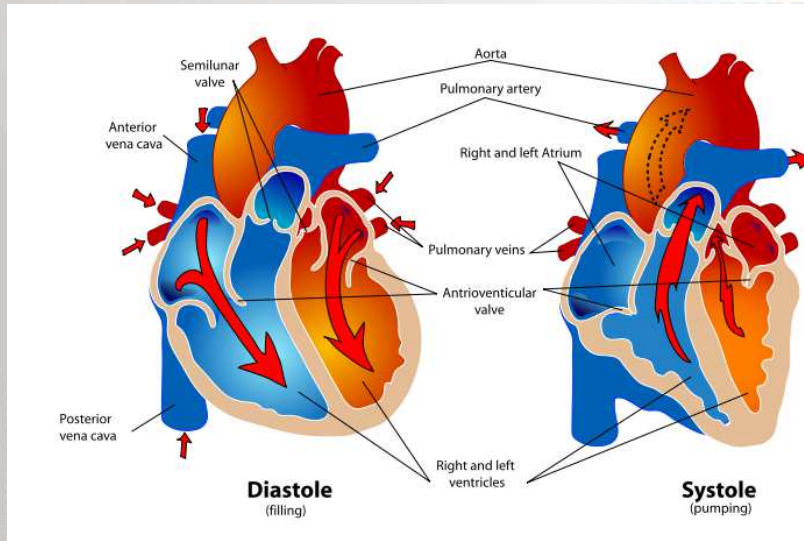
Structure anatomique de base du cœur ?



Fonction principale du cœur ?

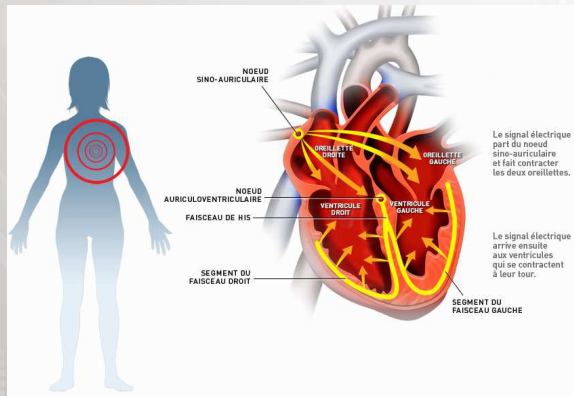


Contraction cardiaque ?

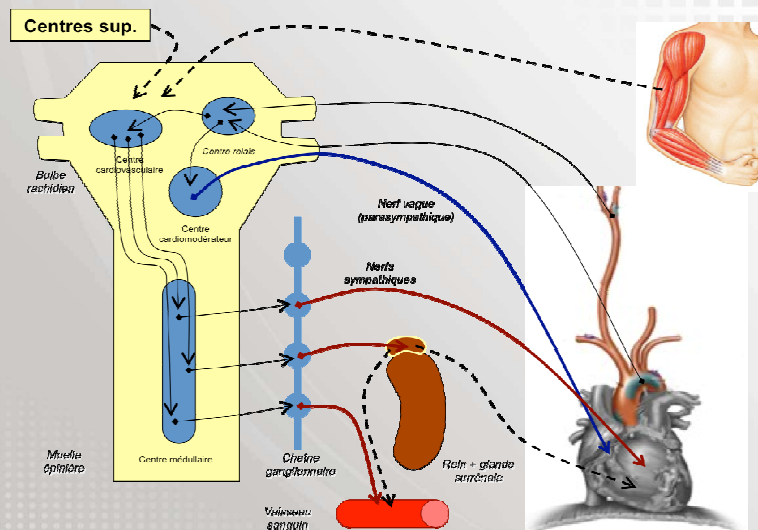


Fréquence cardiaque ?

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

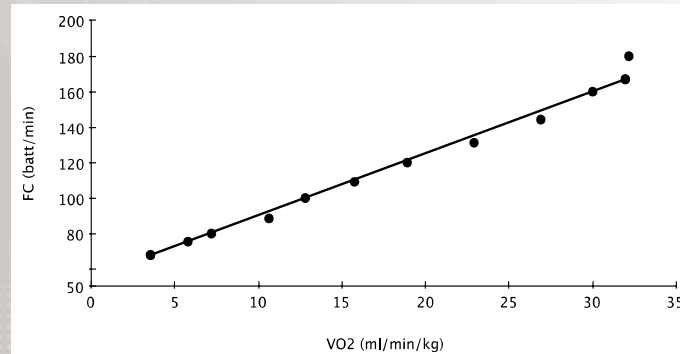


Fréquence cardiaque ?



