

**TABLEAU 1 - EFFETS DE L'ÉCHAUFFEMENT**

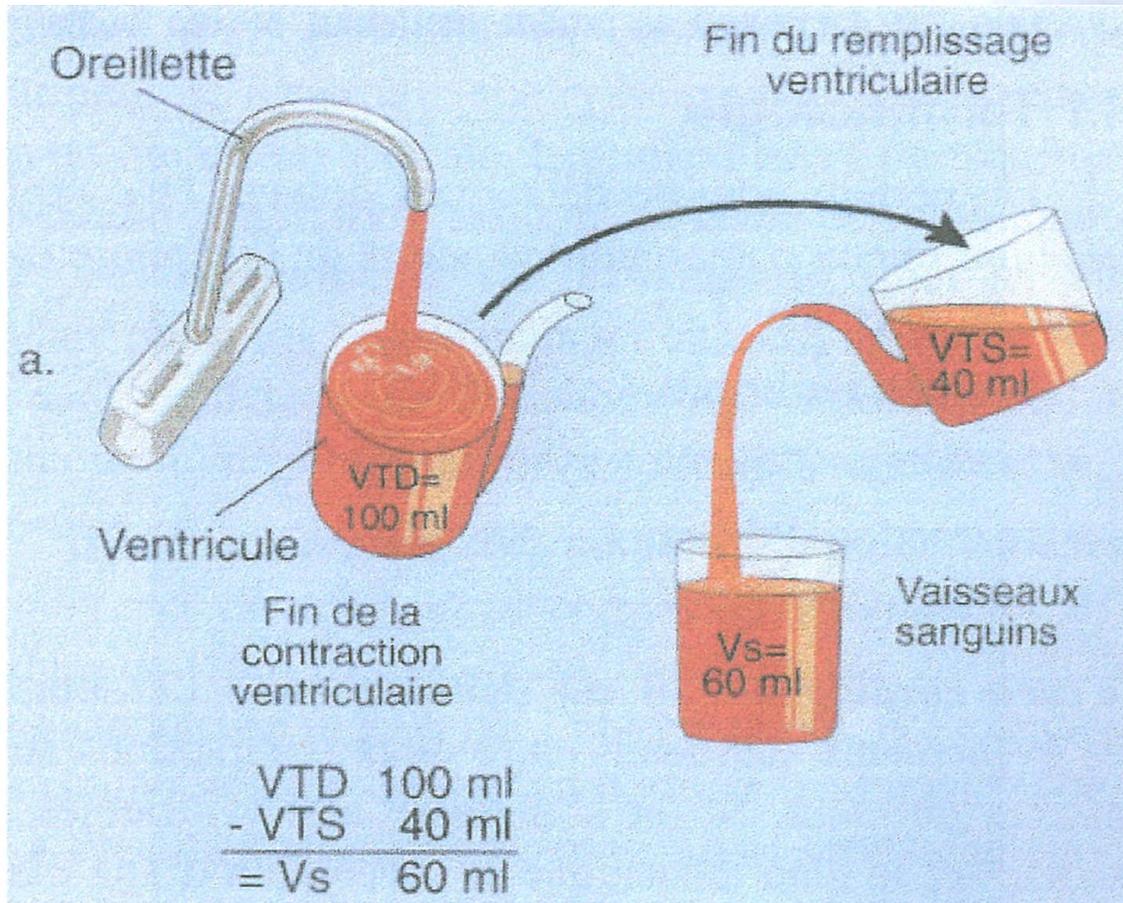
Type de fonction	Effets	Prévention des lésions
<b>Cardio-vasculaire</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation de la fréquence cardiaque</li><li>- amélioration de la circulation sanguine</li><li>- vasodilatation des vaisseaux capillaires</li><li>- mobilisation de la masse sanguine totale</li></ul>	
<b>Respiratoire</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation de la ventilation</li></ul>	
<b>Métabolique</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation de la température centrale</li><li>- meilleur rendement des sources énergétiques</li><li>- meilleure élimination des déchets</li></ul>	
<b>Muscles</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation de la température</li><li>- augmentation de l'activité enzymatique</li><li>- meilleure élasticité</li></ul>	oui
<b>Tendons, ligaments</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- meilleure élasticité</li></ul>	oui
<b>Articulations</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation du liquide synovial</li><li>- le cartilage articulaire s'imprègne de ce liquide</li><li>- meilleure résistance du cartilage aux chocs</li><li>- meilleure mobilité articulaire</li></ul>	oui oui oui
<b>Neuro-musculaire</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- augmentation de l'excitabilité du système nerveux central</li><li>- augmentation de la vitesse de réaction</li><li>- augmentation de la vitesse de contraction musculaire</li><li>- amélioration de la perception par les récepteurs sensitifs</li><li>- amélioration de la coordination</li></ul>	oui
<b>Fonctions psychiques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- amélioration des facultés d'attention et de perception</li><li>- augmentation de la vigilance et de la concentration</li><li>- facilitation de la coordination neuro-musculaire</li></ul>	oui

c.  $\dot{Q} = FC \cdot V_s$

$80 \text{ bpm} \cdot \text{min}^{-1} \times 60 \text{ ml} = 4800 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$   
 $= 4.8 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$



Méthode de calcul (a) du volume d'éjection systolique ( $V_s$ ) qui correspond à la différence entre le volume télédiastolique (VTD) et le volume télésystolique (VTS) et (c) du débit cardiaque ( $Q$ ) (WILMORE et COSTILL, 1998, p.170).



Chez les sujets actifs mais non entraînés il passe ainsi de 50-60 ml au repos à 120 ml maximum à l'exercice. Chez les sujets très entraînés en endurance, le  $V_s$  peut augmenter d'avantage passant de 80-110 ml au repos à 160-200 ml à l'exercice maximal (HOLLMANN et HETTINGER ; 1980).

Lors de l'exercice, le volume d'éjection systolique augmente et est fonction de quatre facteurs :

1. le retour veineux (adaptation très rapide grâce à la stimulation sympathique des systèmes artériels (dans les territoires inactifs) et veineux. En outre la contraction des muscles actifs en comprimant les veines de voisinage accélèrent leur vidange. Enfin l'augmentation de la respiration et les variations de pression intra-thoracique et intra-abdominale contribuent à faciliter le retour veineux.),
2. la capacité de remplissage ventriculaire,
3. la contractilité ventriculaire ( l'hypertrophie du septum et du mur postérieur permet une contraction plus puissante),
4. la pression sanguine dans l'aorte et le tronc artériel pulmonaire.



