

# Brevet Professionnel JEPS – AG2F



Anatomie  
Physiologie  
Méthodologie d'entraînement

MALFERMO Romuald

06.35.19.79.02 – [malfermo.romuald@hotmail.fr](mailto:malfermo.romuald@hotmail.fr)

Master EMIS & DUPP – Univ. De Bourgogne, DIJON

Intervenant BPJEPS AGG2F – CESA Metz

# Références

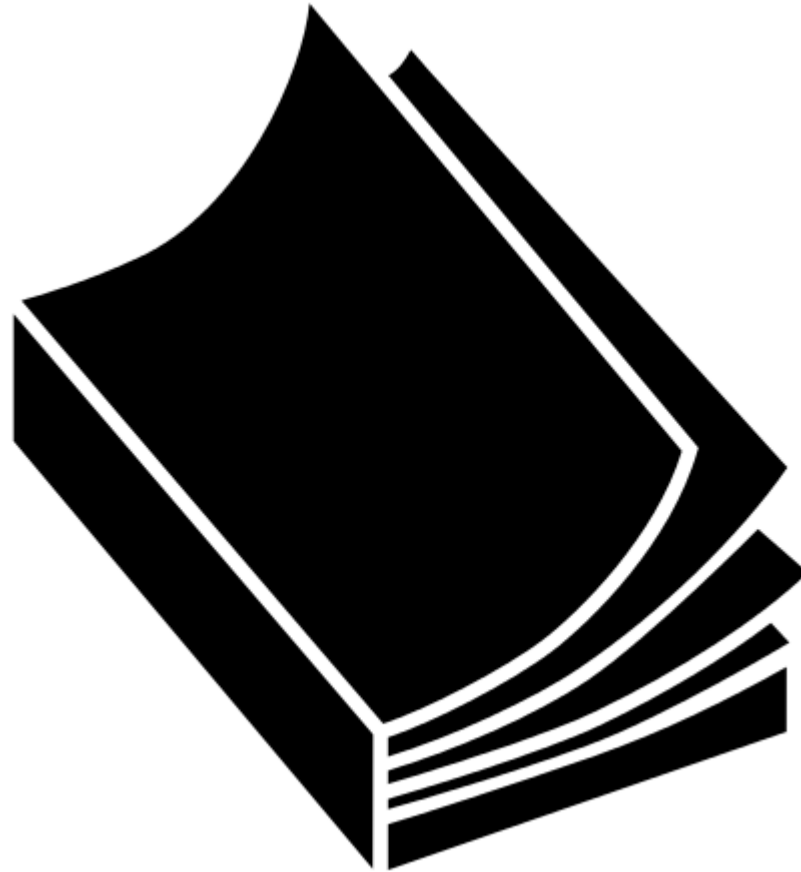
- ▶ **Anatomie, Physiologie, Biomécanique en STAPS** – P. Delamarche, M. Dufour, F. Multon sous la direction de L. Perlemuter, *éd. Masson*
- ▶ **La Bible de la Préparation Physique** – D. Reiss et Dr P. Prévost, *éd. Amphora*
- ▶ **Cours – STAPS Nancy / Dijon**

# Physiologie

## ▶ Sommaire

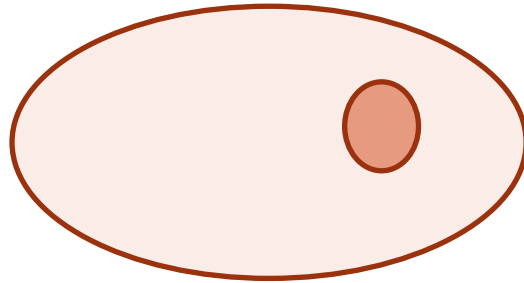
- Structure
  - Les cellules
- Fonctionnement
  - Contraction musculaire
  - Filières énergétiques
  - Sources d'énergie
  - Substrat énergétique
  - $VO_2\text{max}$  / FC
- Terrain

# Structure

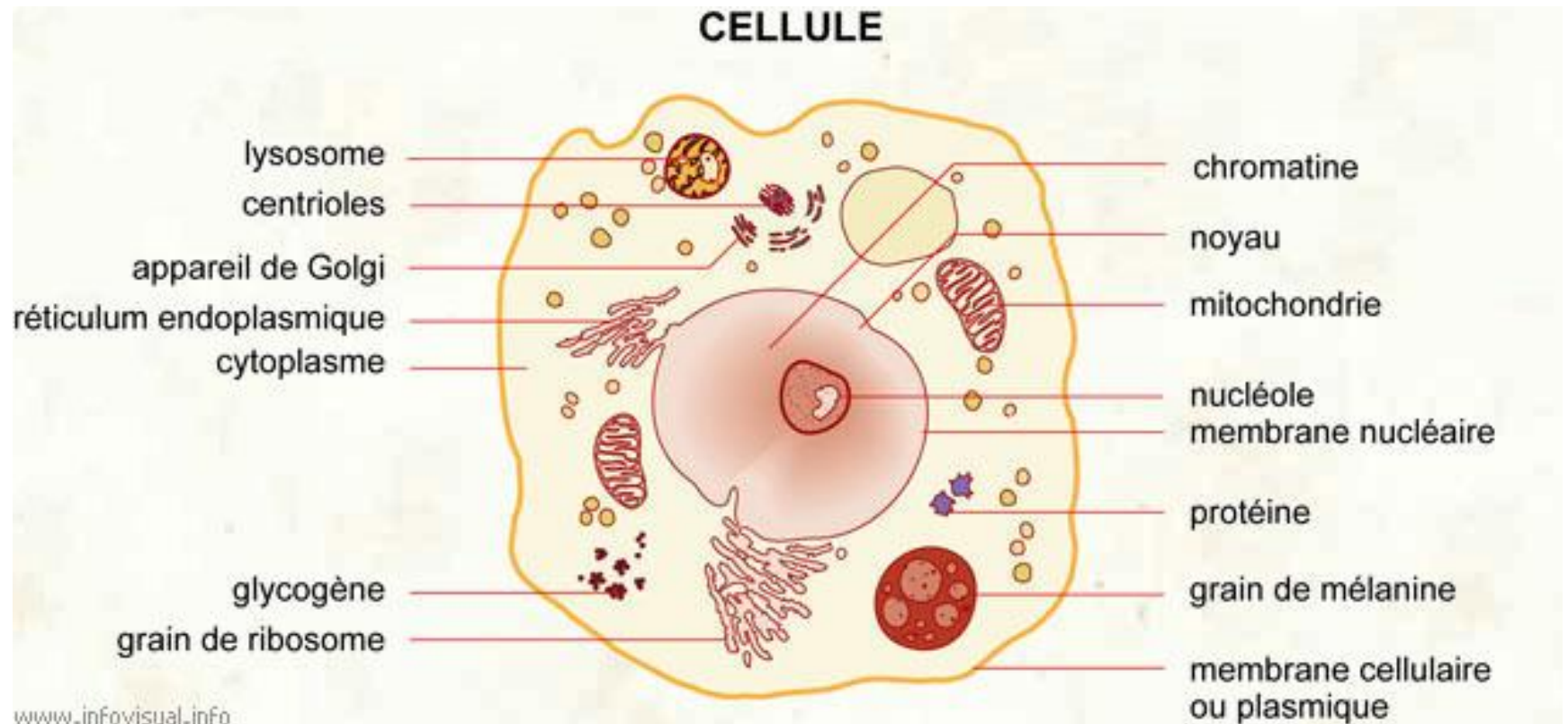


# Structures

- ▶ La cellule
  - Plus petite unité de l'être vivant
  - Fonctionnement de l'organisme
    - Structure commune mais fonctions propres
      - Membranes / cytoplasme / noyau



# Cellule



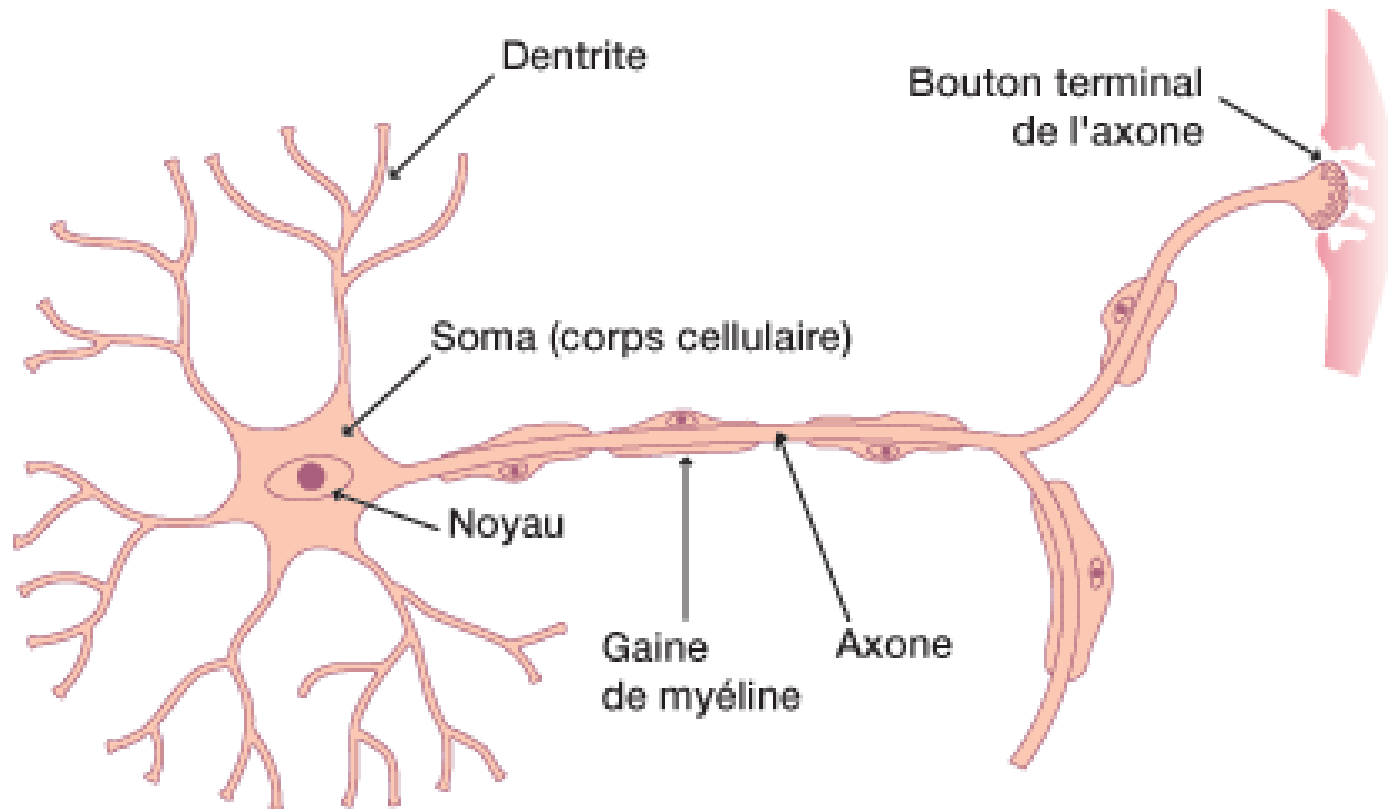
Réf. : *infovisual.info*

# Structure

- ▶ Cellules nerveuses : « neurone »
  - Communication et traitement de l'info. (par influx nerveux)
    - Intérieur vers extérieur : motrice
    - Extérieur vers intérieur : sensitif

# Cellule nerveuse

## ► Neurone

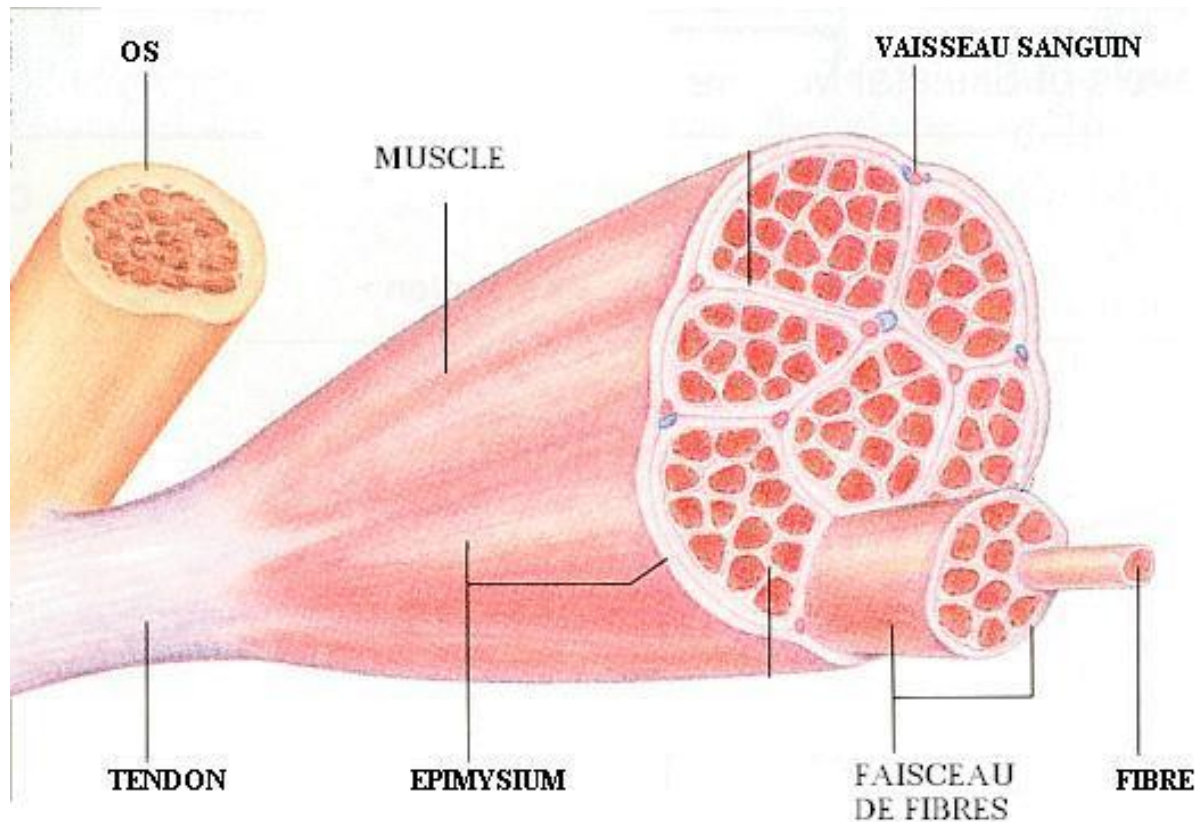


*Réf. :myologie.org*



# Structure

- ▶ Muscle > « fibres musculaires »