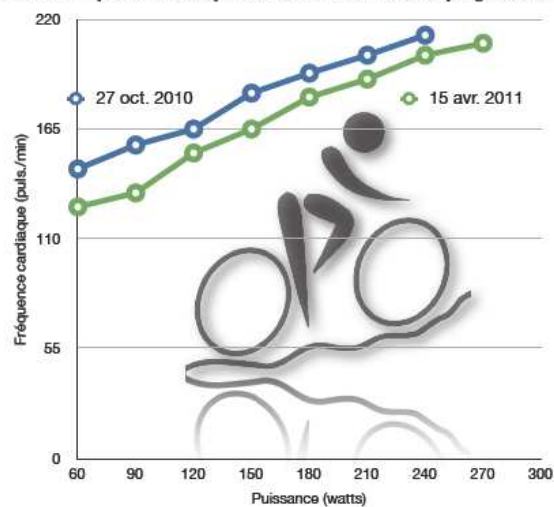
Adaptation de la FC à l'exercice ?

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



Adaptation de la FC à l'exercice ?

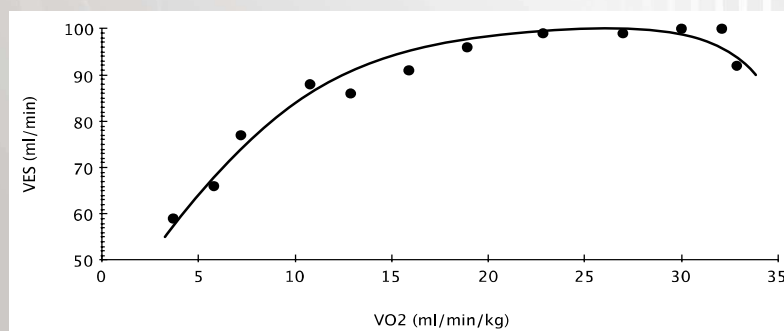
Evolution de la fréquence cardiaque lors d'un test à intensité progressivement croissante



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)

Adaptation VES à l'exercice ?



Effet de l'entraînement : augmentation du VES

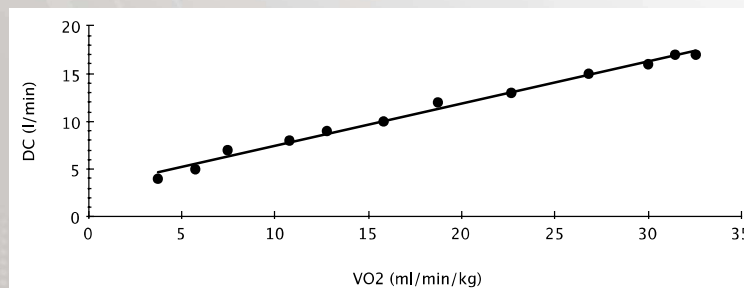
Débit cardiaque ?

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

$$DC = VES * FC$$

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



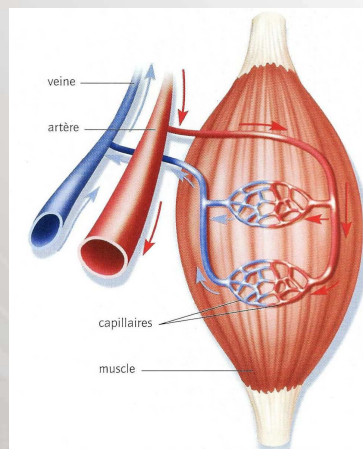
Répartition du DC ? Repos vs exercice

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

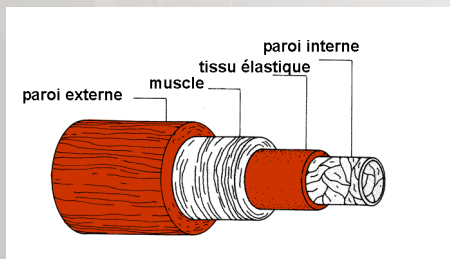
Transport du sang ?

✓ Existence de « tuyau » - vaisseaux sanguins :