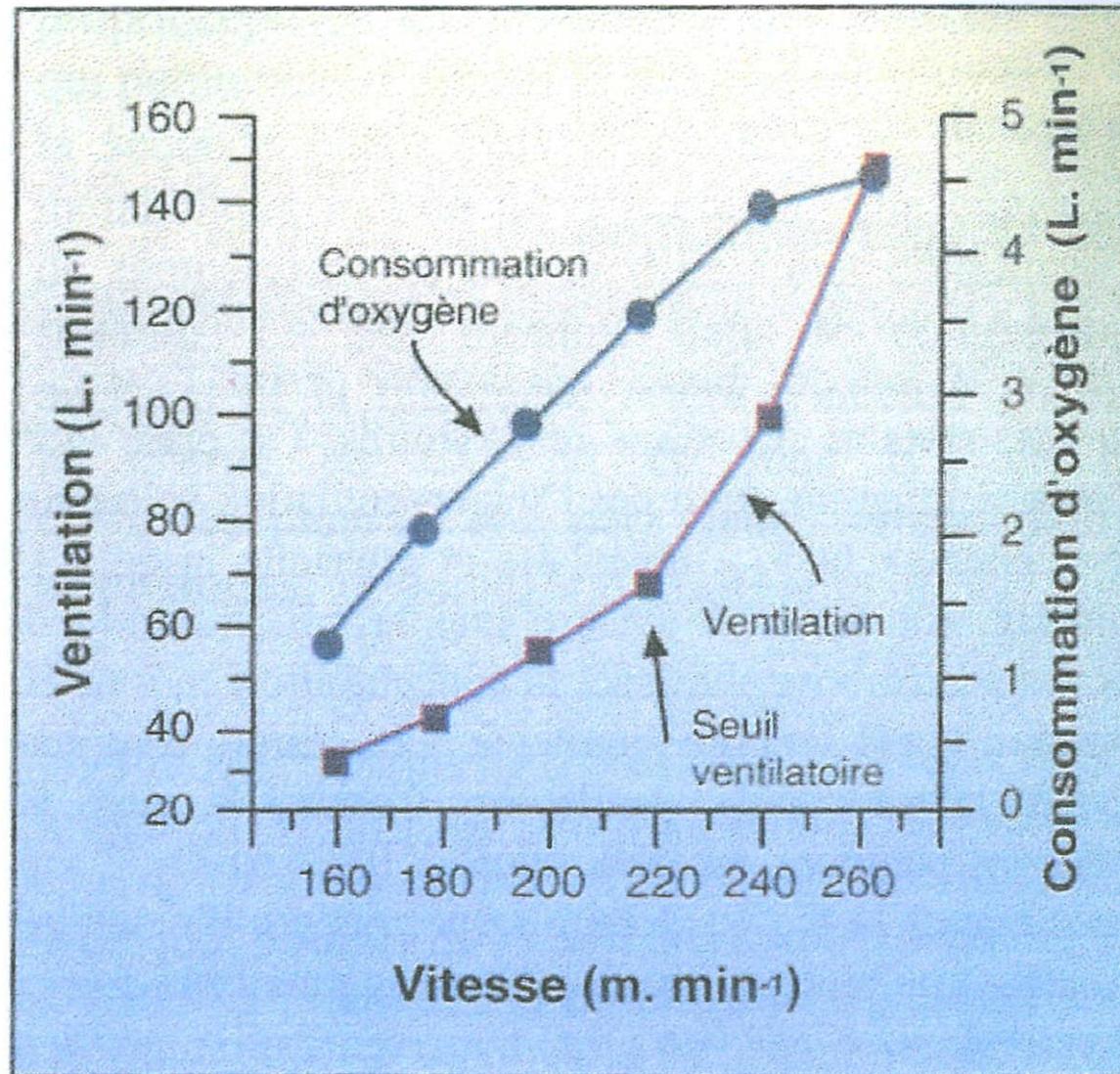
## Ventilation (VE)

Par définition, la ventilation pulmonaire est égale au produit de la fréquence respiratoire par le volume courant expiré moyen ( $V_t$ ) (N.B : ce n'est pas la somme de l'air inspiré et expiré, mais l'un ou l'autre tout seul), soit :

- $VE \text{ (l/min,BTPS)} = FR \cdot V_t$

BTPS = volume gazeux à la température normale de l'organisme et à la pression barométrique ambiante, saturé en vapeur d'eau.

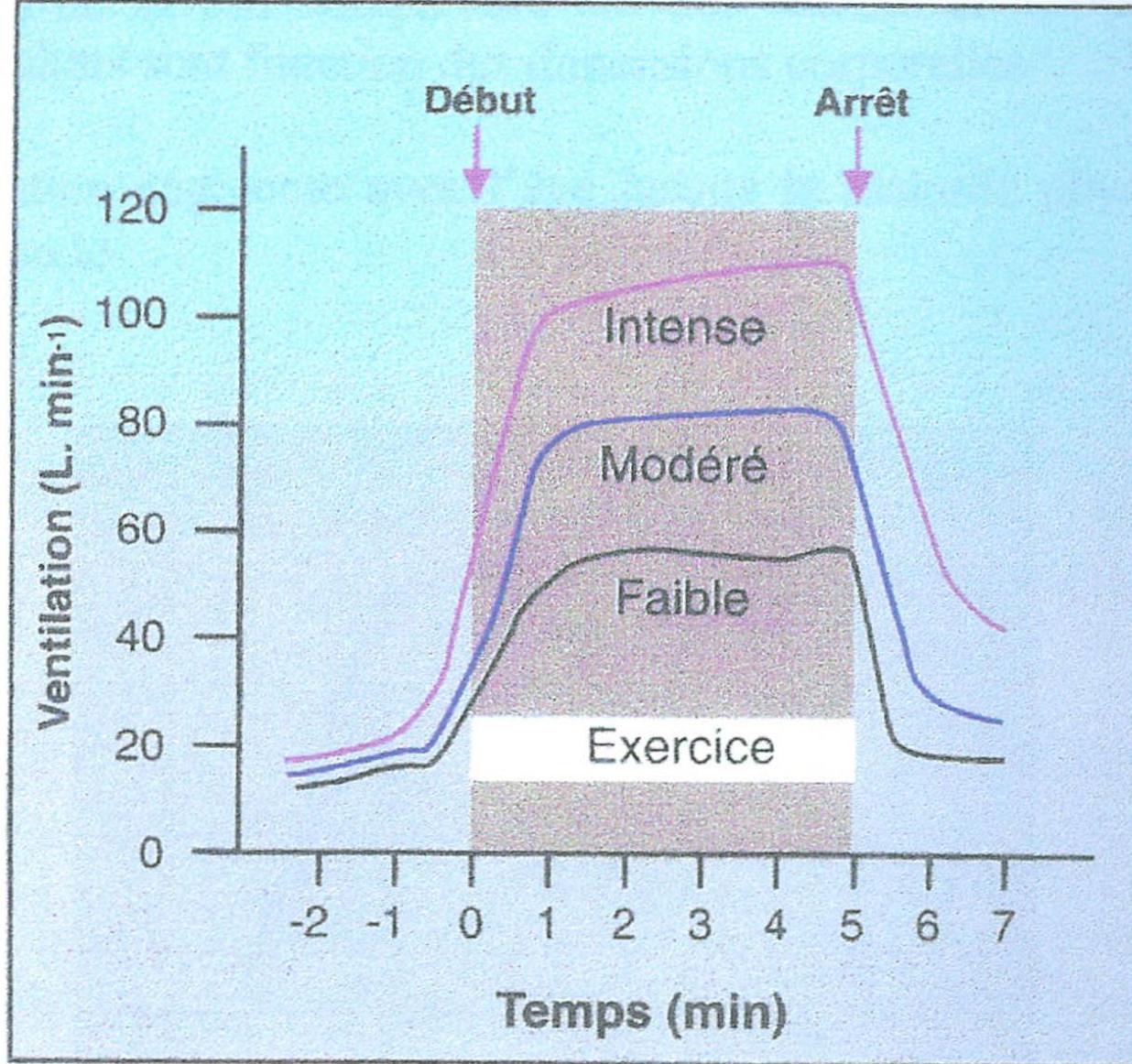
Au repos, le volume respiratoire est de 6 à 8 l/min alors qu'à l'effort il peut atteindre 100-120l/min chez des sujets non entraînés (hommes) et jusqu'à 250l/min chez des athlètes (HOLLMANN, 1980)