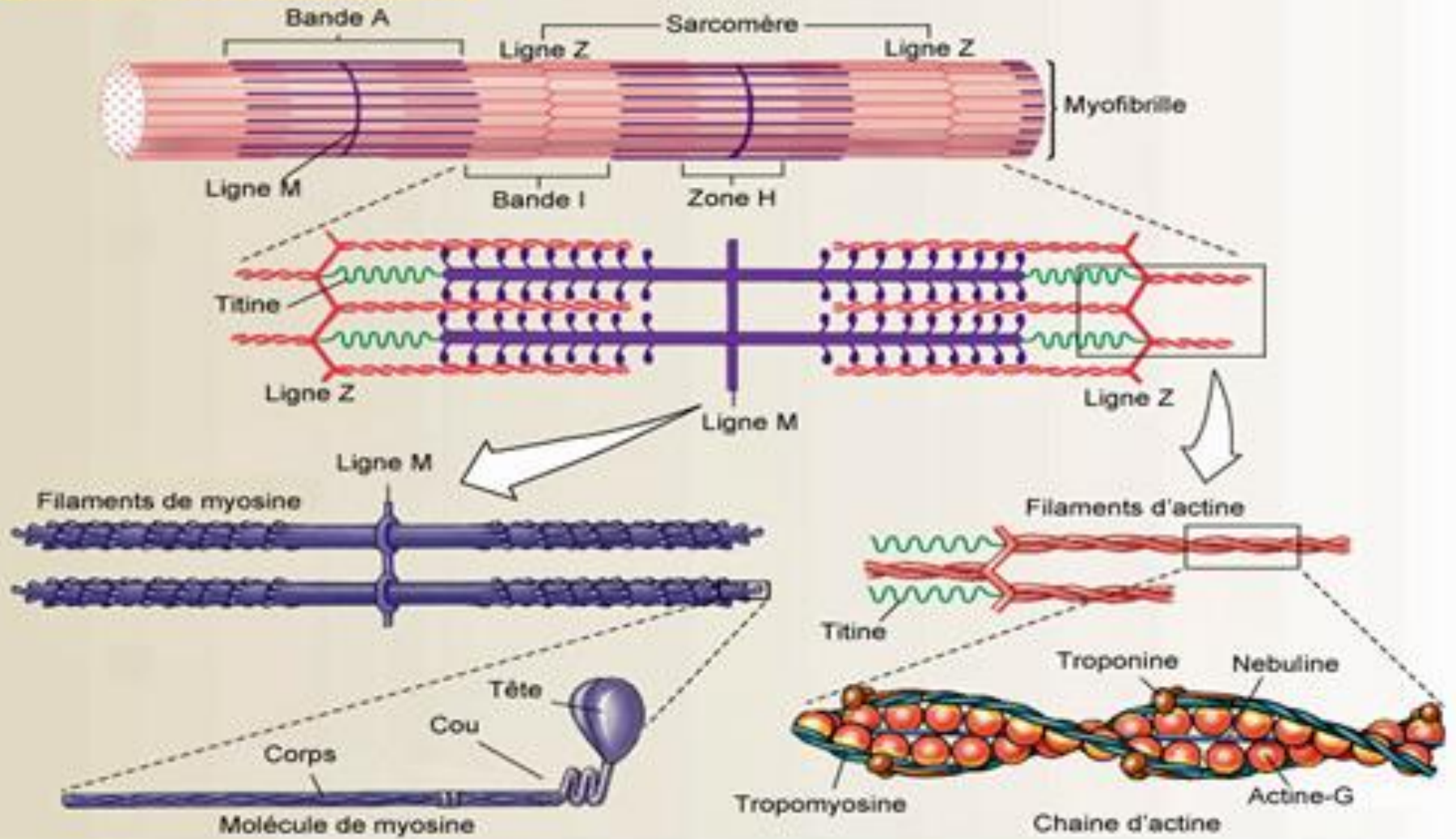


Réf. : [marcdarchez.wordpress.com](http://marcdarchez.wordpress.com)

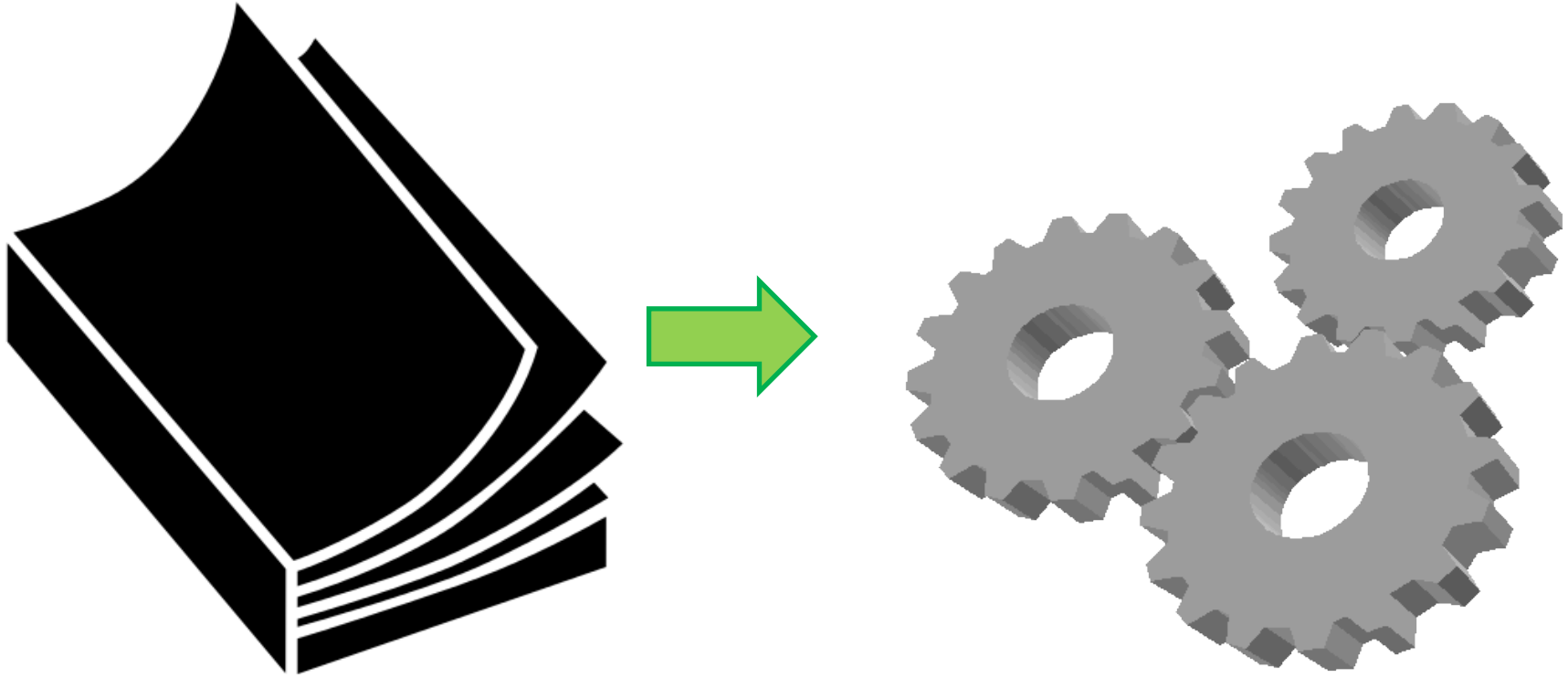
# Structure

- ▶ « fibres musculaires » > Actine/myosine

# Ultrastructure d'une myofibrille



# Structure > Fonctionnement



*Réf. : paranormale-entreprise.fr & ecologieeks.eelv.fr*

# Fonctionnement

- ▶ Contraction musculaire
  - « unité motrice » = système neuro-musculaire
  - 2 types de fibres
    - Type I : lentes / Type II :  
Ila = intermédiaires I Ib = rapides

# Fonctionnement

## ▶ Contraction musculaire

- Fibres lentes -----> rapides

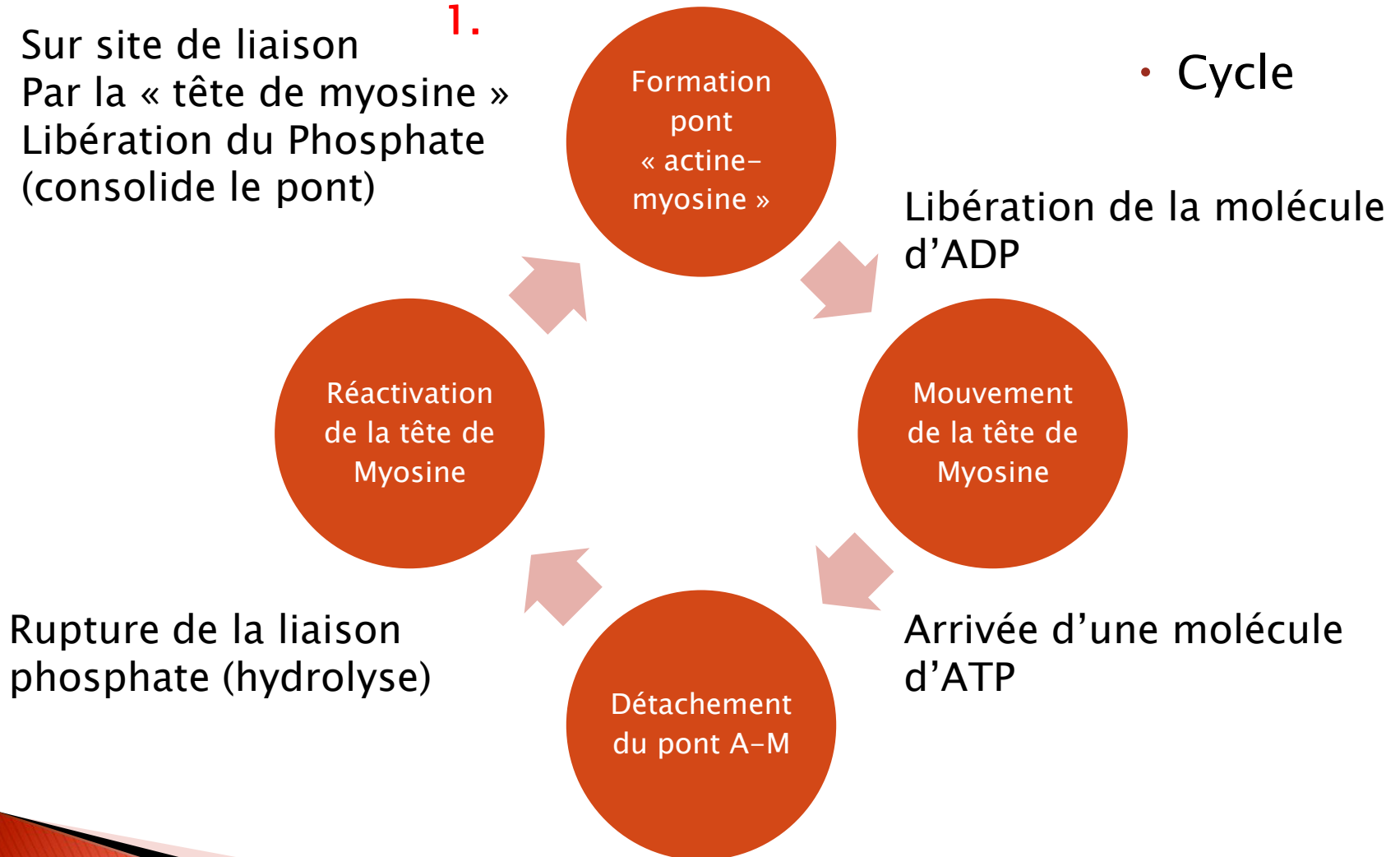
Fonctionnel	Type I	Type II a	Type II b
Résistance à la fatigue	+++	++	+
Force de contraction	+	++	+++
Vitesse de contraction	+	++	+++

# Fonctionnement

- ▶ Contraction musculaire
  - Augmentation progressive du nombre d'UM et de la fréquence de décharge
  - Mécanisme :
    - Raccourcissement des myofibrilles
      - Action entre filament fin (« actine ») et le filament épais (« myosine ») via la tête de myosine

# Fonctionnement

1.  
Sur site de liaison  
Par la « tête de myosine »  
Libération du Phosphate  
(consolide le pont)



- Cycle



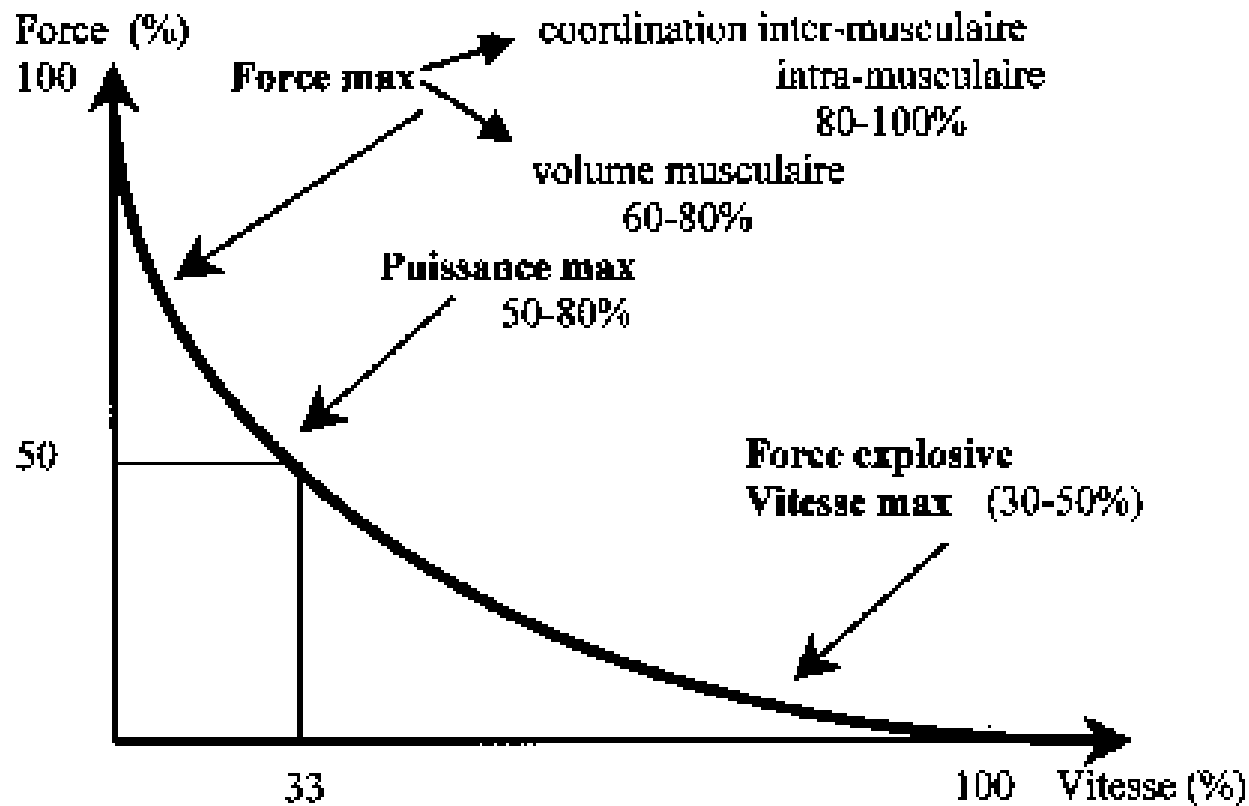
# Fonctionnement

- Vidéo :

[https://www.youtube.com/watch?v=Ct8AbZn\\_A8A](https://www.youtube.com/watch?v=Ct8AbZn_A8A)