- Artères
- Capillaires
- Veines



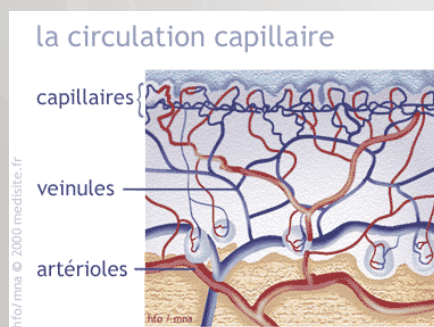
Artères



✓ 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

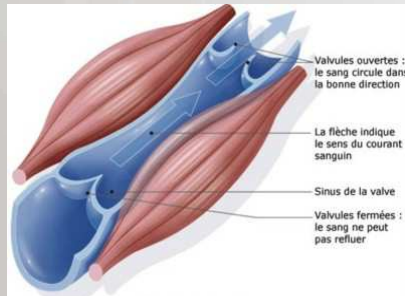
Capillaires



✓ Echange des nutriments et des produits du métabolisme

✓ Insertion au plus profond des tissus

Veines

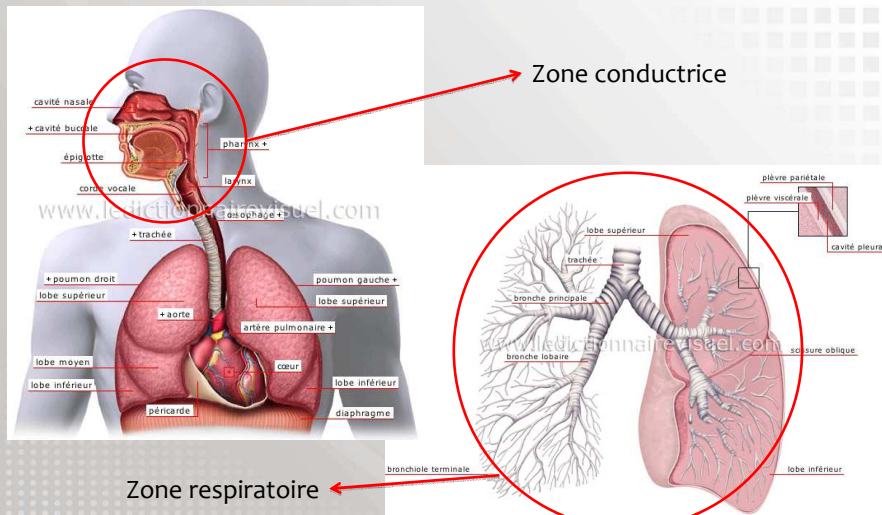


- ✓ Pression artérielle résiduelle très faible => écoulement possible grâce à :
 - Différence de pression
 - Pompe musculaire
 - Faible résistance à l'écoulement
 - Présence de valves « anti-retour »
- ✓ Insertion au plus profond des tissus

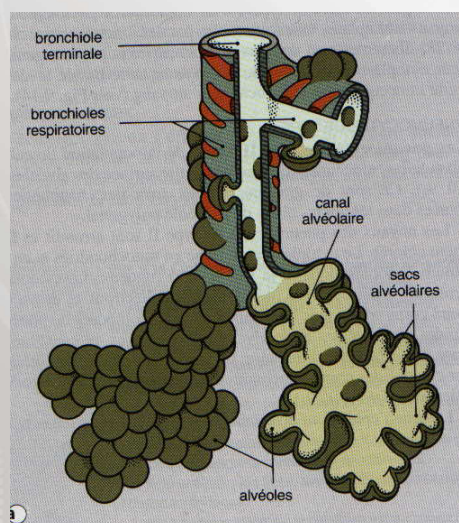
Importance de l'oxygène ?

- ✓ 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

Structure anatomique du système respiratoire



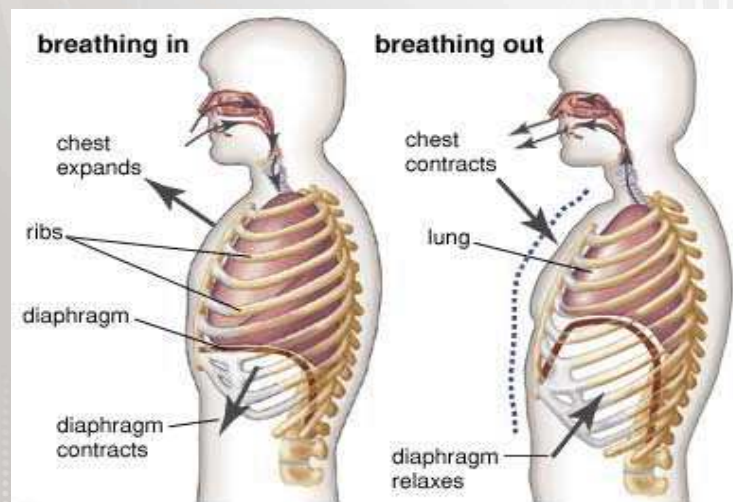
Structure anatomique du système respiratoire



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

Mécanismes d'échanges respiratoires ?



Relations de base de la respiration ?