Evolution de la ventilation pulmonaire à l'exercice. Mise en évidence du seuil ventilatoire (WILMORE et COSTILL, 1998, p.206).

L'augmentation de la ventilation au début de l'exercice se fait en deux phases :

1. une augmentation quasi-immédiate dès le début de l'exercice et avant toute modification chimique. L'activité du cortex moteur augmente et stimule le centre inspiratoire qui répond en augmentant la ventilation. S'y ajoutent des informations proprioceptives en provenance des muscles et des articulations qui permettent d'ajuster la réponse ventilatoire.
2. la seconde phase plus progressive est le résultat de l'activité métabolique induite par l'exercice. Elle engendre des variations de température et des modifications chimiques dans le secteur sanguin. La  $P_{O_2}$  diminue dans le compartiment musculaire, augmentant la différence artério-veineuse en oxygène. Le sang se charge en  $CO_2$  et en ions  $H^+$ , ce qui stimule les chémorécepteurs et par leur intermédiaire les centres inspiratoires.



Réponse ventilatoire lors d'un exercice faible, modéré et intense (WILMORE et COSTILL, 1998, p.204).



**TABLEAU 2**  
**TEMPÉRATURE CORPORELLE CENTRALE ET TEMPÉRATURE MUSCULAIRE**

Temps d'échauffement (minutes)	Température corporelle centrale	Température musculaire
Avant l'échauffement	36,7	36,7 (pas toujours si élevée !)
5	38,2	37,2
10	38,8	37,5
15	39	37,7
20	39	37,8

En outre, cette augmentation de température joue un rôle prépondérant dans la prévention des lésions due à une meilleure élasticité des muscles, tendons, ligaments et à une meilleure mobilité articulaire.

La température corporelle centrale augmente plus rapidement que la température musculaire. Une augmentation de la température corporelle centrale de 2°C (soit 10 minutes d'échauffement) augmente la vitesse de contraction musculaire de 20 % (WEINER, 1997 – voir TABLEAU 2). Le facteur température peut être facilité par le port d'un survêtement à l'échauffement.

La réalisation d'une pratique sportive entraîne une dépense énergétique dont l'importance sera fonction essentiellement de la durée et de l'intensité de l'exercice (cf. fig.1).

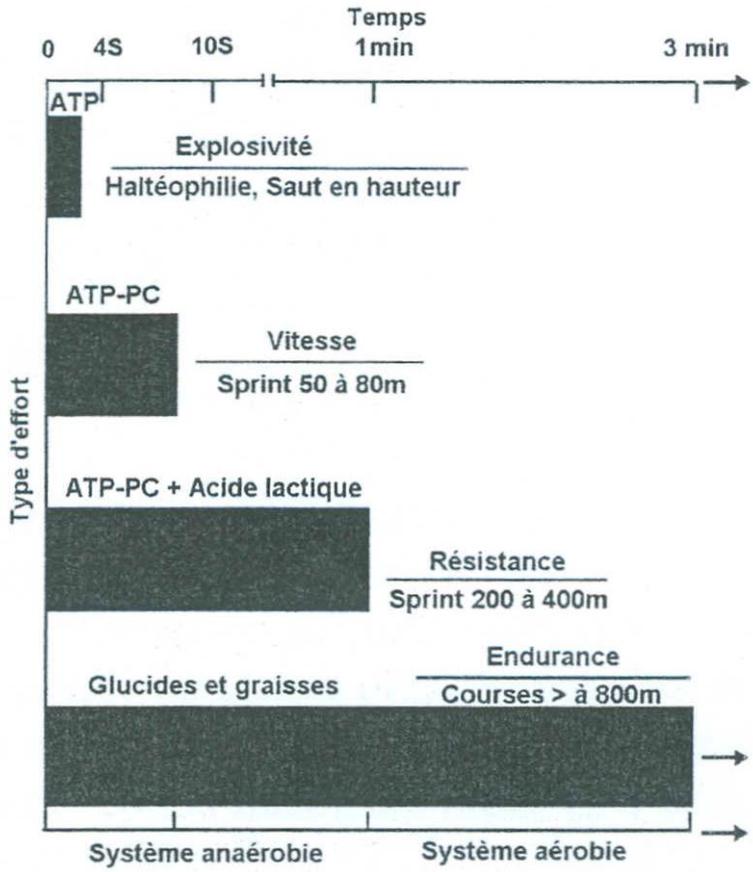


Fig.1 : Contribution des différents processus énergétiques en fonction du type d'effort.

# 1. Processus anaérobie alactique

Les cellules musculaires disposent de faibles réserves en ATP, mais d'importantes réserves en ADP (adénosine diphosphate) et PC (phosphocréatine).