# Fonctionnement

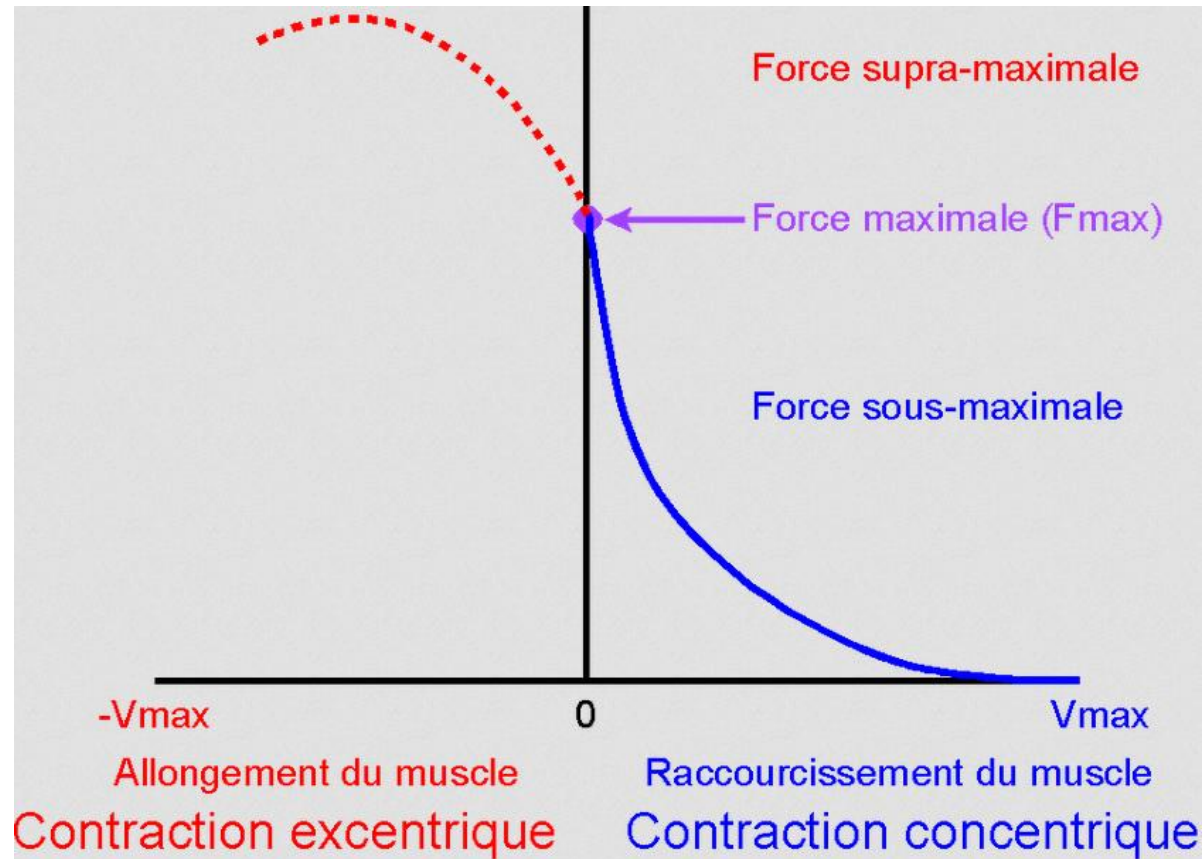
- Relation force–vitesse (Bosco)



Réf. : [www.sappiasports.com](http://www.sappiasports.com)

# Fonctionnement

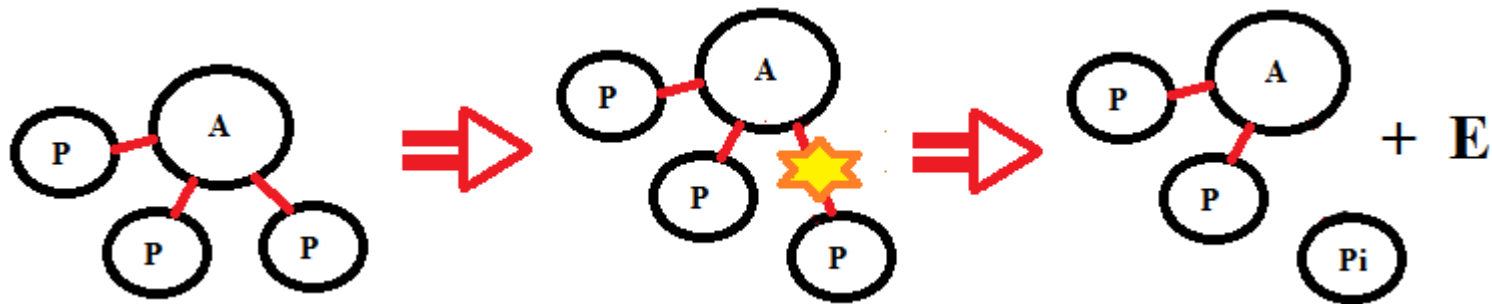
- Relation force–vitesse



Réf. : [er.uqam.ca](http://er.uqam.ca)

# Fonctionnement

- ▶ Sources d'énergie : ATP
  - Energie chimique > énergie mécanique
  - 20%–30% énergie / 80%–70% en chaleur (« perdu »)
  - « adénosine triphosphate » = ATP
    - L'énergie est contenue dans les liaisons entre P (7 kcal)
    - Rupture de la liaison (hydrolyse) → production d'énergie



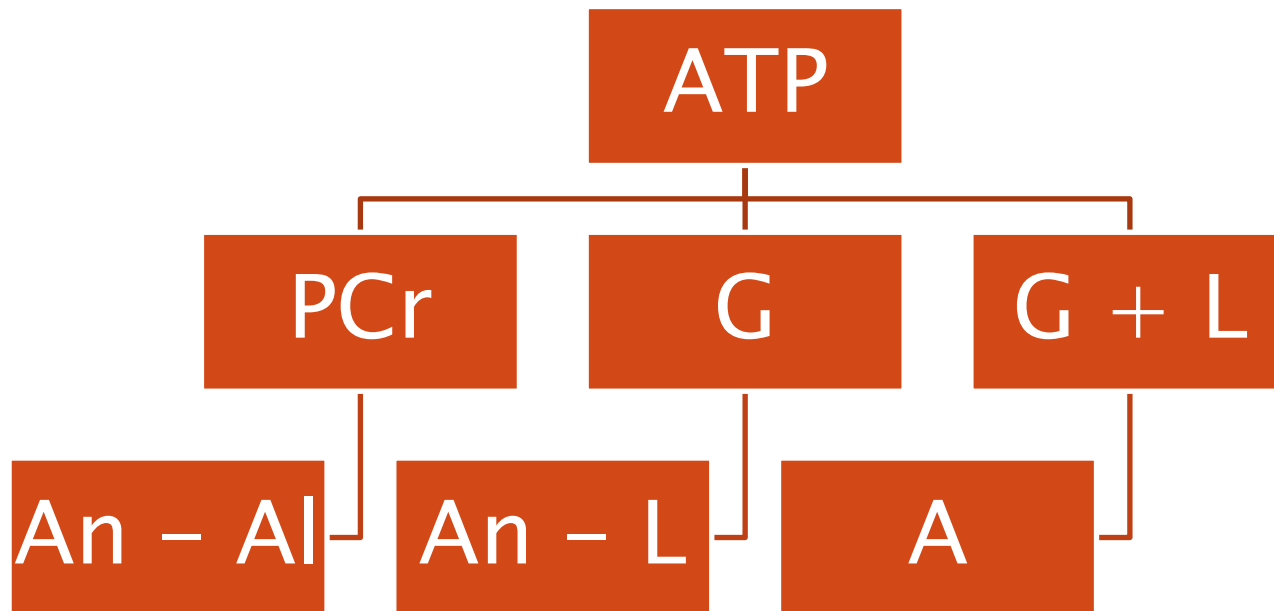
# Fonctionnement

- Vidéo :

[https://www.youtube.com/watch?v=Ct8AbZn\\_A8A](https://www.youtube.com/watch?v=Ct8AbZn_A8A)

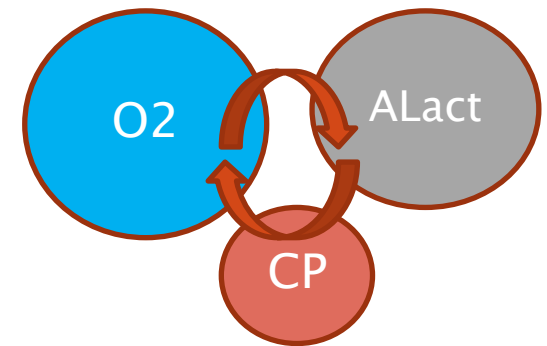
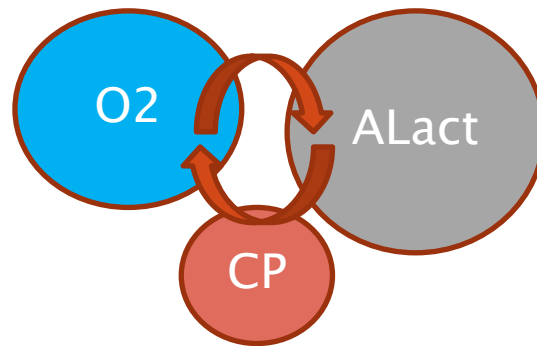
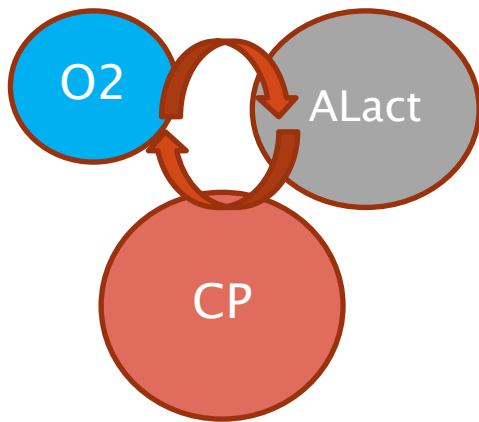
# Fonctionnement

- ▶ Sources d'énergie
  - Aérobie / anaérobie



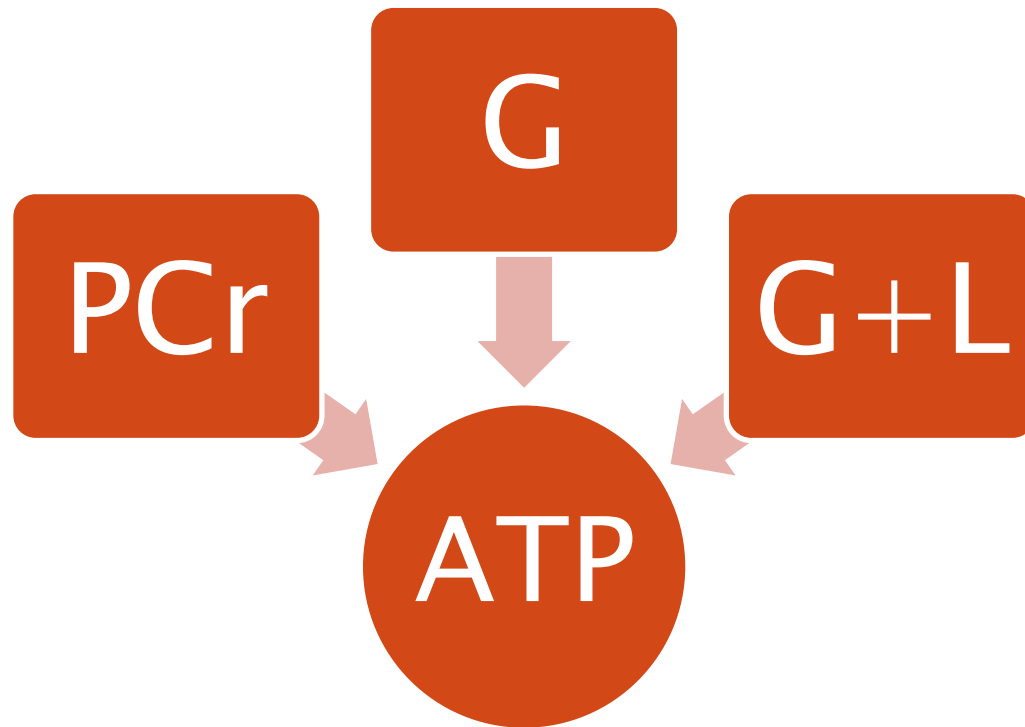
# Fonctionnement

- ▶ Sources d'énergie
  - Aérobie / anaérobie
  - « Prédominance »



# Fonctionnement

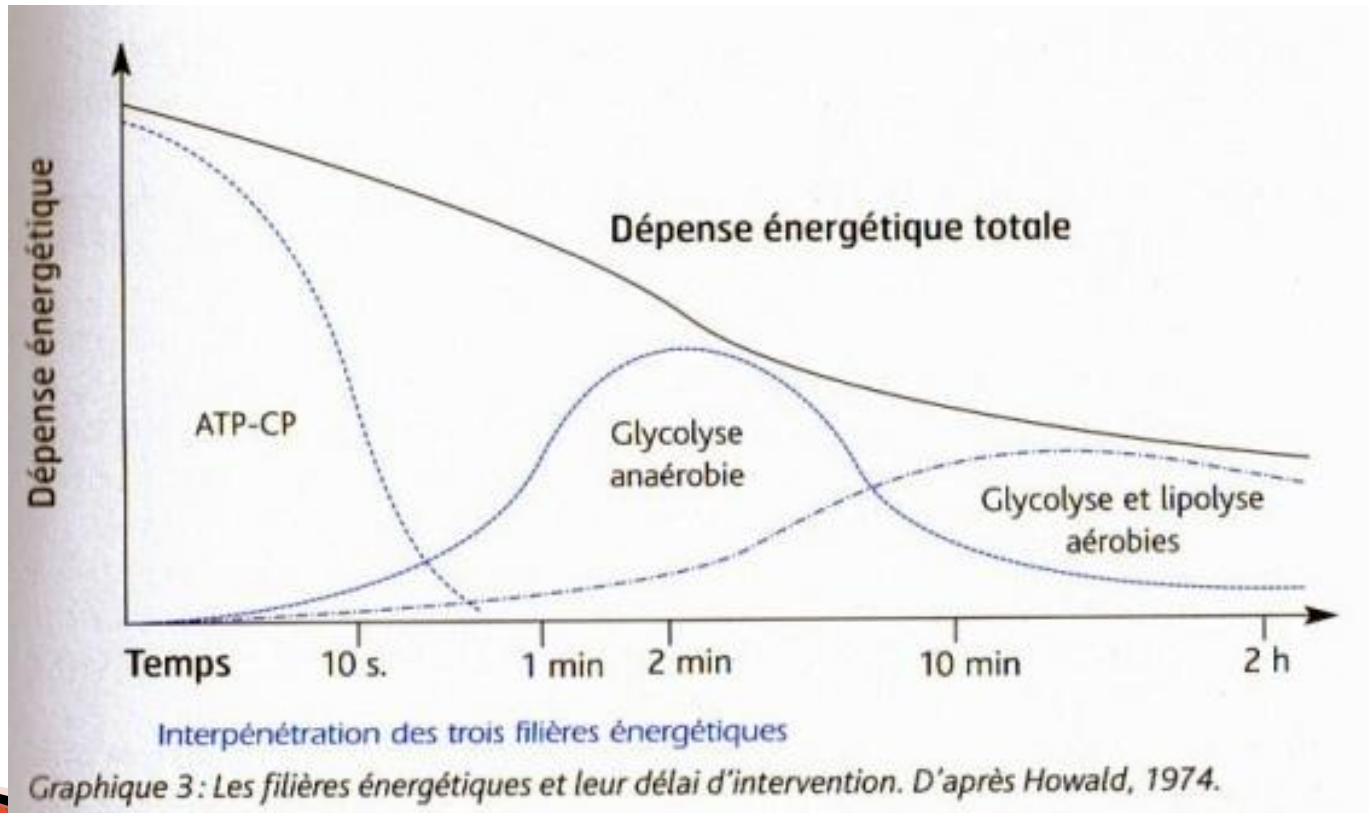
- ▶ Sources d'énergie





# Fonctionnement

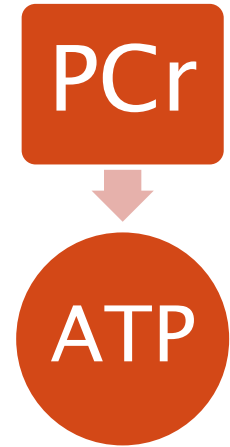
- ▶ Filières énergétiques
  - Courbe d'Howald



