



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

Au cours d'un exercice long et/ou peu intense, l'énergie est fournie par la respiration, qui utilise le dioxygène et les nutriments.

L'effort physique augmente la consommation de dioxygène :

- plus l'effort est intense, plus la consommation de dioxygène augmente ;
- il y a une limite à la consommation de dioxygène.

La consommation de nutriments dépend aussi de l'effort fourni. L'exercice physique est un des

facteurs qui aident à lutter contre l'obésité.

Au cours de l'effort un certain nombre

cardiaque, volume d'éjection systolique

volume courant (et donc débit ventilatoire)

#### Mobiliser les représentations initiales des élèves:

évaluation diagnostique :  
de quoi le muscle en activité a-t-il besoin et comment peut-il satisfaire ces besoins?

*Répondre par un schéma*

#### Mobiliser les acquis de collège :

- les organes prélèvent dans le sang des nutriments et du dioxygène
- la consommation de nutriments et de dioxygène par les organes varie en fonction de l'activité.
- modifications au niveau de l'organisme : augmentation de la température, des rythmes cardiaque et respiratoire.
- l'énergie libérée au cours de la réaction chimique entre les nutriments et du dioxygène est utilisée pour le fonctionnement des organes et transférée en partie sous forme de chaleur.



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

Ce qu'il faut renforcer et ce qui reste à construire :

- relation effort et consommation en  $O_2$  en **quantifiant** l'augmentation de la consommation en dioxygène à l'échelle de l'organisme en fonction de l'intensité de l'effort,
- **la limite à cette consommation** ( $VO_2$  max),
- approfondir la relation entre la dépense énergétique liée à l'effort et l'apport énergétique de certains aliments,
- **quantifier** avec plus de précisions les variations des paramètres physiologiques à l'effort : volume courant, fréquence et débit respiratoire, fréquence et débit cardiaque.

**Il ne s'agit pas de mettre en évidence ce que les élèves savent déjà mais de quantifier et préciser les phénomènes afin de raisonner.**

- paramètre nouveau : **la pression artérielle.**



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

Comment y parvenir?

Une situation déclenchante : un document d'appel



Marathon de Nantes 2007 [jy.typepad.com](http://jy.typepad.com)

émettre des hypothèses explicatives concernant l'épuisement de ces marathoniens afin de motiver les recherches.



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Des modifications physiologiques à l'effort  
Activités possibles : quantifier l'effort et évaluer le coût énergétique: <http://entrainement-sportif.fr/calories.htm>

**Coût énergétique de la course  
(en kcal/kg/km) en fonction  
de la vitesse pour une efficacité  
de foulée moyenne**

VITESSE (m/mn)	COUT (kcal/kg/km)	VITESSE (m/mn)	COUT (kcal/kg/km)
100 à 110	1,060	251 à 260	1,029
111 à 120	1,052	261 à 270	1,031
121 à 130	1,046	271 à 280	1,032
131 à 140	1,041	281 à 290	1,034
141 à 150	1,037	291 à 300	1,036
151 à 160	1,034	301 à 310	1,038
161 à 170	1,031	311 à 320	1,040
171 à 180	1,029	321 à 330	1,043
181 à 190	1,028	331 à 340	1,046
191 à 200	1,027	341 à 350	1,049
201 à 210	1,027	351 à 360	1,052
211 à 220	1,026	361 à 370	1,055
221 à 230	1,027	371 à 380	1,058
231 à 240	1,027	381 à 390	1,062
241 à 250	1,028	391 à 400	1,065

Source : Le Marathon, François Peronnet, éd. Vigot.

**Exemple de calcul  
du coût énergétique  
d'un coureur de  
70 kg sur un semi-marathon  
couru à 15 km/h**

- Calcul de la vitesse en m/mn :  
 $(15 \times 1\,000) / 60 = 250$ .
- Coût énergétique d'un kilomètre par kilo  
(cf. tableau) = 1,028.
- Masse corporelle en kg = 70.
- Energie dépensée pour un kilomètre :  
 $1,028 \times 70 = 71,96$ .
- Distance de course en km = 21,1.
- Coût énergétique total de la course :  
 $21,1 \times 71,96 = 1\,518,35$  kcal.