- en présence d'une créatine-phospho-kinase (CPK)  
 $PC + ADP \leftrightarrow ATP + Créatine$
- en présence d'une myokinase  
 $2 ADP \leftrightarrow ATP + AMP$  (Adénosine monophosphate)

# 2. Processus anaérobie lactique

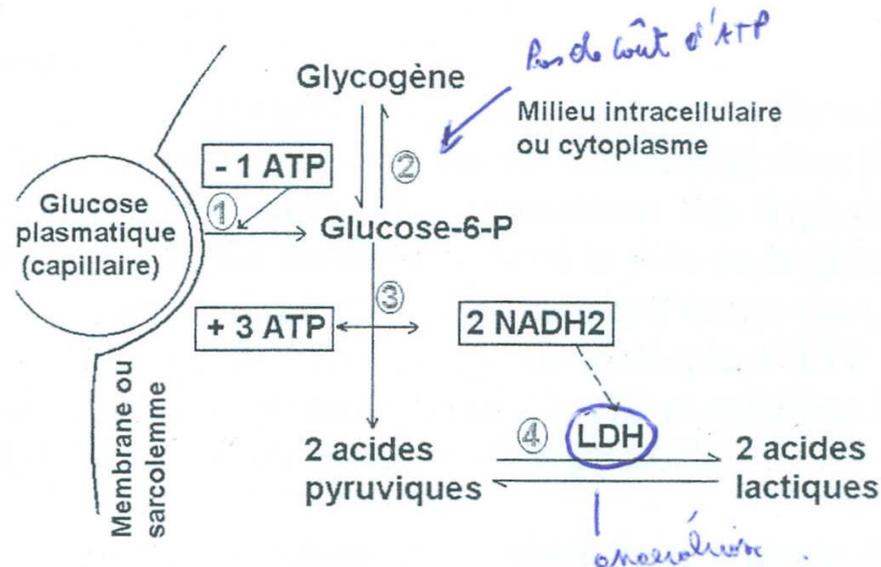


fig.2 : représentation schématique des processus anaérobie lactique.

### 3. Processus aérobie

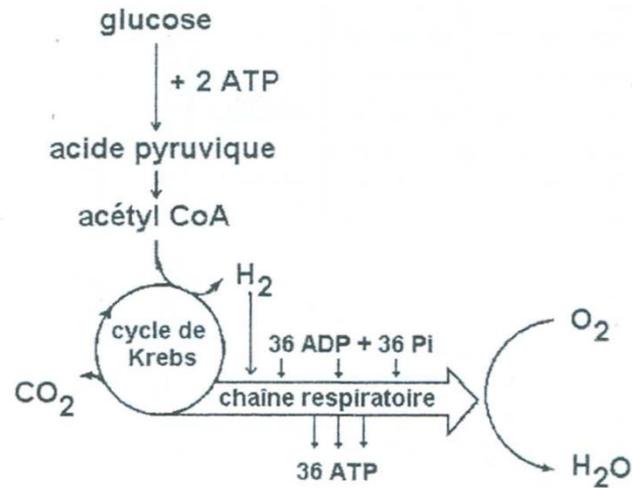
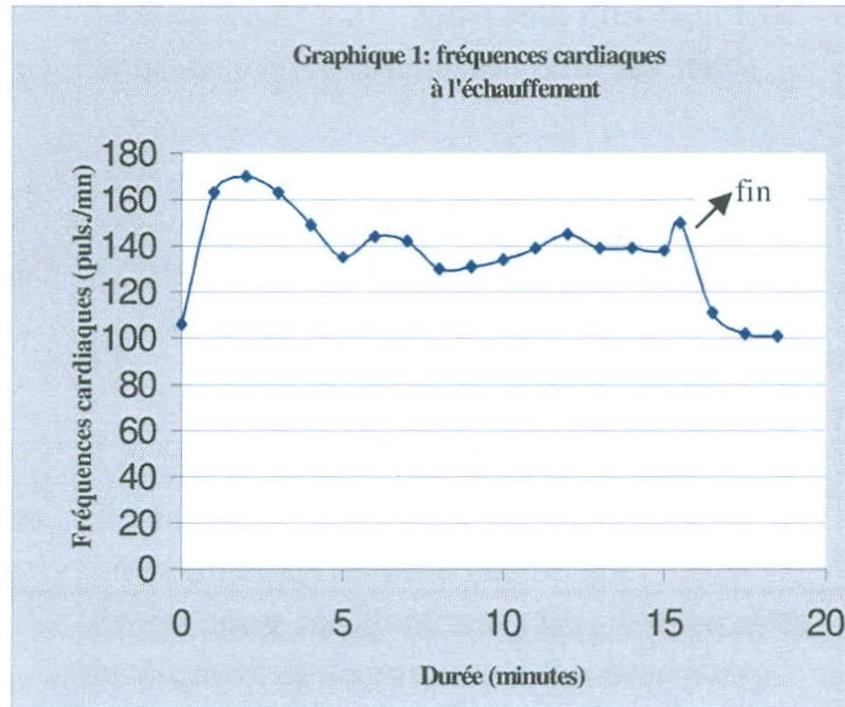


Fig.3: représentation schématique de la glycolyse aérobie.

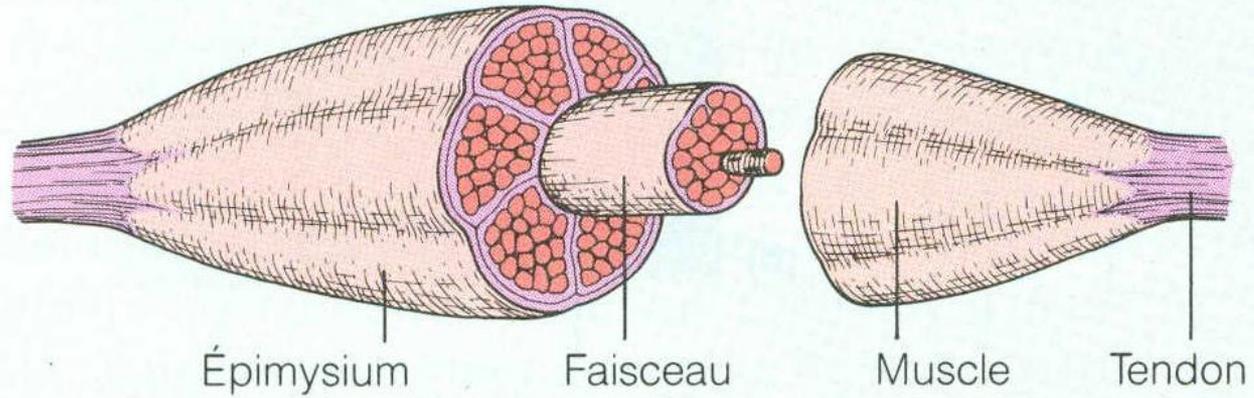
Le bilan final de la glycolyse aérobie, au départ d'une molécule de glucose, est de 38 ATP.