Réf. : doctissimo.fr

# Fonctionnement

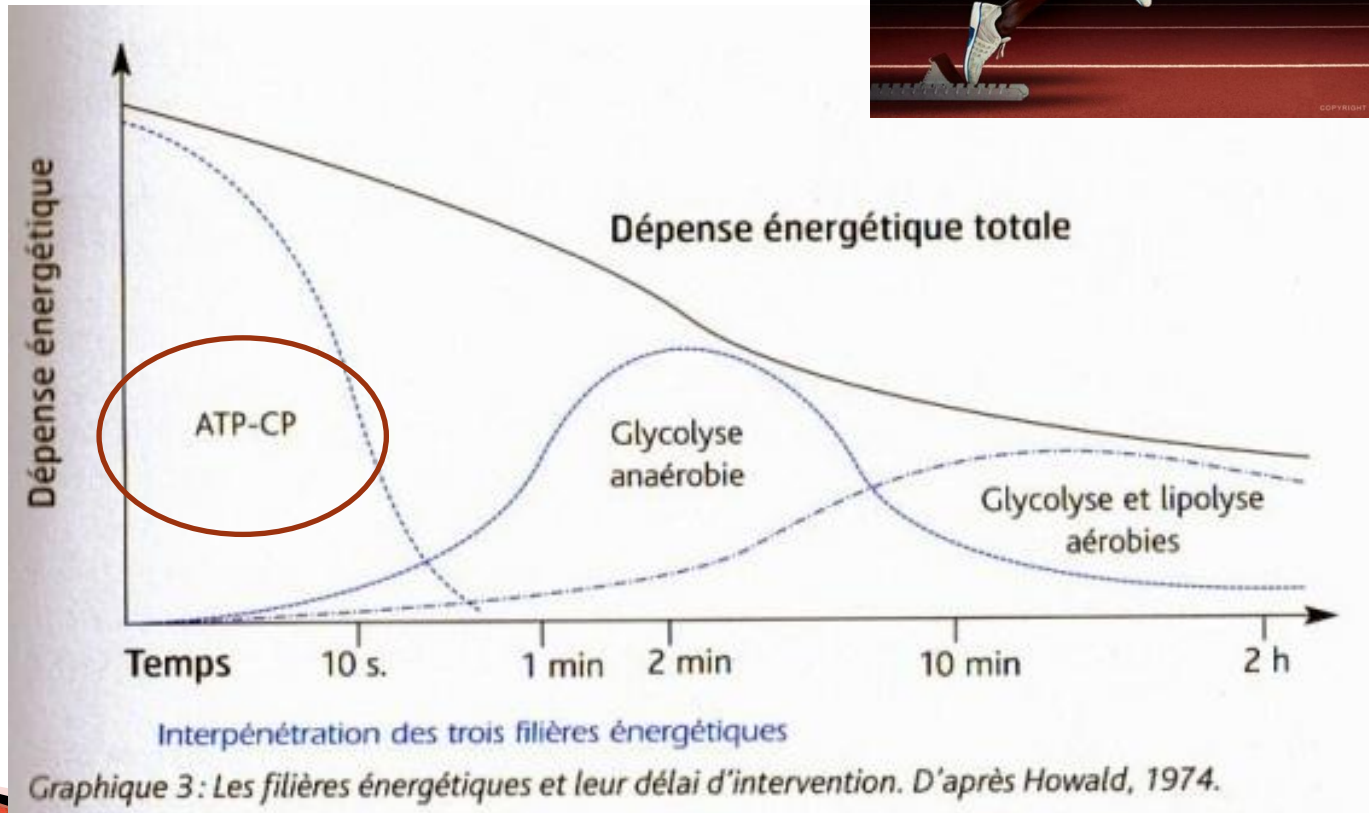
- ▶ Filières énergétiques
  - Terminologie



« Attribution »	Discipline associée
Délai d'intervention	Temps pour devenir prédominant
Substrats	Sources d'énergie (P/G/L)
Réaction	Chimique
Resynthèse	Temps pour refaire des réserves
Inconvénients	
Facteur limitant	Cause(s) l'arrêt

# Fonctionnement

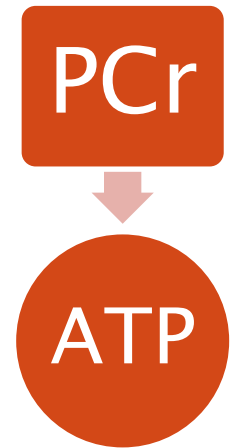
- ▶ Filières énergétiques
  - Courbe d'Howald



Réf. : doctissimo.fr

# Fonctionnement

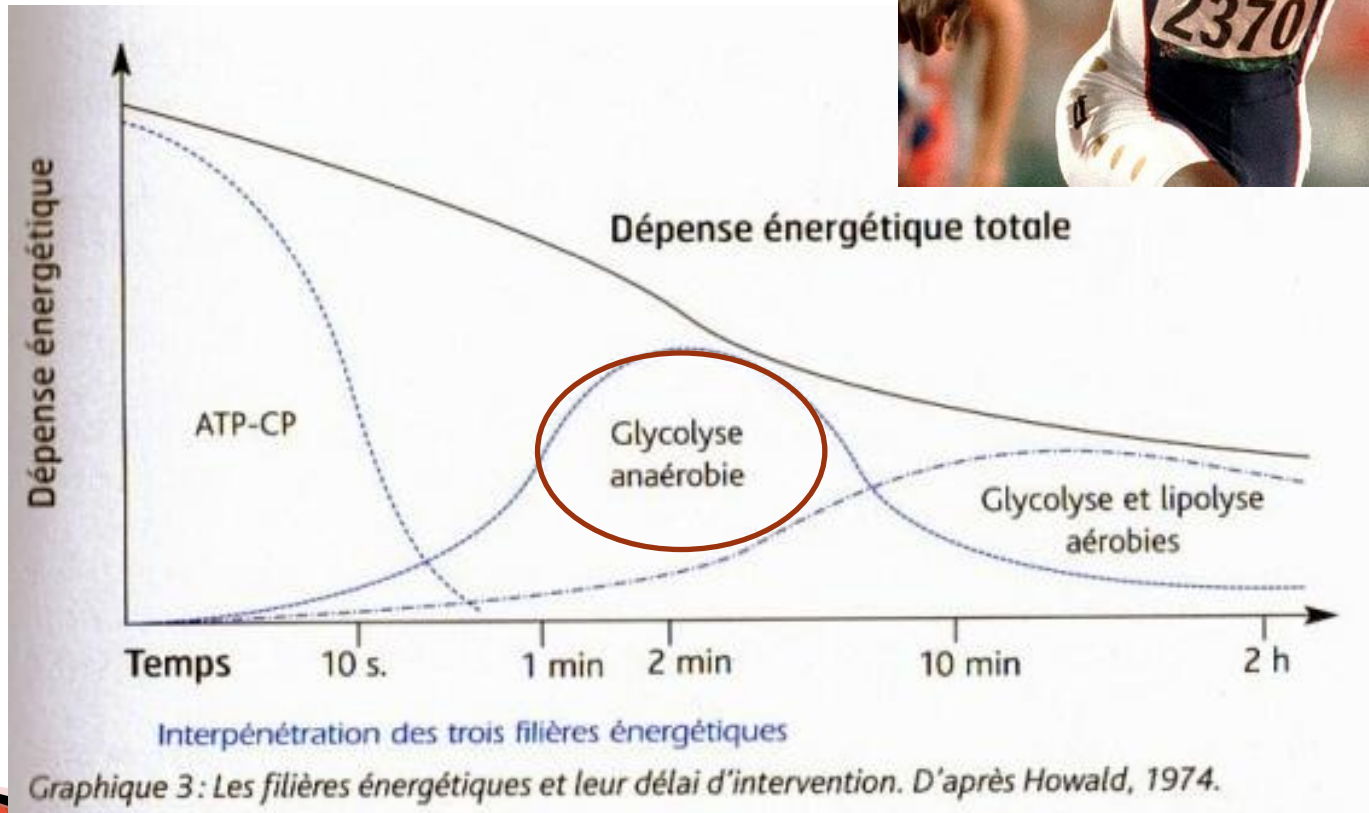
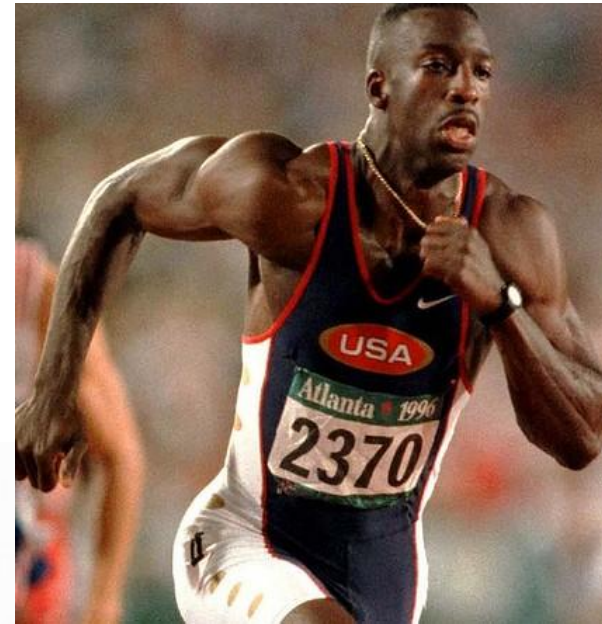
- ▶ Filières énergétiques
  - Anaérobie Alactique



« Attribution »	Sprinteur
Délai d'intervention	Quasi-immédiat (pas d'O <sub>2</sub> , de [Lac] et P <sub>max</sub> )
Substrats	ATP Phosphocréatine
Réaction	ATP > ADP + P PCr + ADP > ATP
Resynthèse	Rapide (50% 30s, 90% 1min30)
Inconvénients	Réserves faibles d'ATP (7s)
Facteur limitant	Réserves de PCr (muscles)

# Fonctionnement

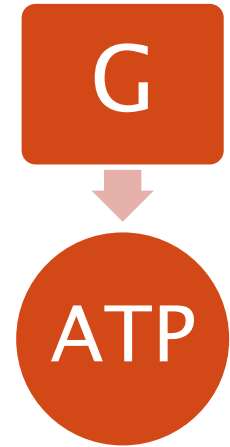
- ▶ Filières énergétiques
  - Courbe d'Howald



Réf. : doctissimo.fr

# Fonctionnement

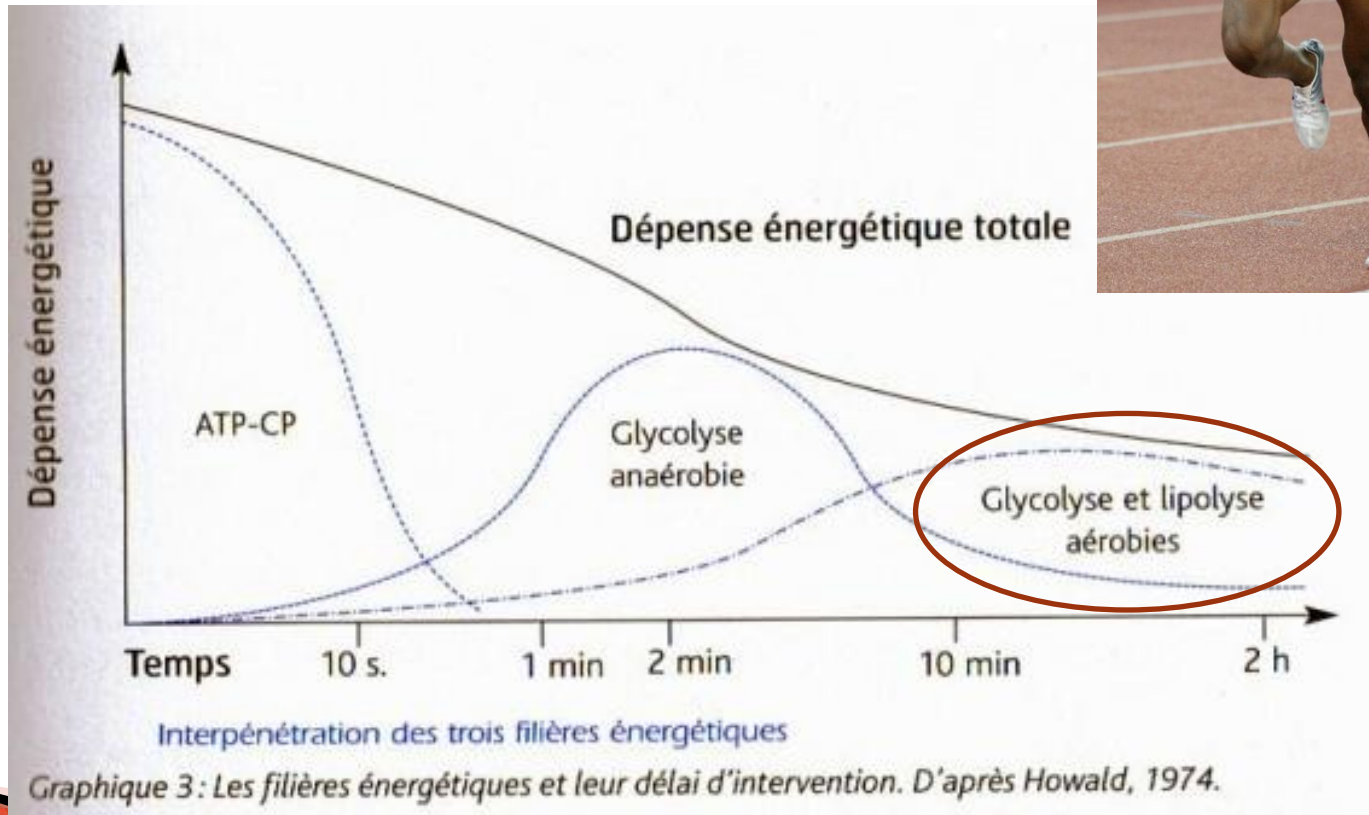
- ▶ Filières énergétiques
  - Anaérobie Lactique



« Attribution »	Résistants
Délai d'intervention	1 minute (Pas d'O <sub>2</sub> , P élevée)
Substrats	Glycogène / Glucose
Réaction	Glycolyse anaérobie (Gn > Ac. P et Ac. lac + E)
Resynthèse	Après élimination de l'acide lactique
Inconvénients	Rentabilité faible
Facteur limitant	Production de lactate Temps de latence (O <sub>2</sub> )