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

- activités possibles : quantifier les besoins en  $O_2$  de l'organisme :

- en fonction de l'activité (EXAO)
- en fonction de la puissance de l'exercice : le logiciel « puissance » permet de calculer le nombre de flexions par min pour effectuer un travail à puissance constante

[http://www5.ac-lille.fr/~svt/exaojmm/Default\\_prog.htm](http://www5.ac-lille.fr/~svt/exaojmm/Default_prog.htm)



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

- activités possibles :

➤ calculer le rendement musculaire en utilisant le coefficient thermique de  $O_2$  (20 KJ pour une alimentation équilibrée)

EXAO : le calcul de la surconsommation en  $O_2$  pour un exercice de puissance connue pendant un temps connu permet de calculer la quantité d'énergie d'utilisée, de le comparer au travail musculaire ( $W = P \times t$ ) et donc de calculer le rendement puis de discuter de la différence

➤ évaluer la  $VO_2$  max et la VMA (EPS, <http://entrainement-sportif.fr/vma.htm>)

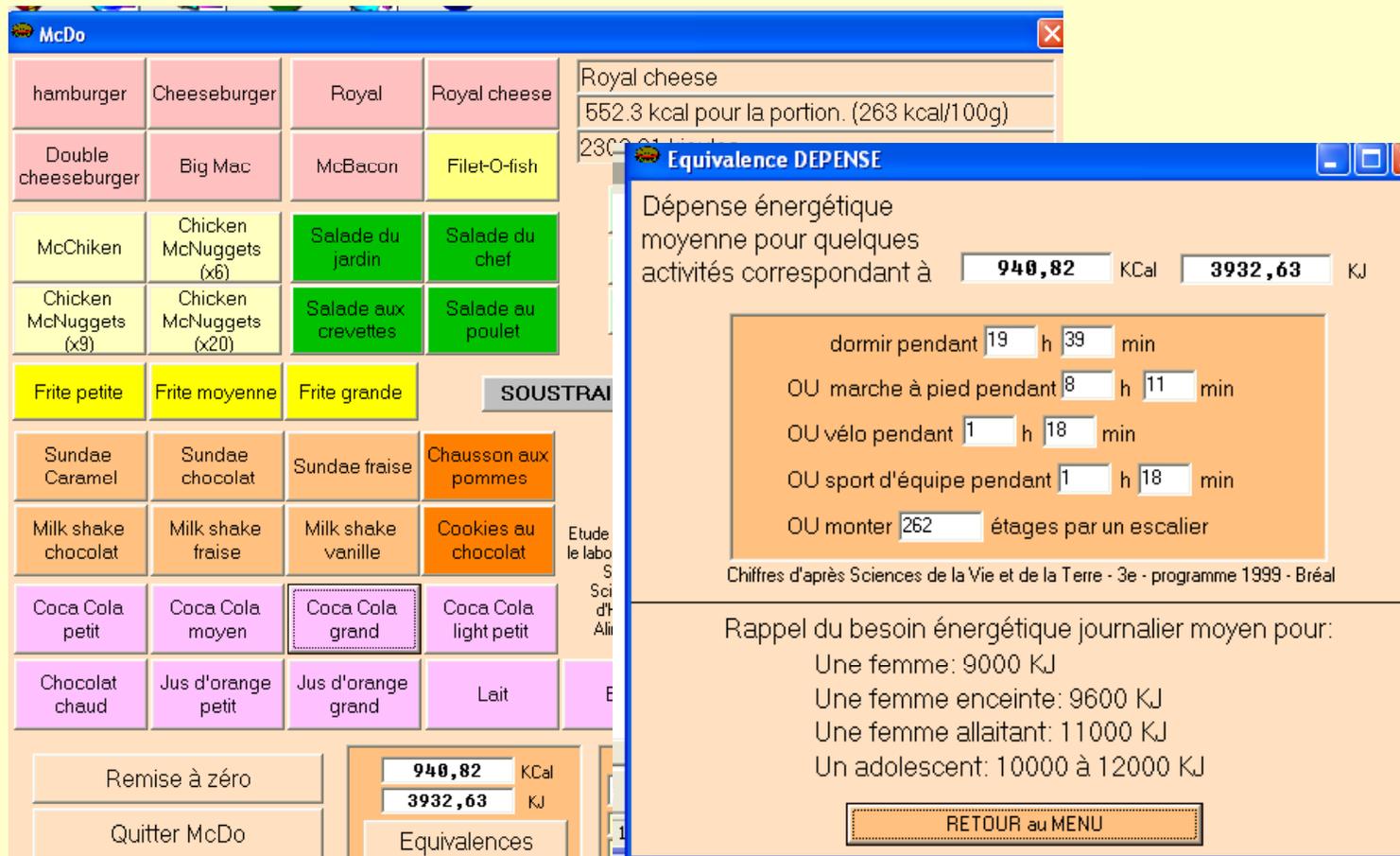


# THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

## Des modifications physiologiques à l'effort

- activités possibles :

- calculer l'apport énergétique d'un repas et connaître l'équivalent en temps de marche ou de vélo (logiciel MacDO)



The screenshot shows the MacDo software interface. The main window displays a menu of food items with their names and prices. A pop-up window titled 'Equivalence DEPENSE' is open, showing the energy expenditure for a selected item (Royal cheese) and providing equivalent activities.

Item	Price
hamburger	1,20
Cheeseburger	1,50
Royal	2,20
Royal cheese	2,50
Double cheeseburger	1,80
Big Mac	2,00
McBacon	1,80
Filet-O-fish	1,80
McChicken	1,50
Chicken McNuggets (x6)	1,20
Salade du jardin	1,50
Salade du chef	1,50
Chicken McNuggets (x9)	1,80
Chicken McNuggets (x20)	3,50
Salade aux crevettes	1,50
Salade au poulet	1,50
Frite petite	0,80
Frite moyenne	1,20
Frite grande	1,50
Sundae Caramel	1,20
Sundae chocolat	1,20
Sundae fraise	1,20
Chausson aux pommes	1,20
Milk shake chocolat	1,20
Milk shake fraise	1,20
Milk shake vanille	1,20