# Evolution de la fréquence cardiaque pendant l'échauffement de gymnastique

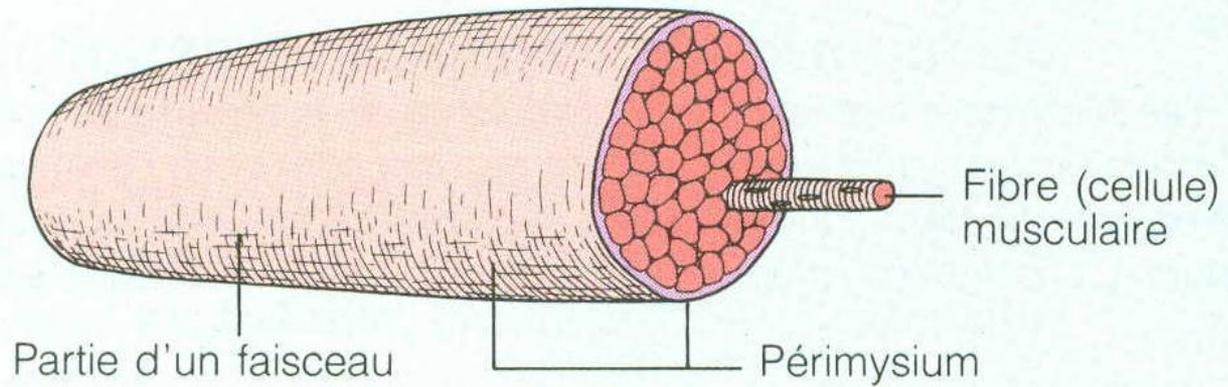


Pour un sujet de 20 ans, nous observons une fréquence cardiaque avoisinant les 140 puls./mn, ce qui correspond à 70% de la fréquence cardiaque maximale théorique (intensité moyenne, filière aérobie).

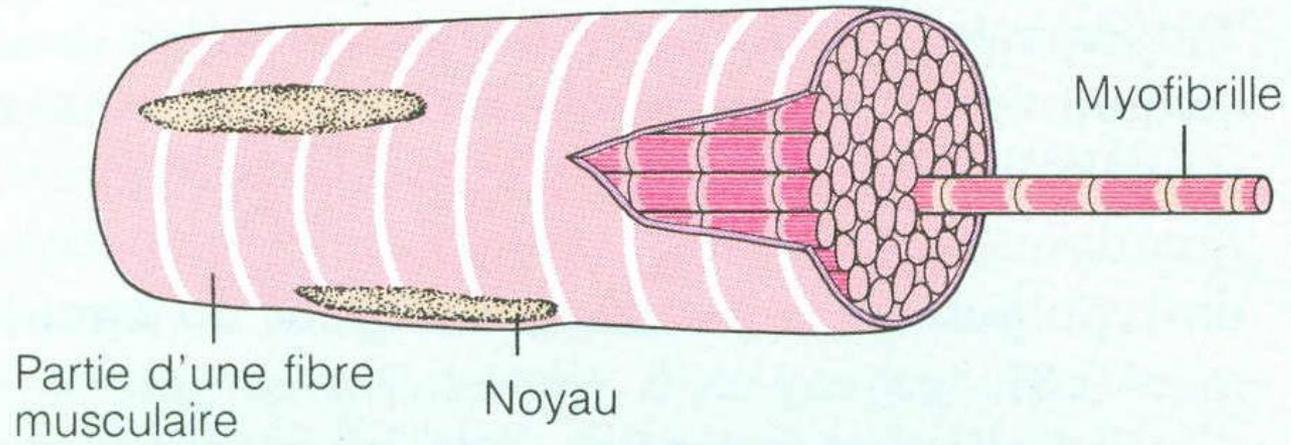
## Muscle (organe)



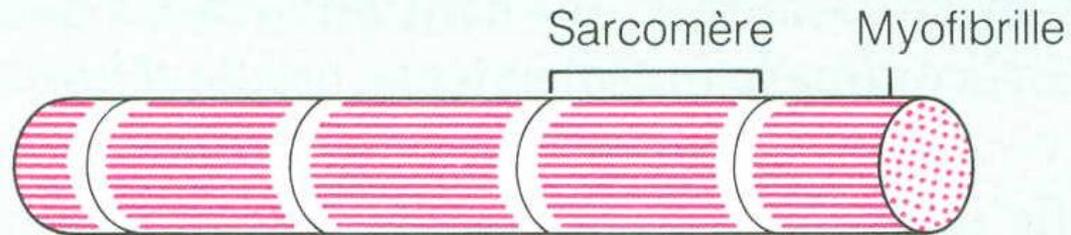
## Faisceau (partie du muscle)