# Fonctionnement

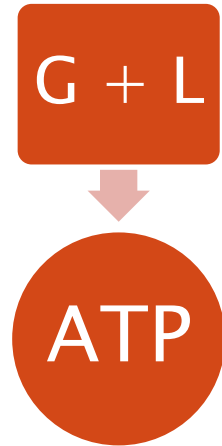
- ▶ Filières énergétiques
  - Courbe d'Howald



Réf. : doctissimo.fr

# Fonctionnement

- ▶ Filières énergétiques
  - Aérobie



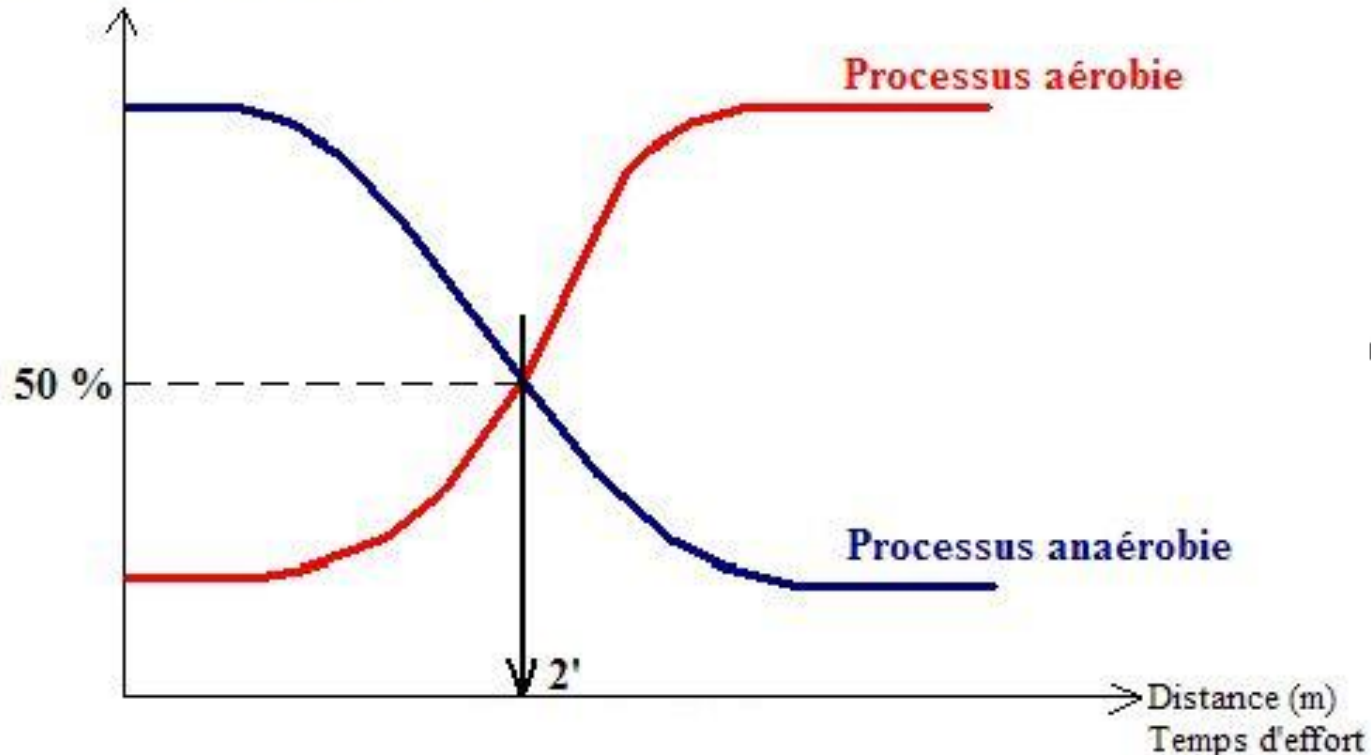
« Attribution »	Endurant
Délai d'intervention	Quelques minutes Notion de dette**
Substrats	Oxygène
Réaction *	Glycolyse aérobie Lipolyse aérobie
Resynthèse	
Inconvénients	Puissance faible VO <sub>2</sub> max
Facteur limitant	Réserves énergétiques Enzymes



# Fonctionnement

- ▶ Filières énergétiques
  - Courbe de Keul

% des processus anaérobie et aérobie



Réf. : *mamo-cosmetique.fr*

# Fonctionnement

- ▶ Filières énergétiques – synthèse

	Anaérobie alactique	Anaérobie lactique	Aérobie	
Substrat	ATP, PC	Glycogène	Glycogène	Acides gras libres
Produit final	ADP et créatine	Lactate	H <sub>2</sub> O et CO <sub>2</sub>	
Prédominance selon l'effort	Efforts intenses (sprints, sauts, lancers)	Efforts soutenus (200-1000m)	Efforts faibles à modérés (endurance)	Efforts faibles à modérés (endurance)
Puissance (unité arbitraire)	7	3.5	2	1
Capacité	Très faible	Faible	élevée	Très élevée
Temps de maintien à 70% de VO <sub>2</sub> max	30s	7min max	90min	Des heures
Délai de production maximale	Inférieur à 1s	Inférieur à 5s	3min	30min

Réf. : <http://www.courir-plus-loin.com>

# Fonctionnement

- ▶ Quelle filière pour quel effort ?

	Anaérobie alactique	Anaérobie lactique	Aérobie	
	ATP, PC	Glycogène	Glycogène	Acides gras libres
100m	48	48	4	0
200m	25	65	10	0
400m	12.5	62.5	25	0
800m	6	50	44	0
1500m	0 (sprint final)	25	75	0
5000m	0 (sprint final)	12.5	87.5	0
10km	0 (sprint final)	3	97	0
marathon	0 (sprint final)	1	79	20
Ultra-trail	0 (sprint final)	0	40	60

Réf. : [www.courir-plus-loin.com](http://www.courir-plus-loin.com)

# Fonctionnement

## ▶ Substrats énergétiques

- « Calorie » ou « joule » : énergie chimiques
- Environ 1 kcal/kg/km
  - Dépend du poids et de la distance / pas de la vitesse ou la durée
    - *Exemple : adulte - 70kg*
      - > *30min - 5km (10km/h) = 15min - 5km (20km/h) → 350 kcal*
- 3 substrats : Glucide / Lipide / Protéines

# Fonctionnement

- ▶ Substrats énergétiques
  - Glucides
    - Simples : sucre, miel,...
    - Complexe : céréales ou légumineuses

# Fonctionnement

- ▶ Substrats énergétiques
  - Lipides
    - Triglycérides
    - Tissu adipeux
  - Rendement  $>$  / vitesse de dégradation  $<$   
+ pour supplées le Glycogène
  - Sources : huiles, beurre,...

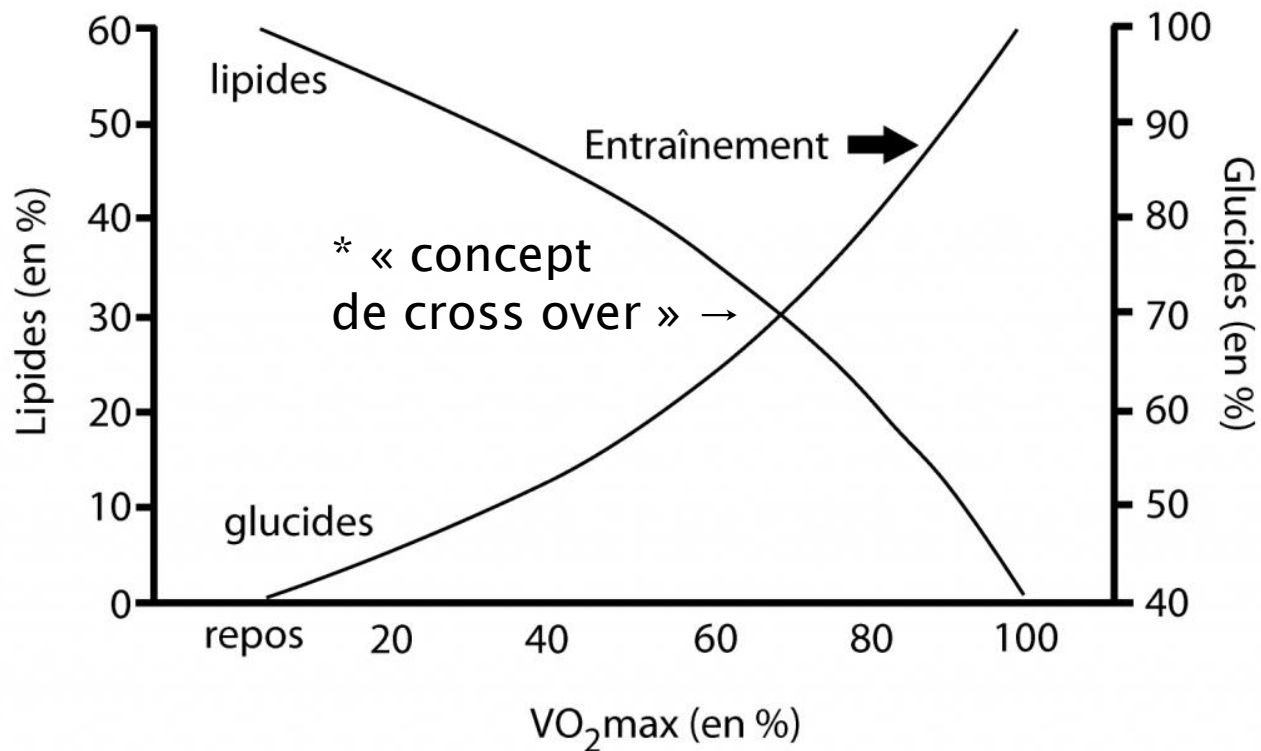


# Fonctionnement

- ▶ Substrats énergétiques
  - Protéines
  - Rôle : structuraux (muscle, organisme)  
+ sources d'énergie : « dernier recours »
  - Sources : viande, poisson

# Fonctionnement

- ▶ Substrats énergétiques
  - Courbe de Keul / Brooks & Mercier (94)



Réf. : [www.courir-plus-loin.com](http://www.courir-plus-loin.com)

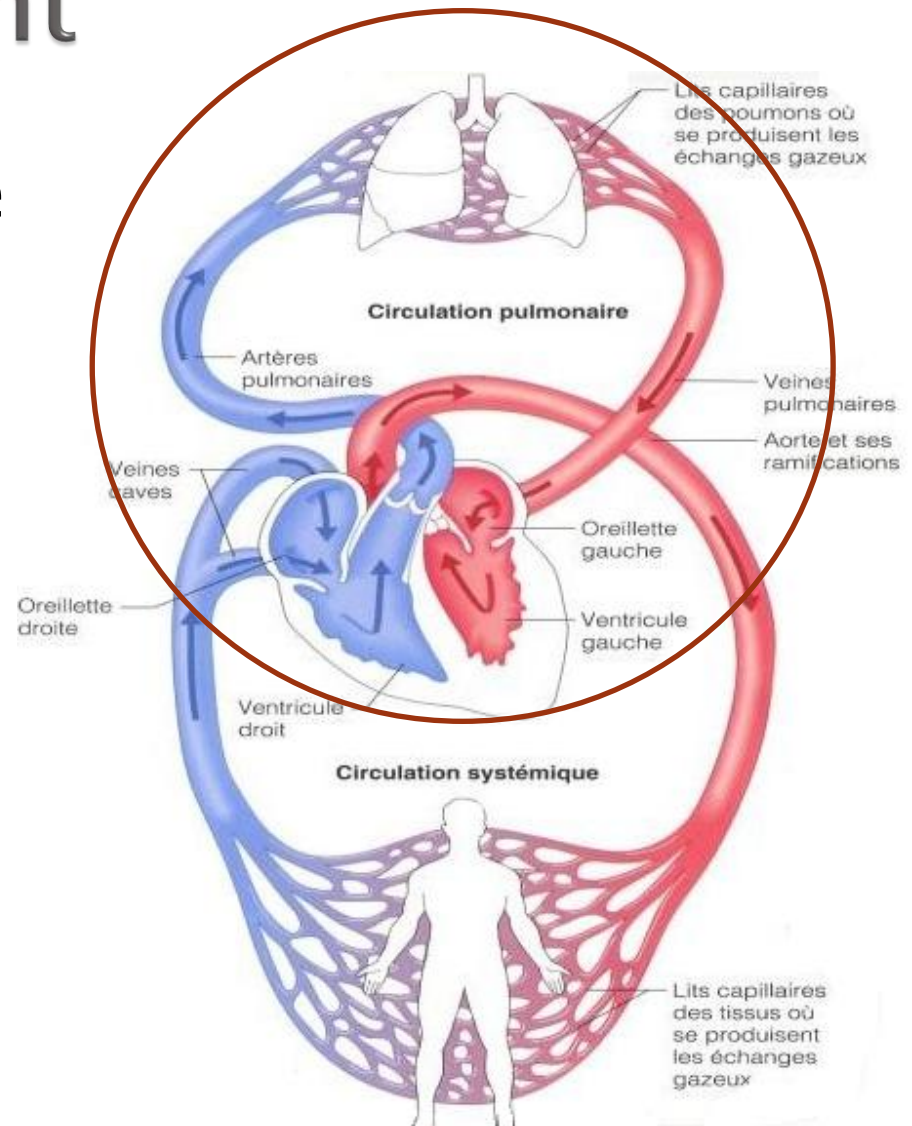
# Fonctionnement

## ▶ Terminologie

- VMA : vitesse maximale aérobie
- PMA : puissance maximale aérobie
- $VO_2 / VO_2\text{max}$ 
  - V : volume > dérivé par rapport au temps  
(ou V « point ») : débit  $\dot{V}$
  - O : oxygène + max : maximale
- v  $VO_2\text{max}$  : vitesse à  $VO_2\text{max}$
- FC / Fcmax : fréquence cardiaque + max : maximale
- **Attention !**
  - VMA ou VAM → A = aérobie
  - VMA ou Vmax → A = absolue

# Fonctionnement

## ► Système respiratoire



Réf. : *bv.alloprof.qc.ca*

# Fonctionnement

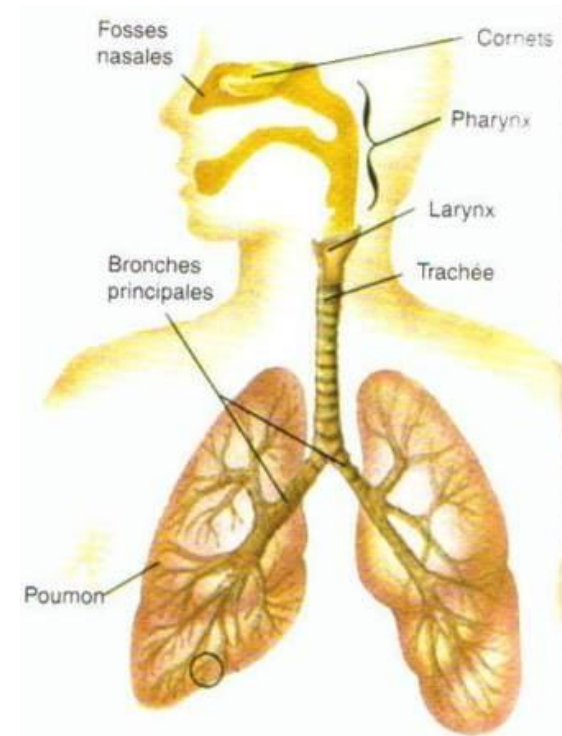
- ▶ **Système respiratoire**
  - Organisation anatomique du système
    - Zone de conduction :
      - 4 rôles :
        - Acheminer l'oxygène
        - Réchauffer l'oxygène
        - Purifier l'oxygène
        - Saturer l'oxygène en H<sub>2</sub>O (eau) – humidifier

# Fonctionnement

## ▶ Système respiratoire

### ◦ Organisation anatomique du système

- Zone de conduction :
  - 4 rôles
  - 4 structures :
    - Nez et cavité nasale
    - Pharynx (aliments et oxygène)
    - Larynx (aliments)
    - Trachée
    - Bronches
    - Bronchioles



Réf. : [amar-constantine.e-monsite.com](http://amar-constantine.e-monsite.com)

# Fonctionnement

- ▶ **Système respiratoire**
  - Ventilation :
    - Oxygène utilisé par les cellules (mitochondrie)

# Fonctionnement

- ▶ **Système respiratoire**
  - Ventilation
    - Muscles

Conditions	I/E	A/P	Actions
Repos	Inspiration	Active	Diaphragme
	Expiration	Passive	Propriété élastique
Actif	Inspiration	Active	Diaphragme + m. accessoires + m. intercostaux
	Expiration	Active	Abaissement côte et abdo.