Cookies au chocolat	1,20
Coca Cola petit	0,80
Coca Cola moyen	1,00
Coca Cola grand	1,20
Coca Cola light petit	0,80
Chocolat chaud	1,20
Jus d'orange petit	0,80
Jus d'orange grand	1,00
Lait	0,80

**Equivalence DEPENSE**

Dépense énergétique moyenne pour quelques activités correspondant à **940,82** KCal **3932,63** KJ

dormir pendant  h  min  
OU marche à pied pendant  h  min  
OU vélo pendant  h  min  
OU sport d'équipe pendant  h  min  
OU monter  étages par un escalier

Chiffres d'après Sciences de la Vie et de la Terre - 3e - programme 1999 - Bréal

Rappel du besoin énergétique journalier moyen pour:  
Une femme: 9000 KJ  
Une femme enceinte: 9600 KJ  
Une femme allaitant: 11000 KJ  
Un adolescent: 10000 à 12000 KJ

RETOUR au MENU





## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Des modifications physiologiques à l'effort

- activités possibles :

- débit respiratoire (EXAO spirométrie), fréquence cardiaque,
- mesure de la pression artérielle avec tensiomètre et stéthoscope : très bien expliquée sur le site de Jussieu <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/pressio.htm>.

Il existe aussi des tensiomètres de poignet

penser à varier les techniques de classe (ateliers tournants, ateliers collaboratifs ...), les supports pédagogiques, utiliser un tableur en relation avec le B2I lycée.

Travailler avec le professeur d'EPS

## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

#### Nouveau problème:

*à quoi correspond la pression artérielle, comment expliquer ces deux valeurs mesurées ?*

#### Situation motivante :

- histoire des sciences et histoire de l'art
- histoire de la découverte de la pression artérielle et raisonnement ayant conduit à la mesure actuelle (site de jussieu)

*Mais, que savent les élèves à propos de la circulation sanguine?*



Halès en 1733  
hypertension-online.com



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

Au cours de l'effort un certain nombre de paramètres physiologiques sont modifiés : fréquence cardiaque, volume d'éjection systolique (et donc débit cardiaque) ; fréquence ventilatoire et volume courant (et donc débit ventilatoire) ; pression artérielle.