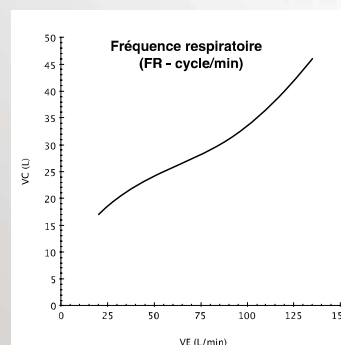
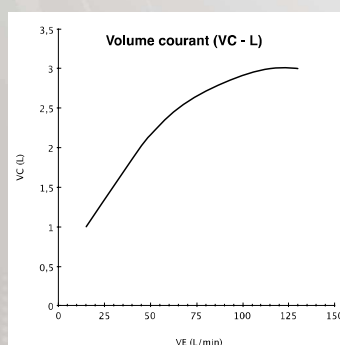
- ✓ Ventilation minute = quantité d'air inspirée et expirée par unité de temps

$$VE = VC * FR$$

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

- Augmentation de FR
- Augmentation du VC

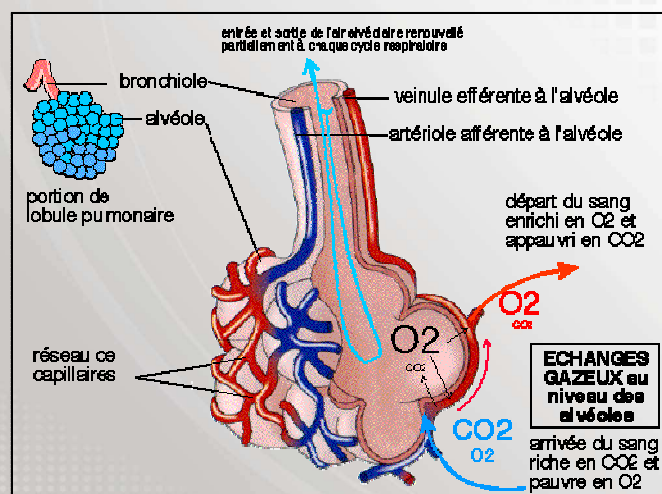
Relations de base de la respiration ?



Régulation de la ventilation ?

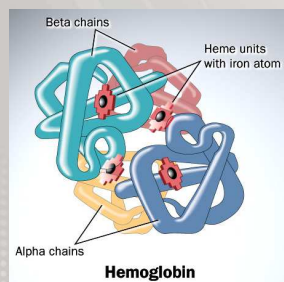
- ✓ Respiration non dépendante du contrôle volontaire
- ✓ Bulbe rachidien : **neurones inspiratoires bulbaires** => PA vers les muscles intervenant dans les mécanismes respiratoires
- ✓ Expiration : arrêt de l'influx nerveux (**mécanorécepteurs pulmonaires**)
- ✓ Rythme de base modifiable : récepteurs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

Echange gazeux ?



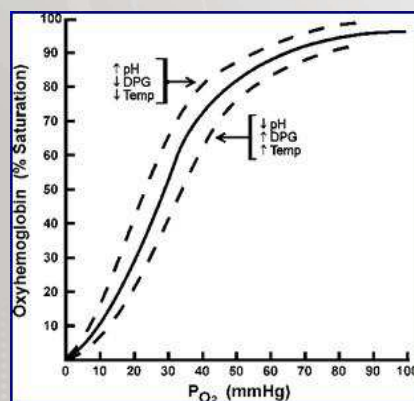
Transport de l'oxygène dans le sang ?

- ✓ 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'O₂
Environ 15gr d'Hb / 100ml de sang
=> Environ 20ml d'Oxygène / 100 ml de sang

Saturation de l'Hémoglobine

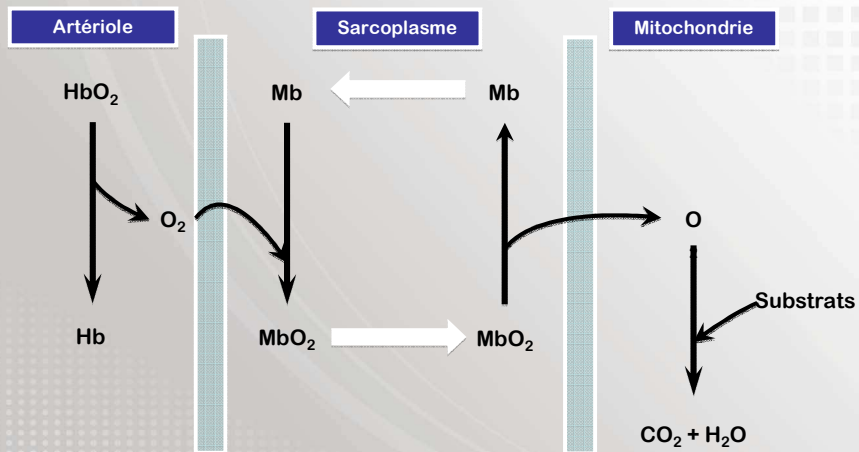


- ✓ Niveau de la mer : 97-99% (sujet sain)
- ✓ Altitude : PO₂ diminue > diminution saturation
- ✓ Exercice : déplacement de la courbe vers la droite (altération moléculaire – hausse de température et baisse du pH)

Transport tissulaire ?