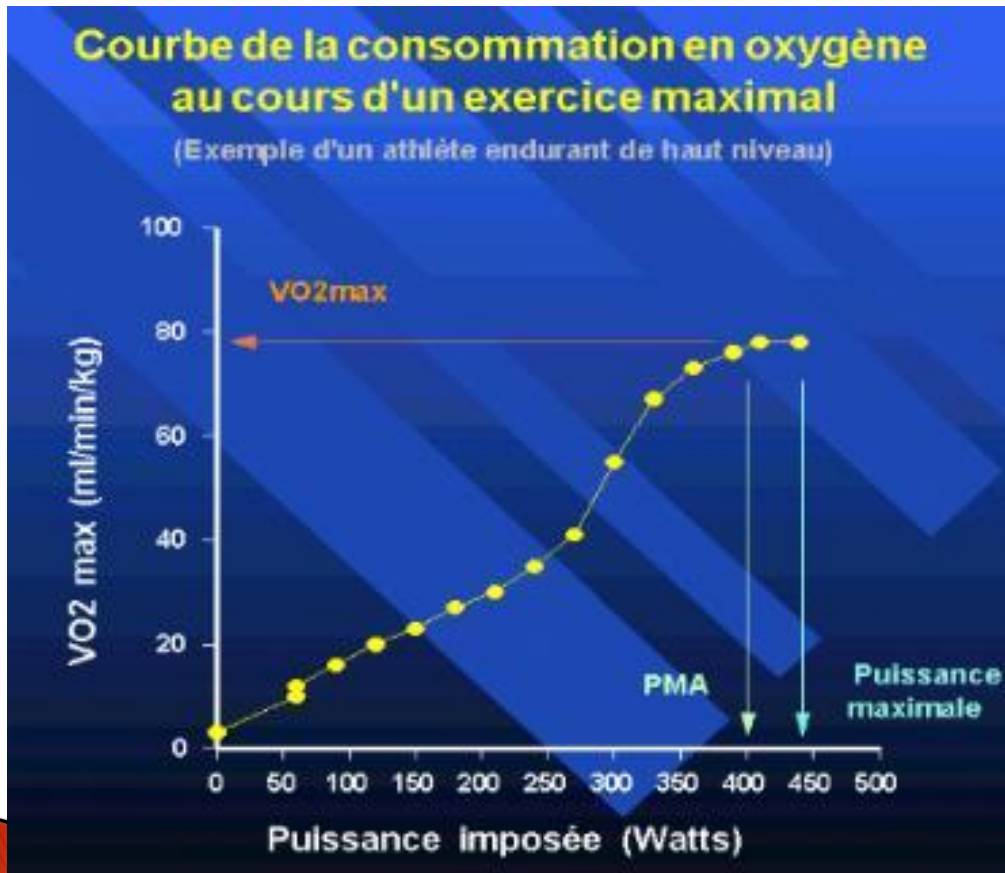


# Fonctionnement

- ▶  $\text{VO}_2$  max
  - Unité  $\text{VO}_2$ max : mL/min/kg
  - Mesure : test maximal avec analyse des gaz inspirés/expirés
  - Extrapolation : tests maximaux (*ex : VAMEval*)

# Fonctionnement

- ▶ À VMA on atteint  $VO_2$  max



Réf. : flickr.com

Réf. : [physiomax.com.free.fr](http://physiomax.com.free.fr)

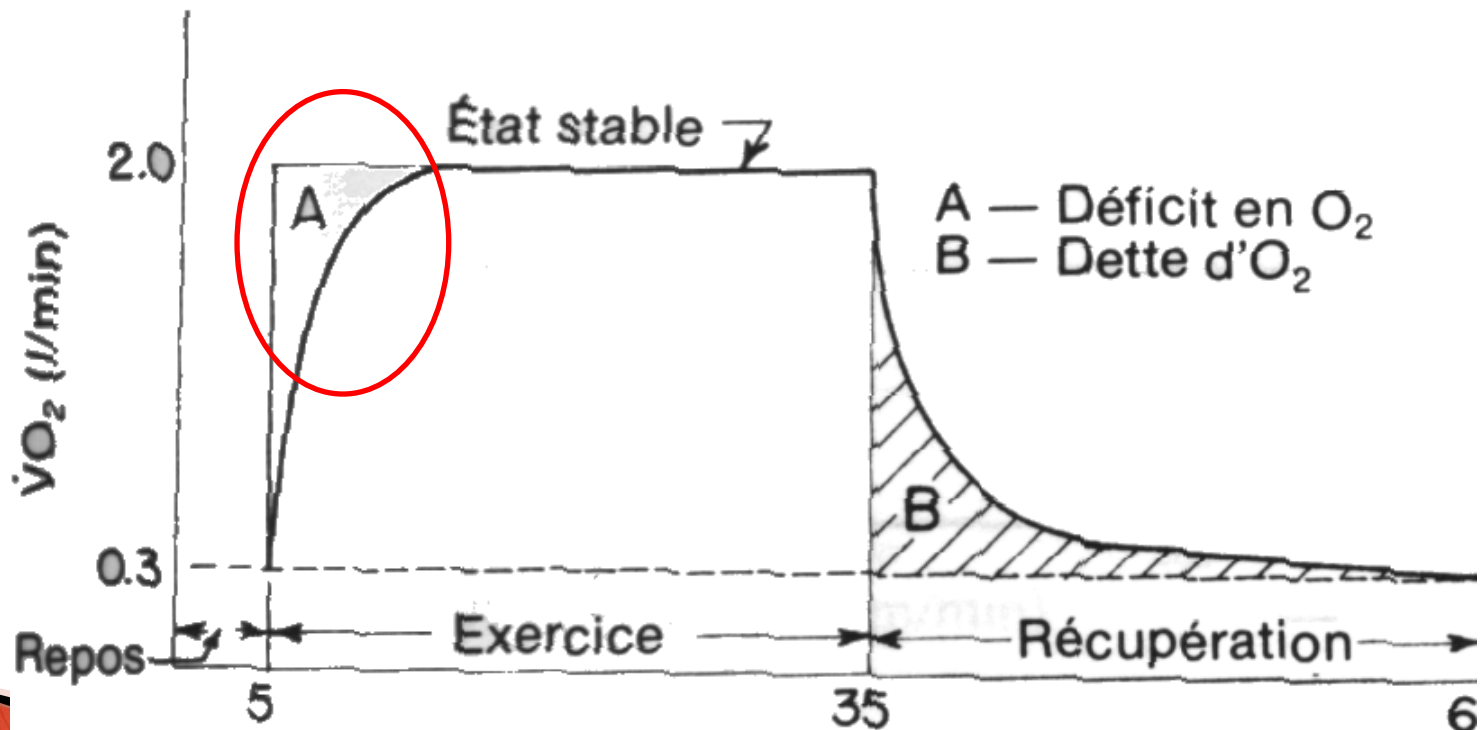
# Fonctionnement

- ▶  $\text{VO}_2$  max
  - *Exemple*

Populations	$\text{VO}_2$ max	VAM équivalente
Peu ou moyennement actifs	30 à 45	8.8 à 12.8
Bonne condition physique	45 à 55	12.8 à 15.8
Excellente condition physique	55 à 65	15.8 à 18.5
Elites (sports aérobies)	65 à 90	> 18.5

# Fonctionnement

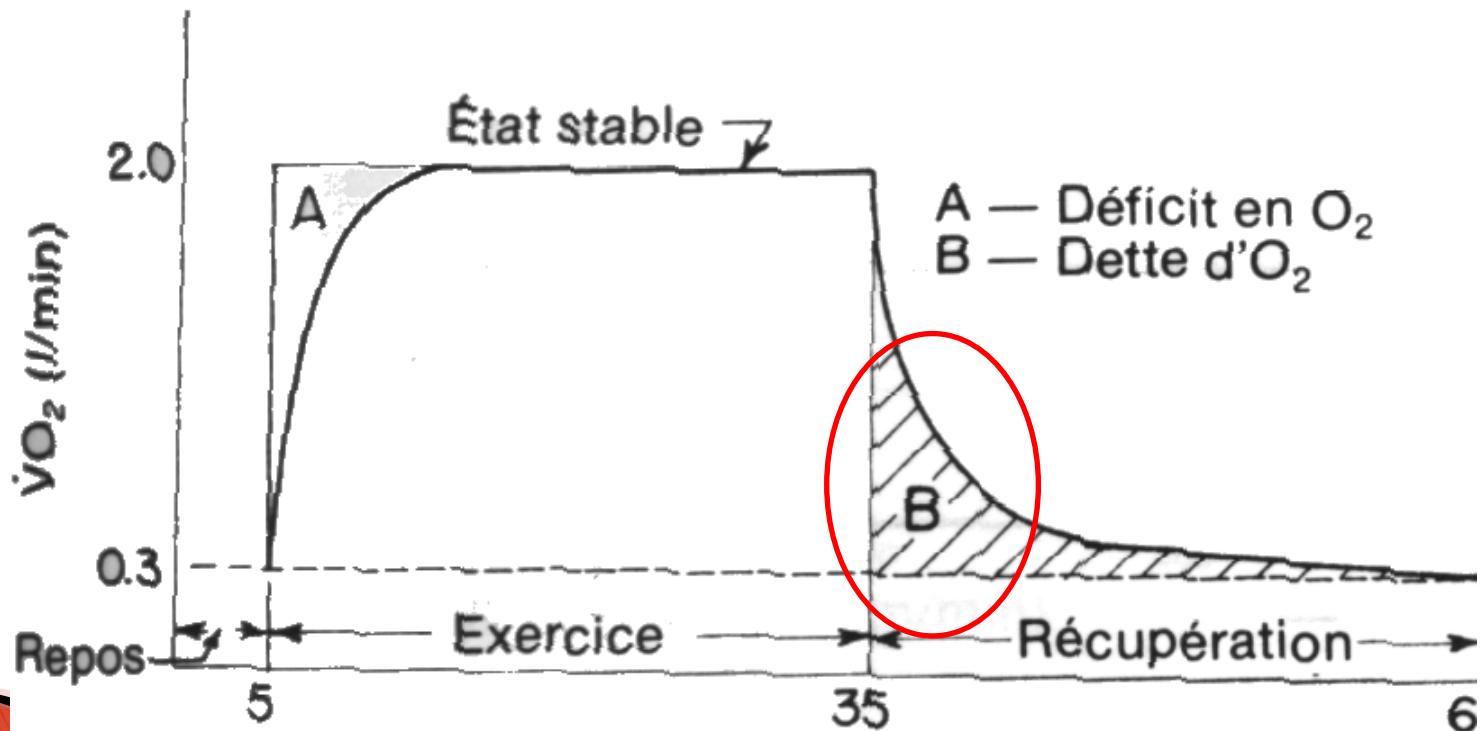
- ▶  $\dot{V}O_2$  max
  - Notions de déficit et de dette en oxygène
    - Déficit : décalage demande E et fourniture E



Ret. : [t.verson.free.fr](http://t.verson.free.fr)

# Fonctionnement

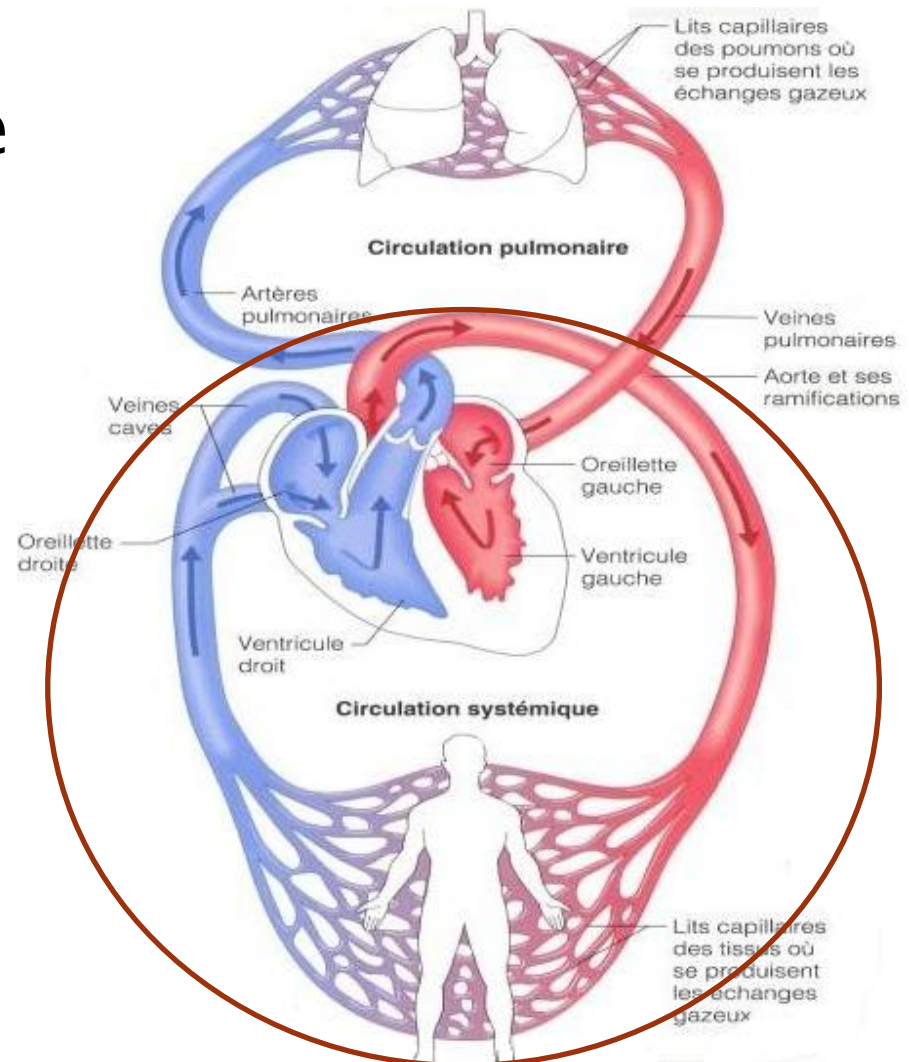
- ▶  $\dot{V}O_2$  max
  - Notions de déficit et de dette en oxygène
    - Déficit : décalage demande E et fourniture E



Ret. : [t.verson.free.fr](http://t.verson.free.fr)