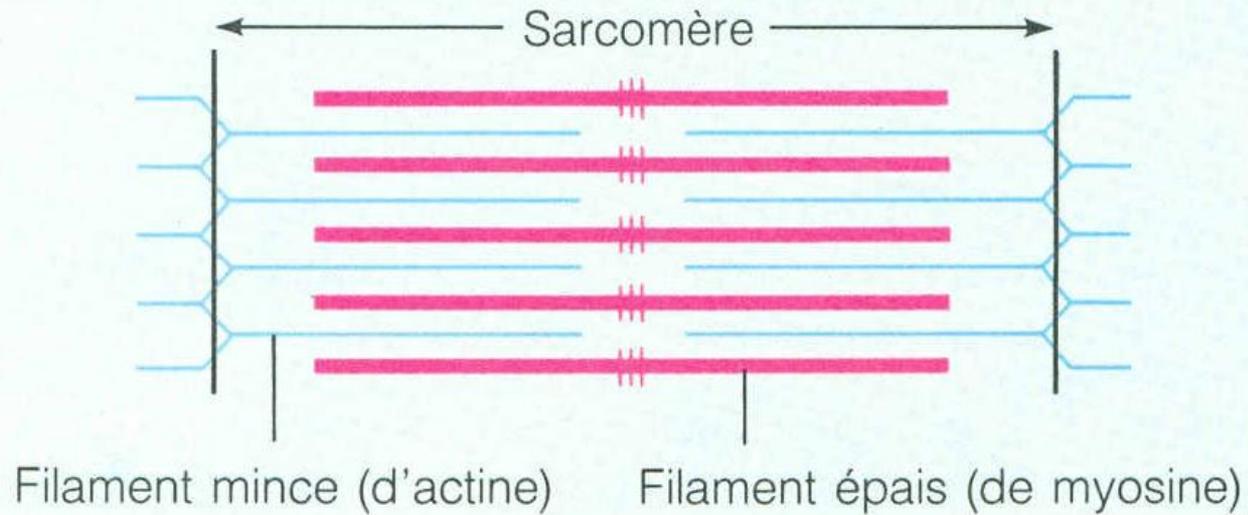
Fibre (cellule) musculaire



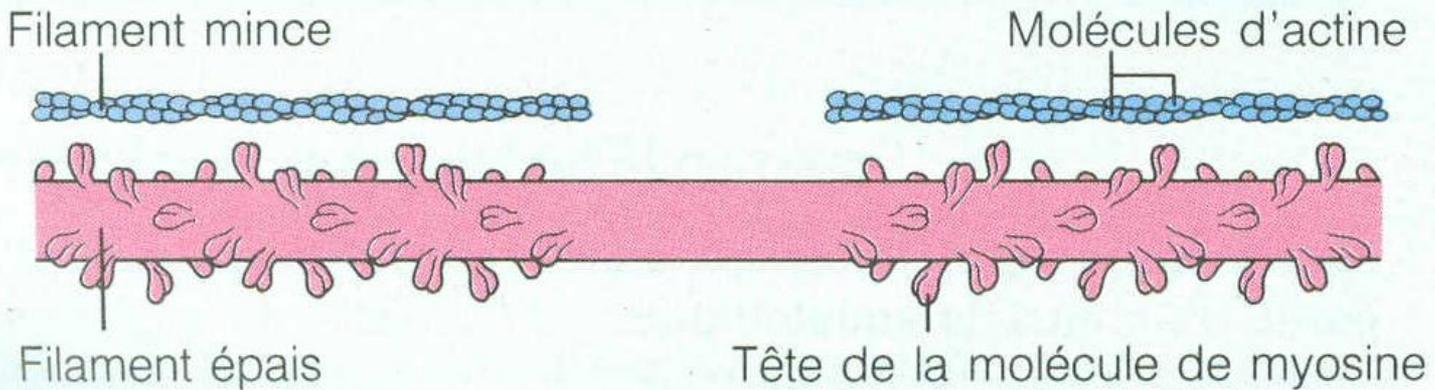
Myofibrille ou fibrille (organite complexe constitué de groupes de filaments)

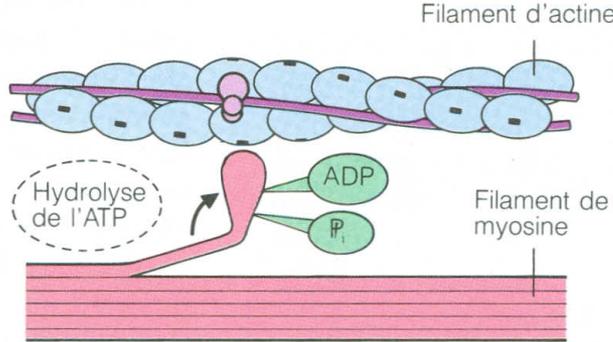


## Sarcomère (segment d'une myofibrille)

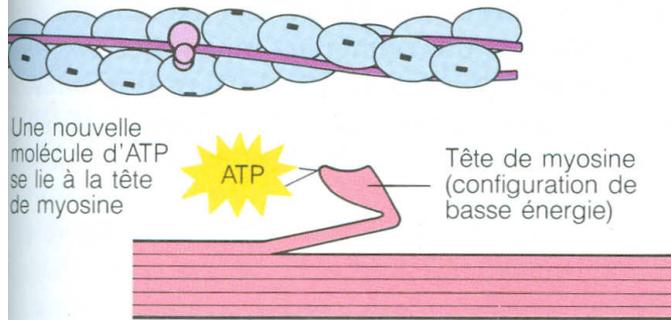


## Myofilament ou filament (structure macromoléculaire)

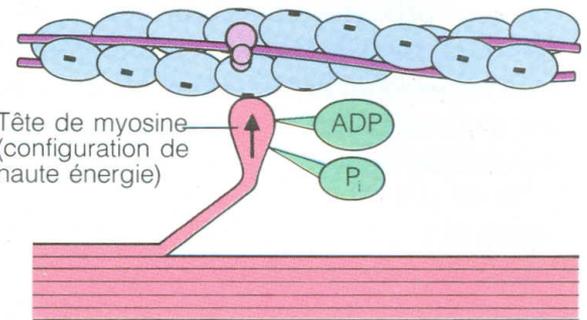




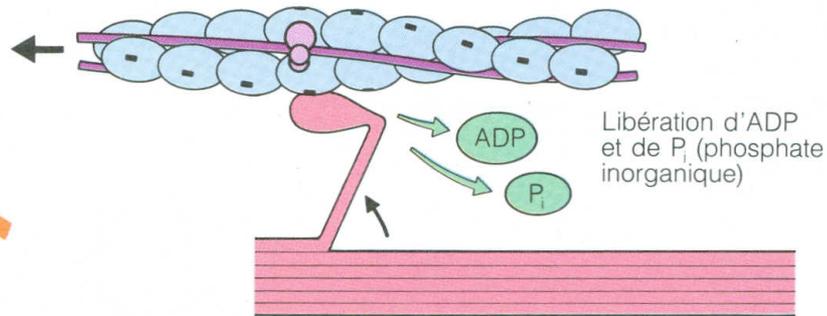
(4) La tête de myosine est mise sous tension lorsque l'ATP est dissociée en ADP et P<sub>i</sub>



(3) La tête de myosine se détache pendant qu'une nouvelle molécule d'ATP s'y attache