Cycle Mb – MbO₂

Muscle

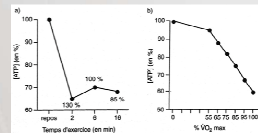


Apport énergétique à l'exercice ?

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

The diagram shows a flow from 'Restauration des stocks d'ATP' (in a yellow box) to 'ATP' (in a blue box), then to 'Systèmes générateurs de puissance' (in a yellow box), and finally to 'Activité physique' (in a blue starburst shape).
- ✓ Stocks d'ATP limités MAIS concentration stable :
 - Résultat d'un équilibre entre entrées et sorties

Apport énergétique à l'exercice ?

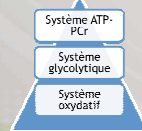


Muscle	Total	Fibres I	Fibres II	References
Quadriceps	6.3 ± 0.2			Dumont et al. (1992)
Quadriceps (phase recovery)	4.7 ± 0.2			Reynier et al. (1997)
	5.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.8	Galle et al. (1998)
	5.4 ± 0.9			Chamberlain et al. (1998)
Biceps	5.7 ± 0.4	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.1	Chamberlain et al. (1998)
Deltatoïde	4.5			Reynier et al. (1997)

Diminution de la concentration en ATP faible

Concentration en ATP dans le muscle faible

Besoin de renouveler en cours d'exercice physique

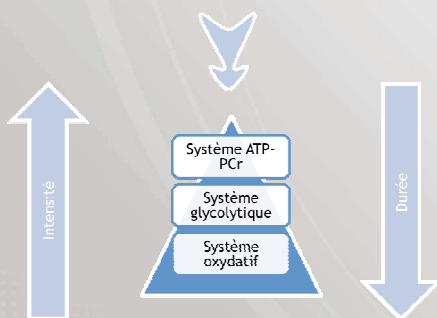


↑ Intensité

↓ Durée

Benoit N., 2013

Apport énergétique à l'exercice ?

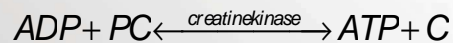


- ✓ Efforts max courts : réserves CP + glycolyse – intervention oxydative limitée (20% - trop court)
- ✓ Efforts max intermédiaires : réserves CP + glycolyse (+ acide lactique) + réactions oxydatives (saturées)
- ✓ Efforts longue durée : métabolisme des lipides et glucides (réactions oxydatives)

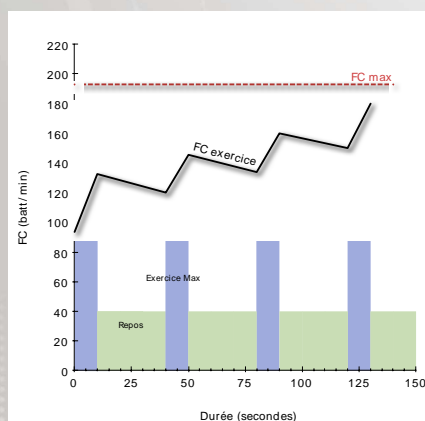
Benoit N., 2013

Système des phosphagènes

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

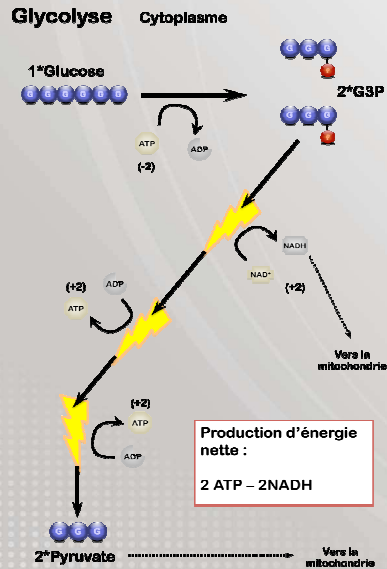


Adaptations cardiaques et respiratoires lors d'exercices de courte durée ?