# Fonctionnement

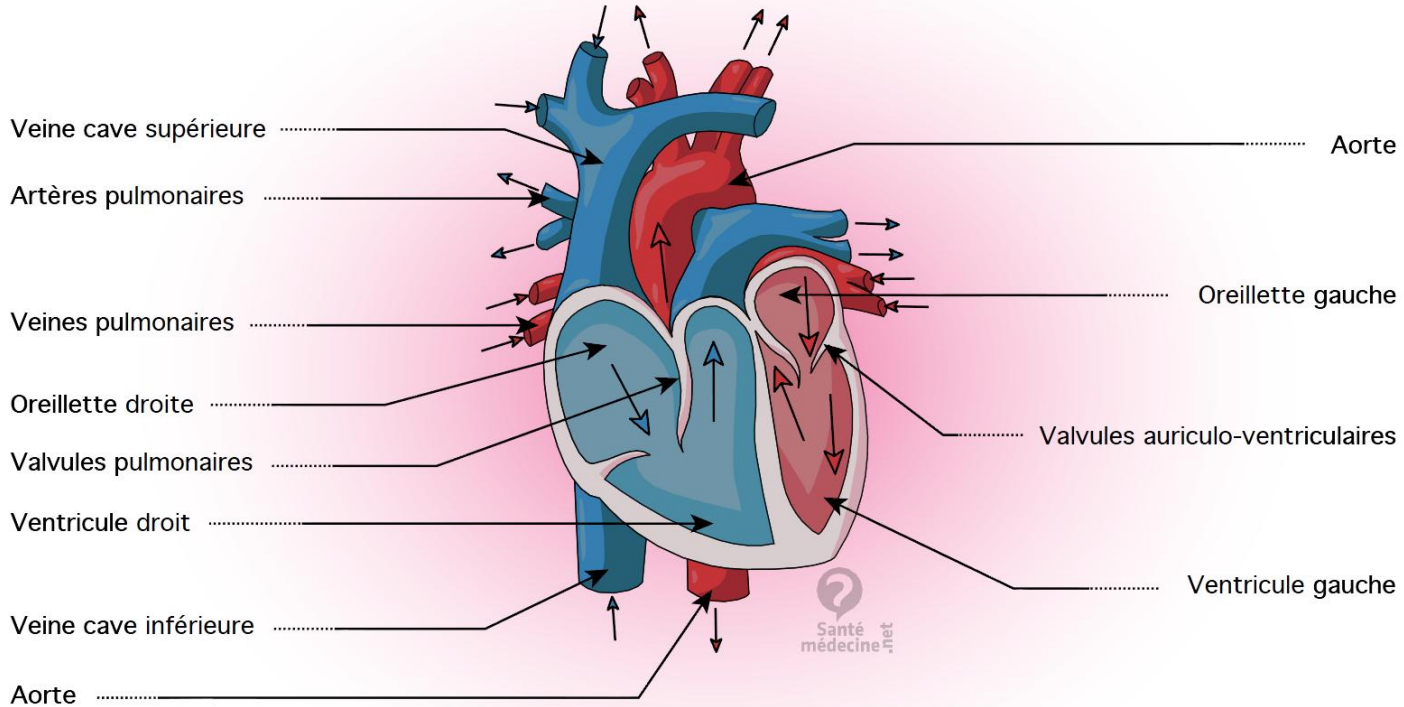
## ► Système circulatoire «cardio-vasculaire »



Réf. : *bv.alloprof.qc.ca*

# Fonctionnement

- ▶ Système circulatoire
  - Le cœur



Réf. : [sante-medecine.commentcamarche.net](http://sante-medecine.commentcamarche.net)

# Fonctionnement

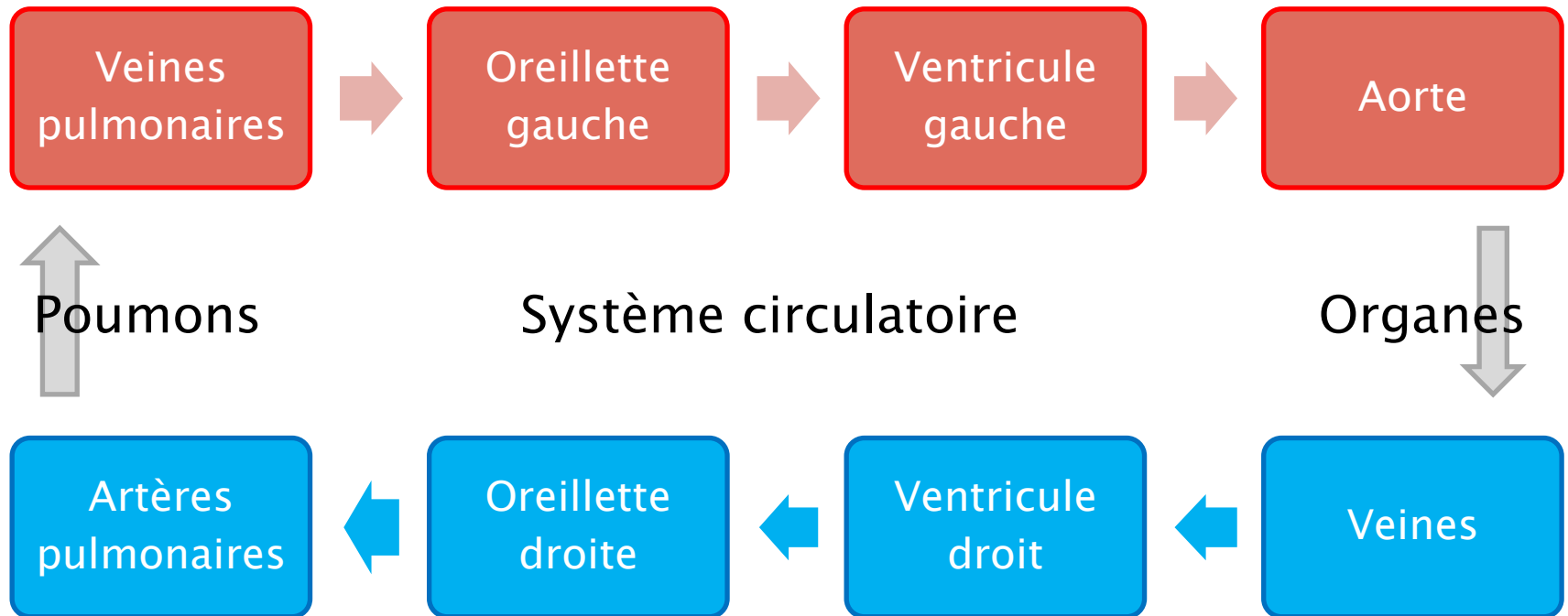
## ▶ Système circulatoire

### ◦ Le cœur

- Myocarde/muscle cardiaque
- Circulation
  - 5 à 6L de sang
  - Globules rouges pour le transport d'oxygène
  - « Parcours » (*cf. schéma : système*)

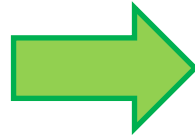
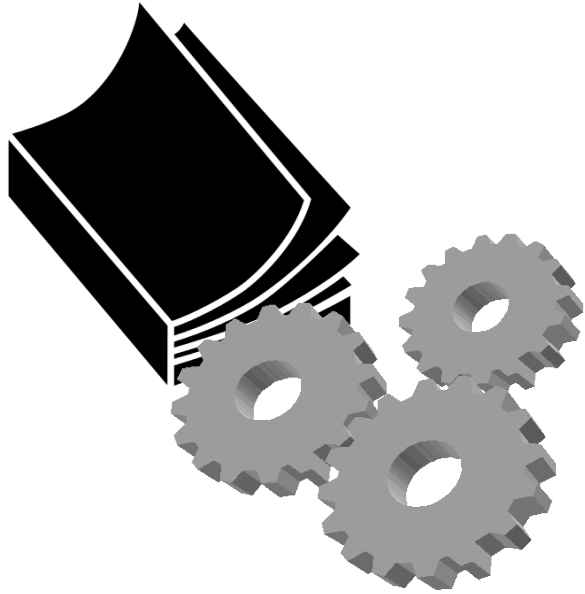


# Fonctionnement



Réf. : [sante-medecine.commentcamarche.net](http://sante-medecine.commentcamarche.net)

# Fonctionnement > Terrain



*Réf. : paranormale-entreprise.fr, ecologeeks.eelv.fr & mgde.fr*

# Terrain

- ▶ Adaptation à l'effort et à l'entraînement
  - Préambule :
    - Adaptation : réponse de l'organisme
      - Exercice : ↘ réserves énergétiques donc ↗ dépenses énergétiques
        - par ↗ VO<sub>2</sub> et FC
        - par ↗ température (sudation)
    - Déséquilibre donc stress = rétablir « l'homéostasie »
    - ➔ Se termine quelques minutes après l'exercice

# Terrain

- ▶ Adaptation à l'effort et à l'entraînement
  - Préambule :
    - Adaptation : réponse de l'organisme
      - Entraînement :
        - adaptation cardiaque (taille du cœur)
        - retarde la fatigue : SL, utilisation de l'oxygène, augmente les réserves énergétique et la masse musculaire
  - Pendant la récupération
  - ➔ À long terme

# Terrain

## ▶ La fatigue : Terminologie

### ◦ C-Y Guézennec

- Fatigue : état résultant de contraintes physique et psychologique entraînant une diminution de la performance physique et/ou mentale

### ◦ Weineck :

- Baisse des capacité de performance réversible
- Entraînement (si fatigue) entraîne un augmentation du temps de récupération et de la FC
- Temps de récupération pour reformer les réserves E.
- Epuisement  $\neq$  fatigue : entraine l'arrêt de l'exercice

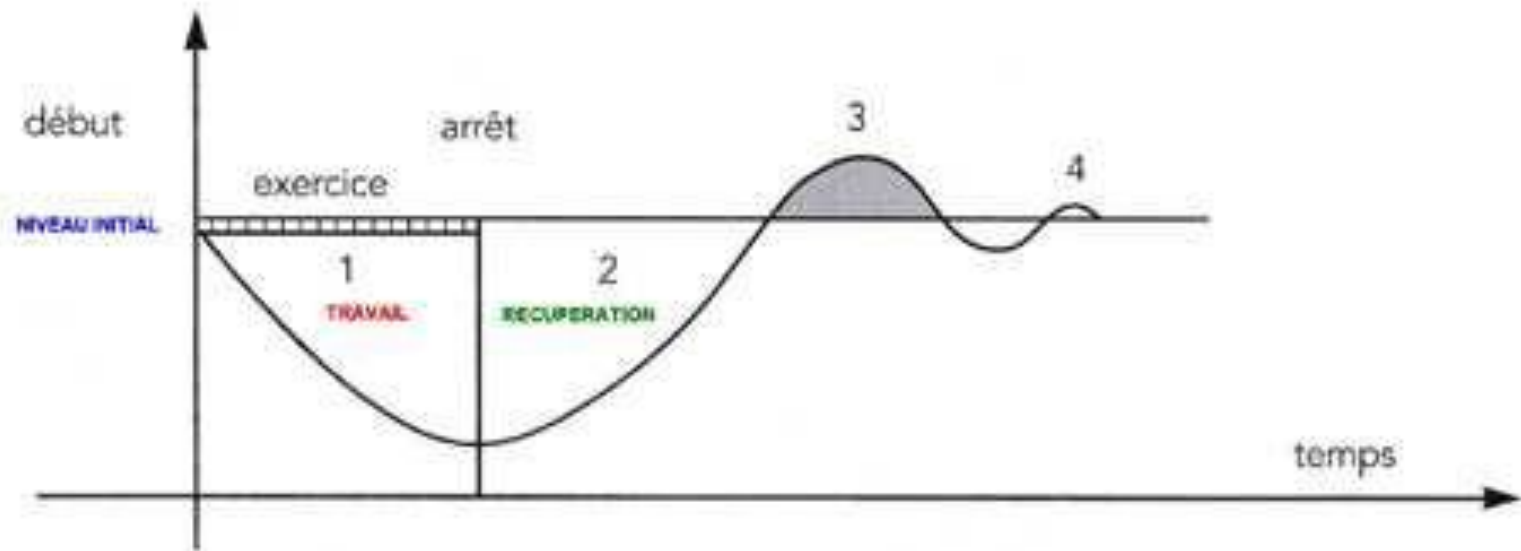
# Terrain

## ▶ Fatigue et entraînement

- But : générer de la fatigue
  - Surcompensation \*
  - Développer la résistance à la fatigue
  - Renforcer le cœur
    - Cœur athlète > cœur sédentaire (volume)
    - Cœur athlète < cœur sédentaire (FC)
  - Augmentation du volume musculaire
  - Baisse de la souffrance (baisse du stress)
- Fatigue
  - « aigue » : normale (habituation)
  - « chronique » : pathologique (dure dans le temps)

# Terrain

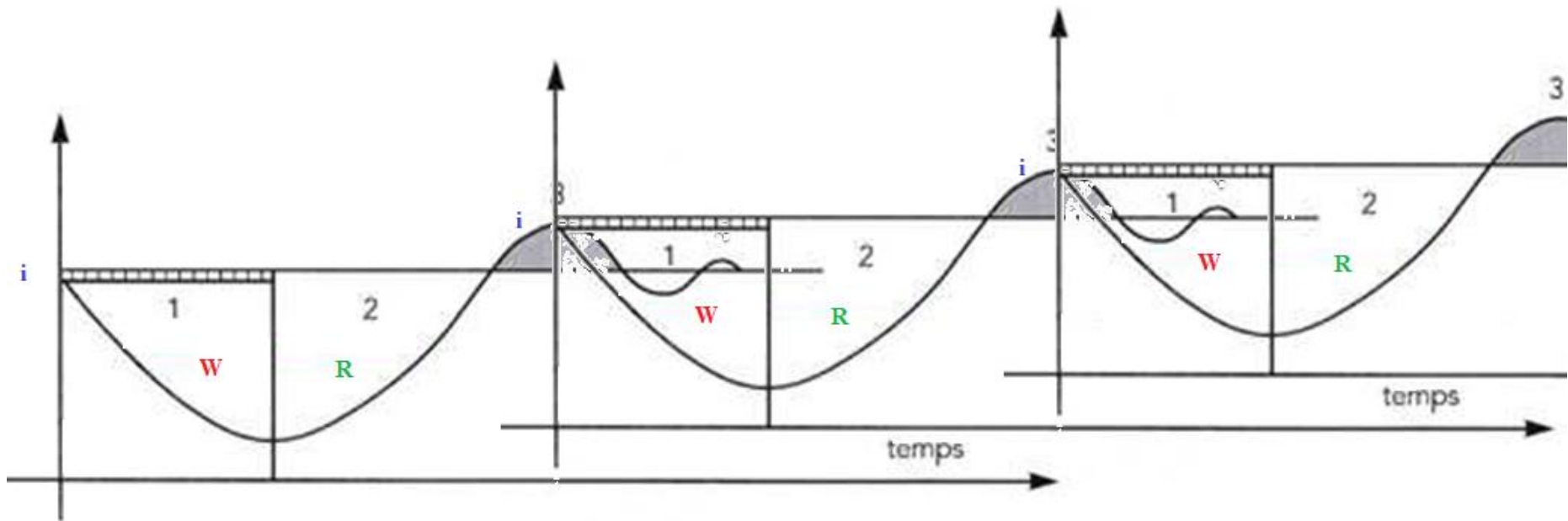
- ▶ Fatigue et entraînement
  - Surcompensation :