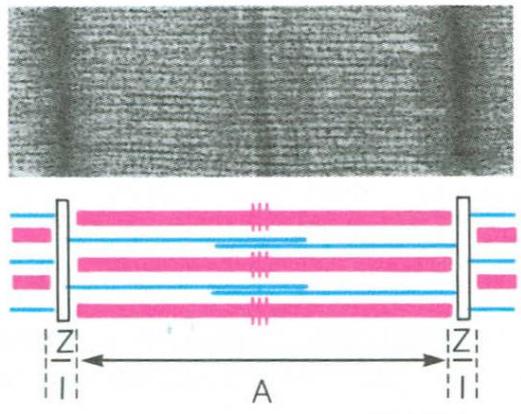
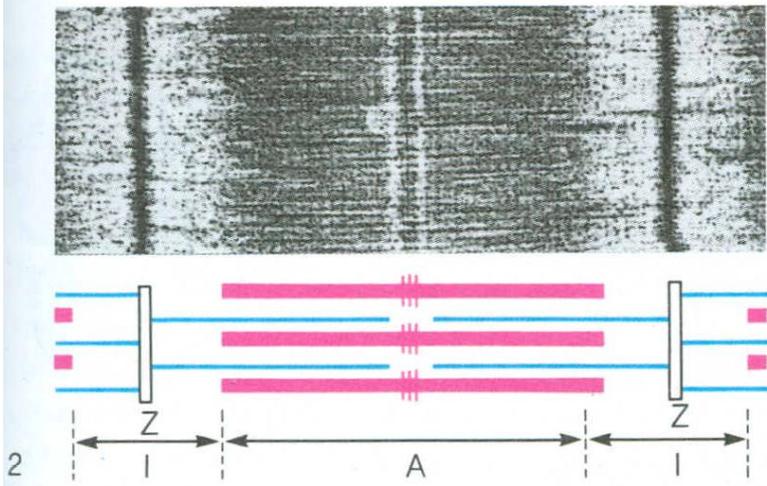
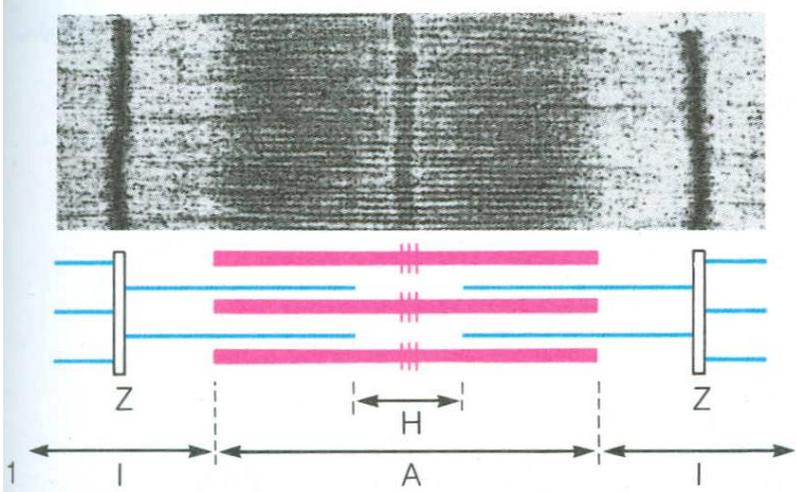


(1) Liaison de la tête de myosine



(2) Phase active; la tête de myosine se replie et tire le filament d'actine

ATP



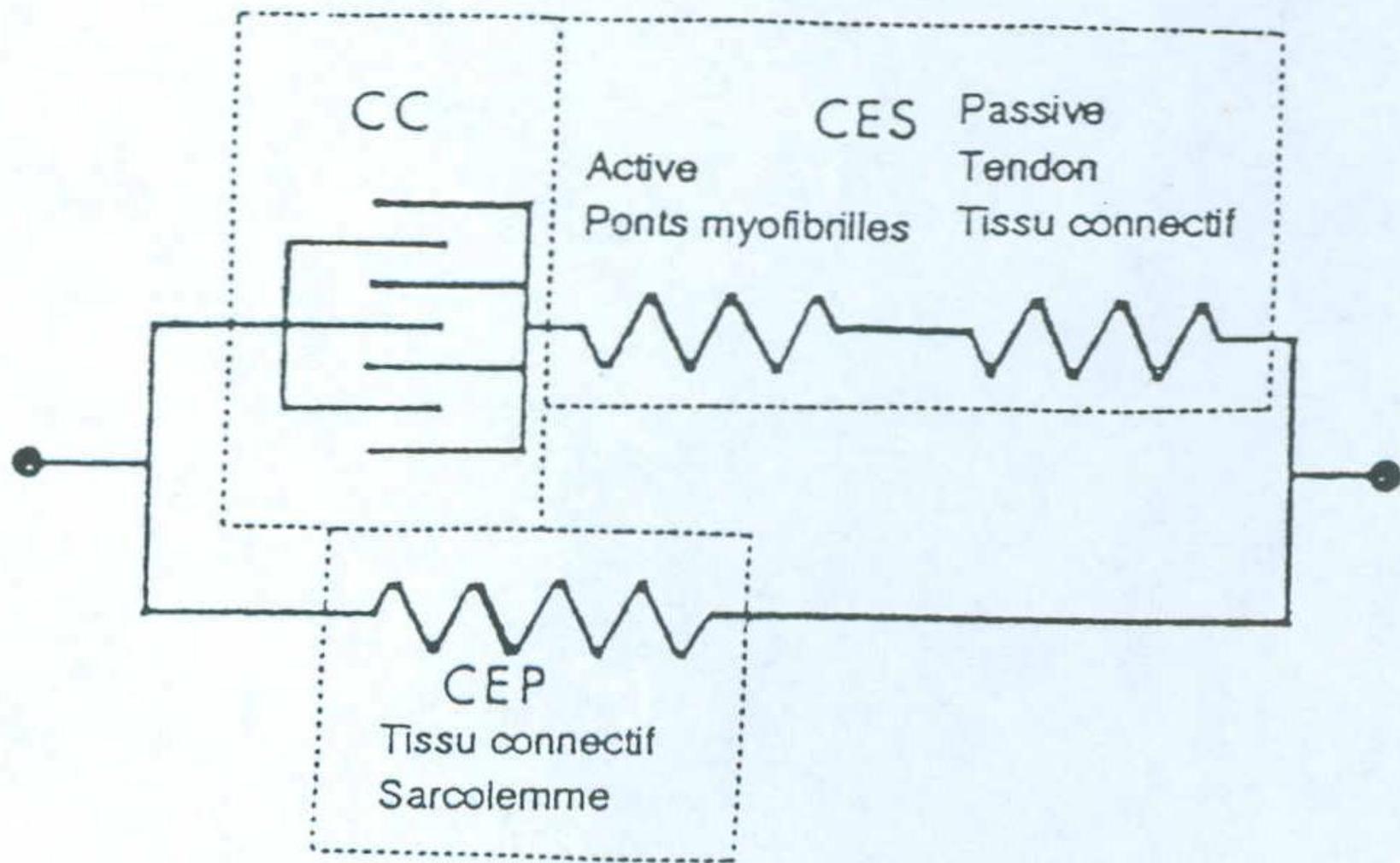


Figure 10 : Modélisation des composantes contractiles et élastiques du muscle squelettique ; description et explication dans le texte (Modifiée d'après Shorten, 1987).

## *Exercices de souplesse*

Ils permettent d'exécuter les mouvements de la gymnastique avec amplitude, d'obtenir un meilleur rendement pendant la contraction musculaire et d'empêcher les lésions.

Deux méthodes retiennent notre attention : l'étirement passif et la méthode par contraction-relâchement-étirement.