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

Système glycolytique



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

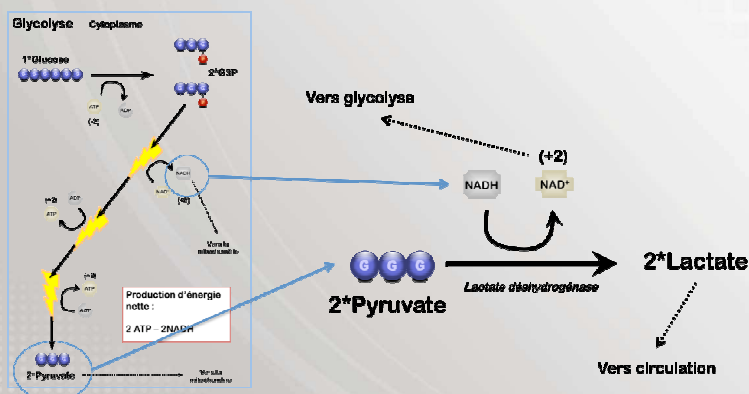
✓ Cytosol

✓ Bilan : 2* pyruvate – 2ATP – 2NADH

Exercice max – durée intermédiaire

Cycle de Cori

Mitochondrie



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 »

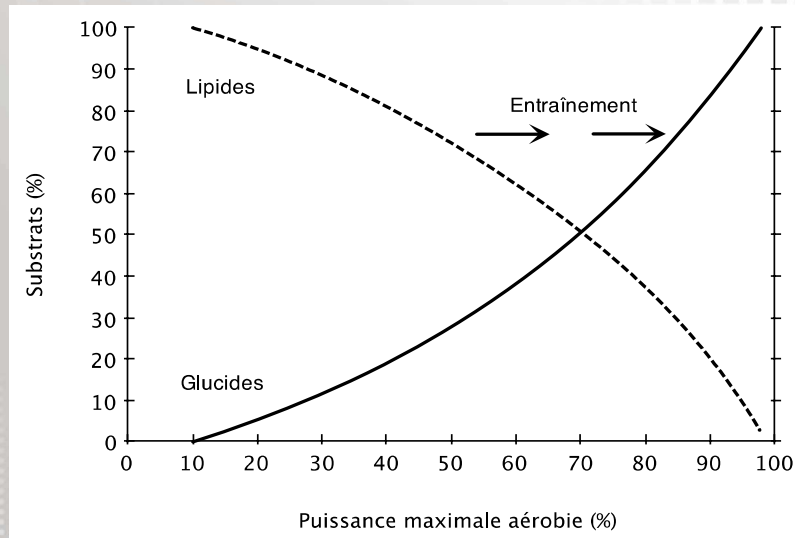
PAR CONTRE, de telles intensités ne sont pas recommandées (trop souvent, trop longtemps)

Système oxydatif



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

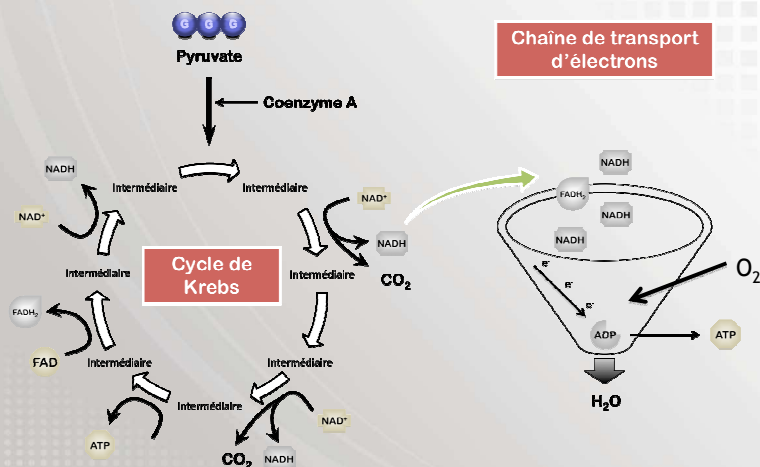
Contribution relative des substrats



Qu'est-ce que le cycle de Krebs ?

Cycle de Krebs – Chaîne de transport d'électrons

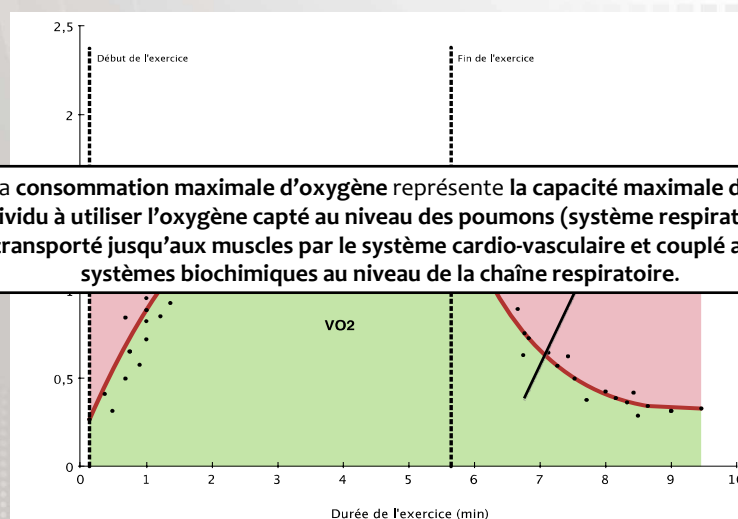
Mitochondrie



Système oxydatif chez l'enfant ?