Réf. : [www.vsprint.com](http://www.vsprint.com)

# Terrain

- ▶ Fatigue et entraînement
  - Surcompensation → objectif de l'entraînement



Réf. : [www.vsprint.com](http://www.vsprint.com)



# Terrain

- ▶ Méthode de FCmax
  - de Karvonen :  $FC_{max} = 220 - \text{âge}$
  - de la FC de réserve :  $FC_{max} - FC_{repos}$
  - « charge interne » : FC/vitesse

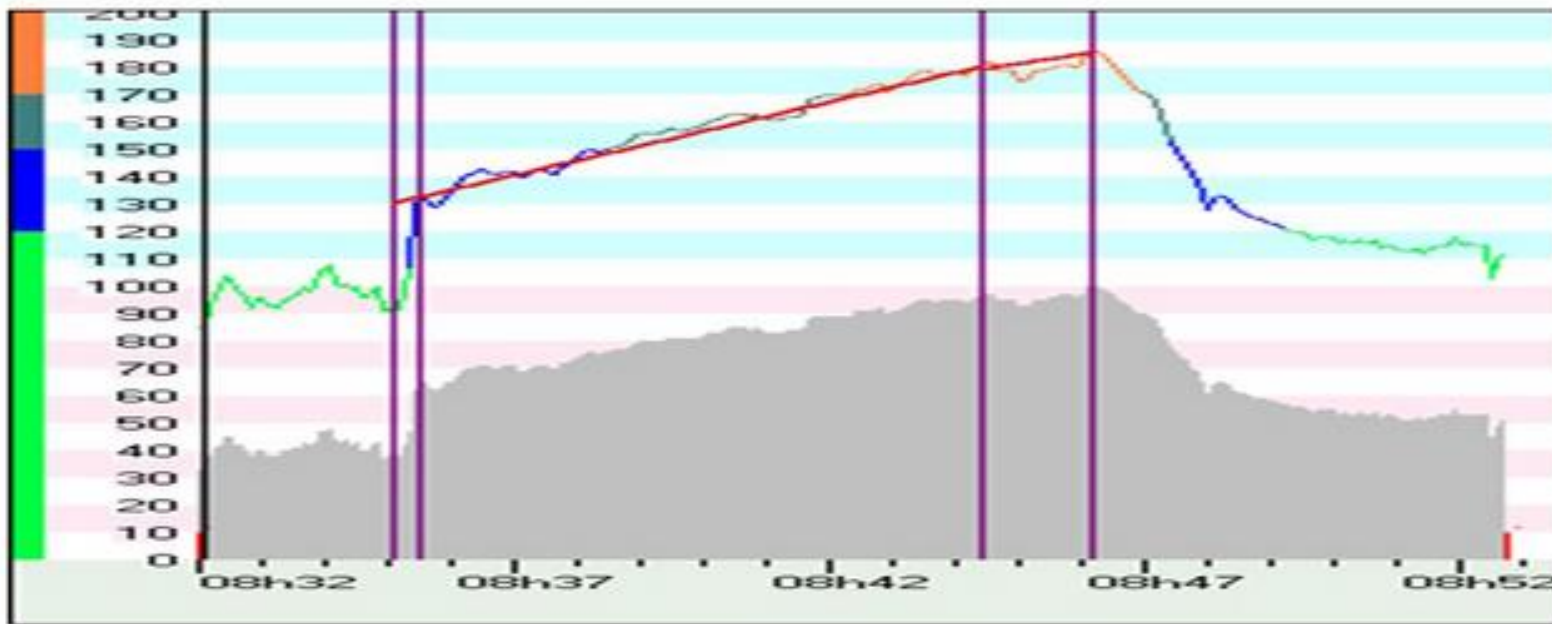
# Terrain



Réf. : [inuka.com](http://inuka.com)

## ▶ À VMA on atteint FCmax

Analyse d'un test Aérobie:



Résultats:

VMA : 14,5 km/h (acceptable)

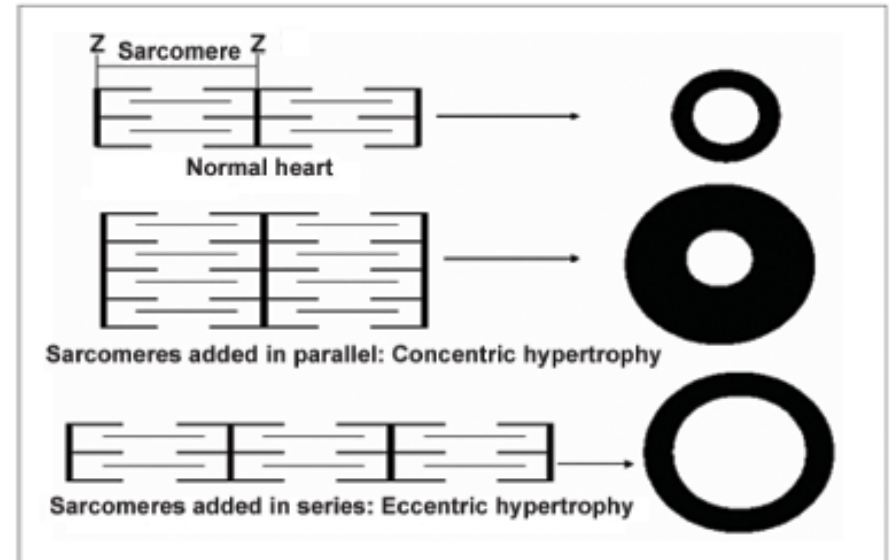
Indice récupération à 30" : 9 (indice faible)

Indice de récupération à 1' : 18 (indice faible)

Réf. : [lideplayer.fr](http://lideplayer.fr)

# Terrain

- Sarcomères
  - Séries : travail concentrique
  - Parallèles : travail Excentrique



*Figure 2 - Differentiation between the eccentric (volume overload) and the concentric (pressure overload) hypertrophy. Sarcomere: space between two Z discs.*

Hypertrophie = « augmentation du volume des fibres musculaires existantes »

Hyperplasie : « création de nouvelles fibres »

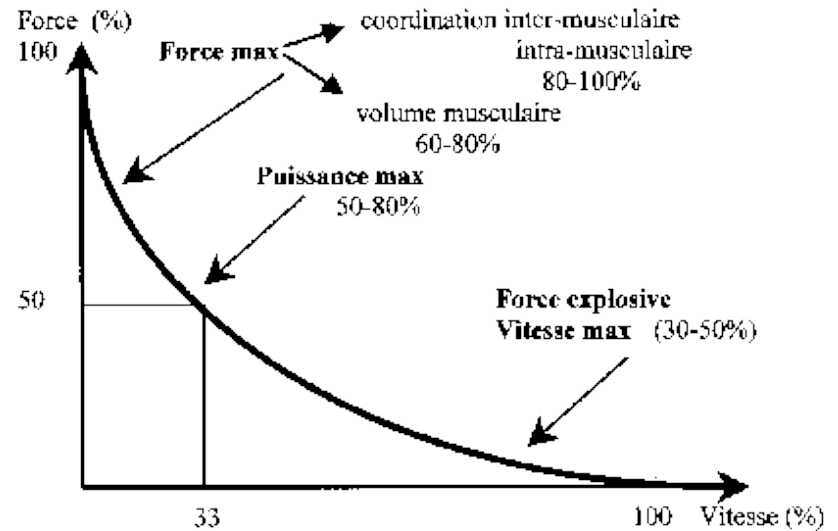
Etirements = excentrique

# Terrain

- Relation force–vitesse (Bosco)

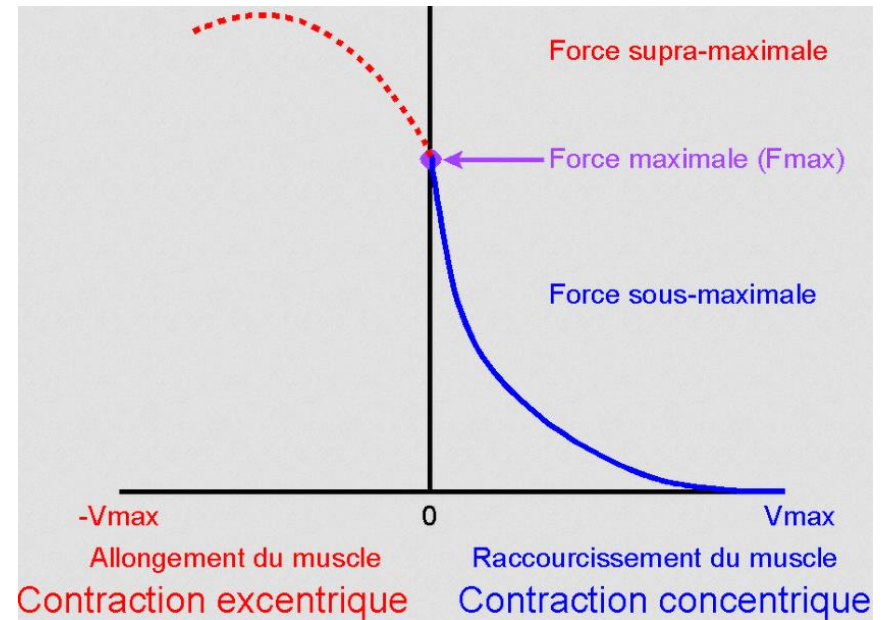
Objectifs différents :

- Fmax → vitesse faible
- Vmax → force faible



# Terrain

- Relation force–vitesse



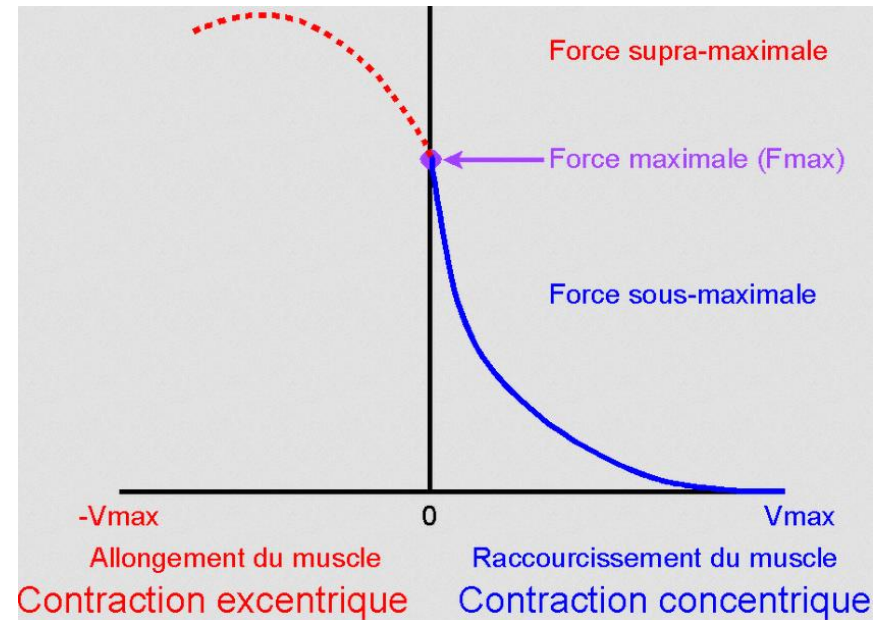
## Excentrique

- Tension supérieure à la  $F_{max}$

Réf. : [er.uqam.ca](http://er.uqam.ca)

# Terrain

- Relation force–vitesse



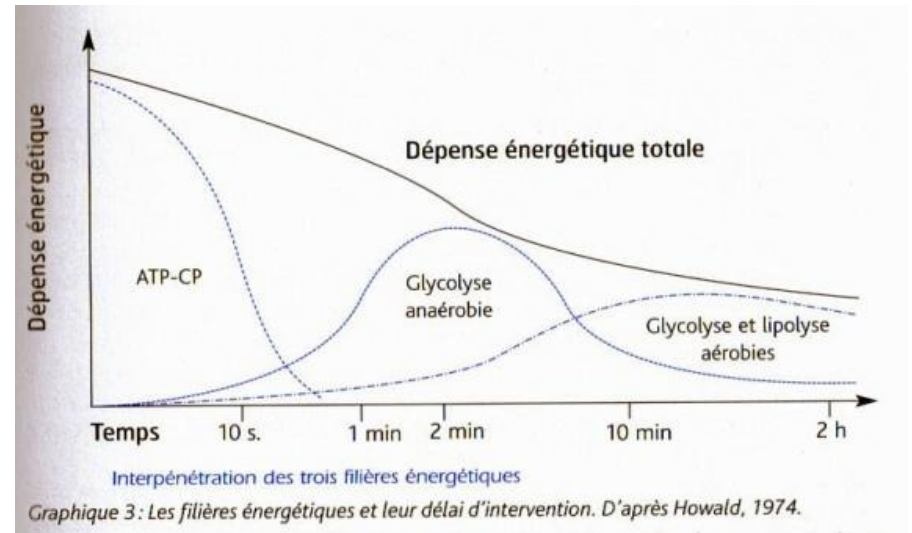
## Isométrique

- Maximale :  $I_{max}$  (voire sub-max) – temps réduit (4 à 6s)
- Totale :  $I_{max}$  sous max – temps max

Réf. : [er.uqam.ca](http://er.uqam.ca)

# Terrain

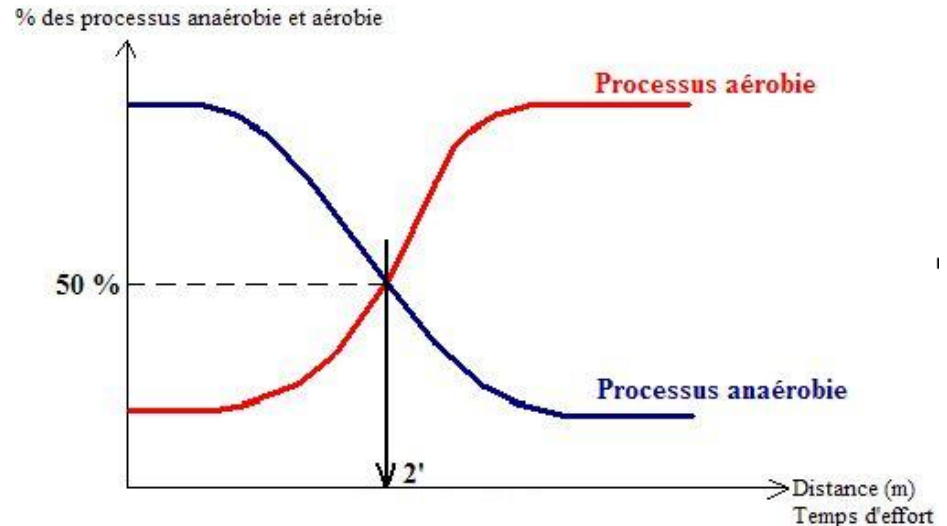
- Filières énergétiques
  - Courbe d'Howald



- Durée et intensité de travail

# Terrain

- Filières énergétiques
  - Courbe de Keul



- Objectifs :
  - Perte de poids : effort prolongé, intensité faible
    - Élimination des L
  - Augmenter les réserves énergétiques : Gn
    - Intensité importante – durée réduite (quelques minutes)



# Terrain

H.ASSADI – UB

## ZONES DES INTENSITES UTILES ½ FOND (DIJON UNI CLUB)

INTENSITE  
En % de PMA

(ASSADI. H)