Ces modifications physiologiques permettent un meilleur approvisionnement des muscles en dioxygène et en nutriments. L'organisation anatomique facilite cet apport privilégié.

Un bon état cardiovasculaire et ventilatoire est indispensable à la pratique d'un exercice physique.

Mobiliser les représentations initiales des élèves sur la circulation sanguine:

s'appuyer sur l'évaluation diagnostique du début du thème

#### Mobiliser les acquis de collège :

- le sang circule à sens unique dans les vaisseaux (artères, veines, capillaires) qui forment un système clos.
- le sang est mis en mouvement par le cœur, muscle creux, cloisonné, fonctionnant de façon rythmique.
- la circulation à sens unique.
- artères, veines et capillaires ont été nommés.

**Cependant, les représentations des élèves peuvent être erronées !**



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

Ce qu'il faut renforcer et ce qui reste à construire:

- organisation anatomique du cœur et de la circulation
- notion de débit cardiaque
- pression artérielle

Il s'agit de montrer une anatomie adaptée pour répondre à l'effort

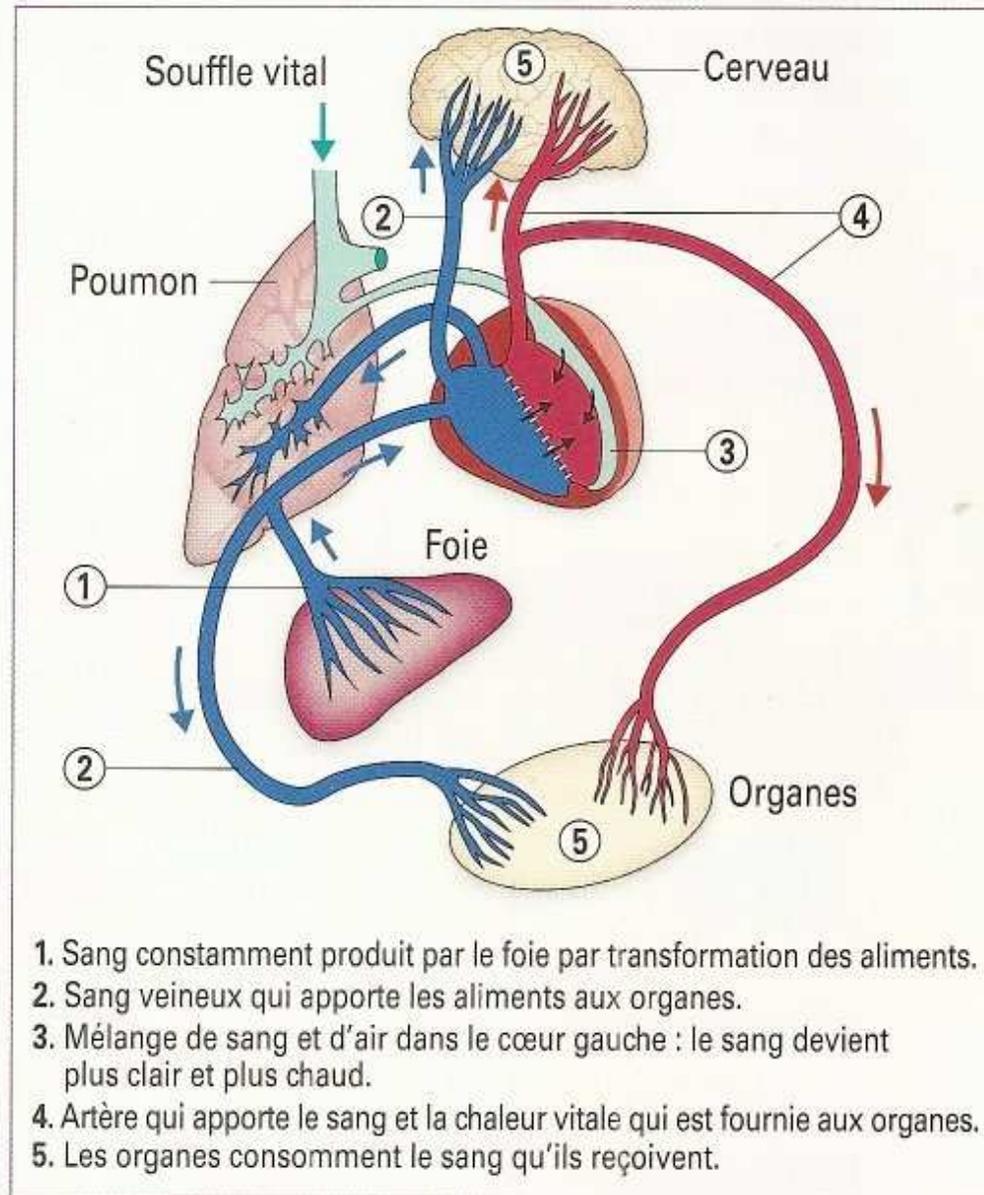
Alors comment faire évoluer les représentations des élèves ?