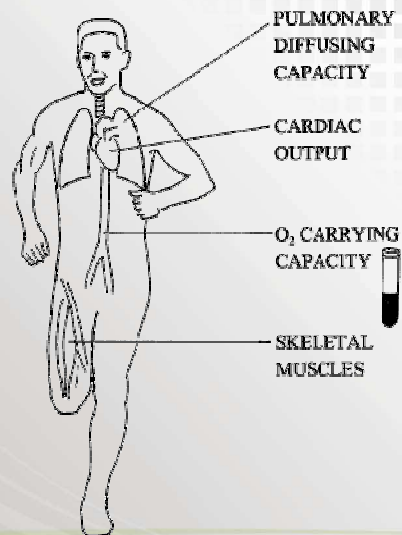
- ✓ Oxydation lipidique (beta oxydation) plus importantes chez l'enfant :
 - Stocks glycogène
 - Influence hormonale à la période pubertaire surtout chez les filles
- ✓ Activités de très longue durée rares chez les enfants, mais même à plus haute intensité, l'oxydation lipidique est > adultes

Consommation d'oxygène



Facteurs limitant du $VO_2\text{max}$

- ✓ Système respiratoire (capacité de diffusion)
- ✓ Système cardio-circulatoire (débit cardiaque + capacité de fixation de l' O_2)
- ✓ Transport vers les muscles
- ✓ Capacité de fixation au niveau tissulaire (myoglobine) et utilisation cellulaire (différence artérioveineuse)



Intérêt et calcul du $VO_2\text{max}$?

- ✓ 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_2 = fraction inspirée en oxygène ; FeO_2 = fraction expirée en oxygène

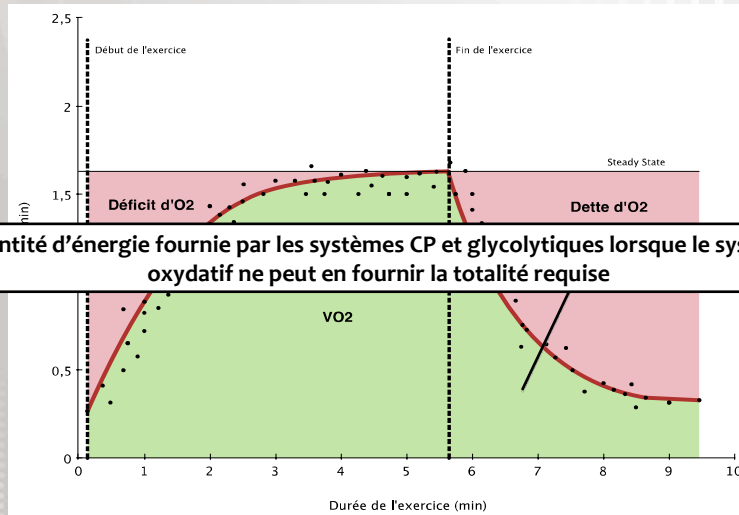
Analyseurs

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

DC = Débit Cardiaque ; CaO_2 = contenu artériel en oxygène ; CvO_2 = contenu veineux en oxygène

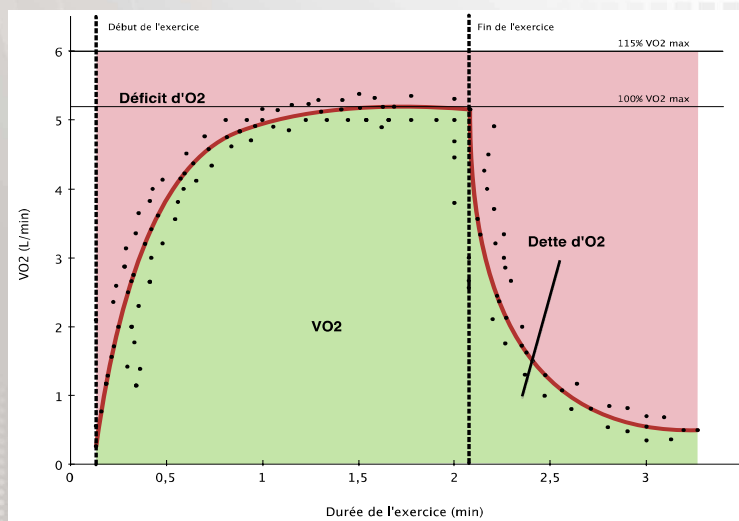
Gaz du sang (artériel – veineux)