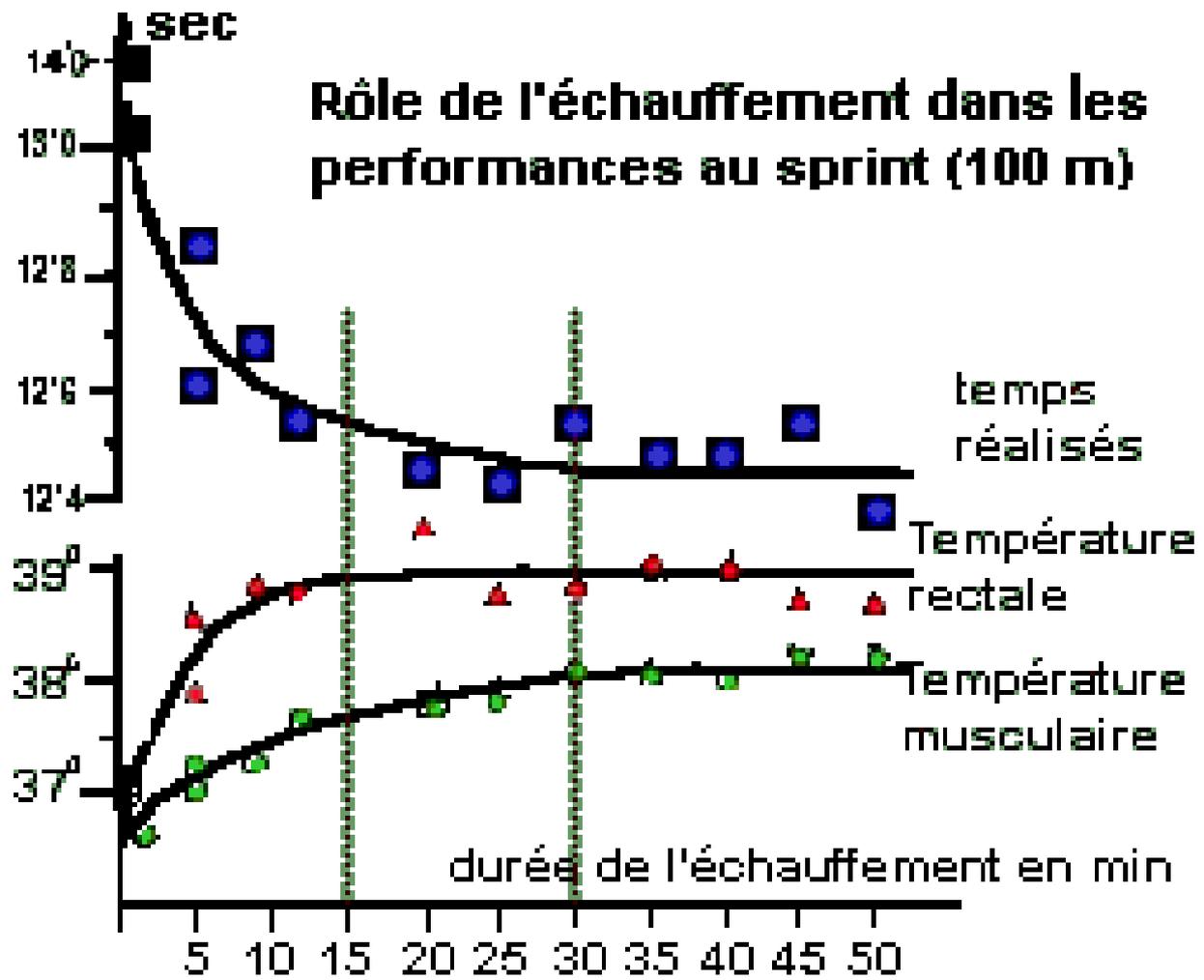
L'étirement passif consiste à maintenir une position pendant 20 secondes sans aucune secousse afin d'éviter totalement le réflexe d'étirement (GUISSARD 2004)<sup>5</sup>.

La méthode par contraction-relâchement-étirement consiste à contracter dans un premier temps pendant 6 secondes le groupe musculaire choisi. Il faut ensuite relâcher ce groupe musculaire pour finalement l'étirer tout de suite pendant 20 secondes avec l'aide d'un partenaire (coopération socio-motrice). Ce procédé peut s'effectuer 2 à 3 fois de suite.

## *Durée de l'échauffement*

La durée idéale serait de 30 minutes. Elle est à moduler en fonction du type de cours envisagé. Nous proposons la ligne de conduite suivante :

- *à l'école primaire* (cours de 50 minutes) : 5 minutes d'échauffement basées essentiellement sur des exercices d'activation permettant déjà d'augmenter la température corporelle et d'activer l'état de vigilance. La souplesse naturelle des enfants étant plus importante, il est moins grave de gommer ce type d'exercice.
- *à l'école secondaire* (cours de 50 minutes) : 10 minutes consacrées aux exercices d'activation, de force et de souplesse ; les exercices d'éducation motrice et gymnique peuvent alors s'effectuer pendant les apprentissages moteurs organisés en mini-circuit.
- *à l'école secondaire* (cours de 100 minutes), en activité parascolaire, dans les Hautes Ecoles et les Universités qui organisent une formation en éducation physique : 15 minutes (et même davantage en début d'année), regroupant les quatre grandes familles d'exercices : activation – éducation motrice et gymnique – force- souplesse.



## Comment prendre en compte les contextes ? (heure, climat, activité)

**température  
ambiante**

**et**

**les intempéries**



- 1- Je dois m'échauffer plus longtemps pour arriver à fabriquer de la chaleur
- 2- Je dois couvrir mes muscles pendant et après pour bien conserver cette chaleur

- 1- Je dois penser à boire régulièrement (avant d'avoir soif)
- 2- Je dois m'échauffer à l'ombre si c'est possible

Je dois me protéger du vent et de la pluie qui vont refroidir mes muscles (avec un coupe-vent et un survêtement)

**Le moment  
dans la journée**

**et**

**l'activité  
qui a précédé**



S'il est 8 h du matin, je dois m'échauffer plus longtemps qu'en milieu d'après-midi

Si je sors d'un cours où je suis resté assis, je ne suis pas du tout échauffé

Si la récréation a été animée, je suis déjà partiellement échauffé

**Le type d'effort  
pour lequel**

**je dois  
me préparer**

© B Lefort 2003

Pour un effort peu intense , par exemple un footing : un échauffement de 5 min va suffire

Pour un effort variable, parfois intense et demandant de la précision, de la vitesse d'exécution : il me faudra au moins 15 min si je veux être efficace et à l'abri d'un accident