Déficit d'oxygène

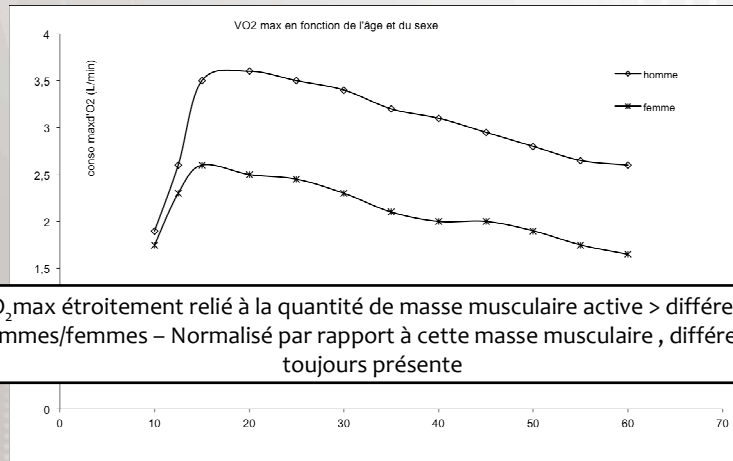


Quantité d'énergie fournie par les systèmes CP et glycolytiques lorsque le système oxydatif ne peut en fournir la totalité requise

Déficit d'oxygène



Evolution du VO_2max avec l'âge



VO_2max 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

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)

Besoins nutritionnels spécifiques ?

IOC Consensus Statement
on Nutrition for athletes
(2003)



Benoit N., 2013

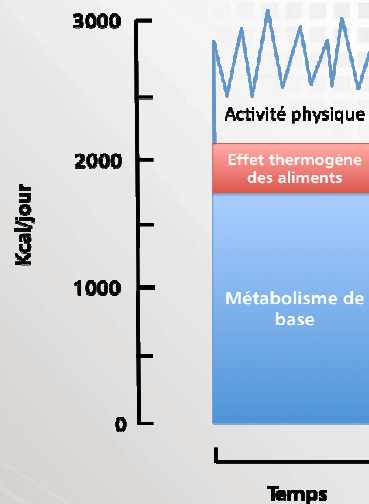
Recommandations de base

- ✓ 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

Quantités optimales ?

- ✓ 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



Evaluer le métabolisme de base ?

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**.

TABEAU 1: ÉQUATIONS PRÉDICTIVES DU MÉTABOLISME BASAL (BMR EN Kcal/JOUR) À PARTIR DU PONDUS (P EN KG).

	Age en années	BMR (kcal/jour)
Garçons / Hommes	0 - 2	$60 P - 31$
	3 - 9	$23 P + 504$
	10 - 17	$18 P + 657$
	18 - 29	$15,3 P + 679$
	30 - 59	$11,6 P + 878$
	60 - 74	$11,9 P + 700$
	≥ 75	$8,4 P + 820$
Filles / Femmes	0 - 2	$68 P - 31$
	3 - 9	$20 P + 485$
	10 - 17	$13 P + 693$
	18 - 29	$14,7 P + 496$
	30 - 59	$8,7 P + 829$
	60 - 74	$9,2 P + 688$
	≥ 75	$9,6 P + 624$

Source: James et Schofield (1990), Gezondheidsraad Nederland (2007).

Les équations prédictives du métabolisme basal figurant au **tableau 1** ne concernent que les sujets de poids 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/m²) donnerait une surestimation de la dépense énergétique basale réelle. Ceci s'explique par le fait que l'obésité est due pour l'essentiel à une accumulation excessive 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

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.

TABEAU 2: PAL PENDANT DIFFÉRENTES ACTIVITÉS.

Légères		Moyennes		Lourdes	
♂	♀	♂	♀	♂	♀
1,35	1,36	1,78	1,64	2,10	1,92
Ménages		Vendeurs		Travailleurs dans le secteur de l'agriculture, la sylviculture et le pêche	
Employés		Personnes d'entretien		Ouvriers	
Personnel administratif et de direction					

Source: CEC (1993).

Ces valeurs sont données uniquement à titre indicatif et doivent être considérées comme telles. Les catégories 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 portants concernant l'activité physique ou 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)

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

Recommandations

- 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

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)

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