Les confronter à l'histoire des sciences





Pendant plus de dix siècles, l'idée qu'on se faisait de la circulation du sang est restée proche de celle établie au deuxième siècle par un médecin grec Galien.



**Les principales idées de Galien (131-201 après J.-C.).**

exercice physique

à l'histoire des

*Hatier 5ème*

## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Confronter les représentations des élèves à l'histoire des sciences

Ibn Nefis (1210-1288) médecin arabe du XIII<sup>e</sup> siècle est le premier à avoir remis en cause la conception de Galien : « Le cœur ne possède que deux ventricules et il n'y a absolument aucun passage entre ces derniers. L'intérêt du sang qui se trouve dans la cavité droite est de rejoindre les poumons, de se mélanger à l'air qui s'y trouve, puis de cheminer au travers des veines pulmonaires pour gagner la cavité gauche du cœur... ».

**De nouvelles idées au XIII<sup>e</sup> siècle.**

*Hatier 5ème*



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Confronter les représentations initiales des élèves à l'histoire des sciences

La conception de Ibn Nefis ne fut révélée en Europe que 260 ans plus tard au XVI<sup>e</sup> siècle. Mais une critique globale de la conception de Galien n'a été faite qu'au XVII<sup>e</sup> siècle (1628) par William Harvey.

Outre les expérimentations relatives aux conséquences des ligatures des artères et des veines, il a tenu le raisonnement suivant : « Considérons la capacité intérieure du cœur ; admettons que le cœur renferme 31 grammes de sang. Si le pouls bat 72 fois par minute en une heure le ventricule gauche aura envoyé dans l'aorte une quantité de sang correspondant à 268 kg de sang, ce qui fait trois fois le poids du corps humain. D'où une pareille quantité de sang peut-elle venir ? Où peut-elle aller ? Je me suis alors demandé si cela ne s'expliquait pas par un mouvement circulaire du sang.

Tout démontre que le sang sous l'impulsion des ventricules parcourt les artères de toutes les parties du corps. Par les pores de la chair, il trouve son chemin des artères vers les veines.

*Hatier 5ème*



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Des modifications physiologiques à l'effort

On recense alors les problèmes qui se posent entre les représentations des élèves et les représentations des scientifiques décrites dans les documents

#### Ces questions motivent les activités

nécessité d'observer la circulation dans le cœur, les vaisseaux : → observation d'un ensemble cœur/poumons

- expériences de mise en évidence de la circulation en sens unique

- disséquer pour chercher ce qui permet cette circulation à sens unique

- étude du cycle cardiaque (logiciel cœur 2 ac-toulouse pour étude de la révolution cardiaque et travail sur la double circulation)



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Une boucle de régulation nerveuse

La pression artérielle est une grandeur contrôlée par plusieurs paramètres. Par exemple, il existe une boucle réflexe de contrôle de la fréquence cardiaque (dont la pression artérielle dépend par l'intermédiaire du débit) :

- des capteurs (barorécepteurs) sont sensibles à la valeur de la pression artérielle ;
- un centre bulbaire intègre les informations issues des barorécepteurs et module les messages nerveux en direction de l'effecteur (cœur) ;
- les informations sont transmises du centre à l'effecteur par des nerfs sympathiques et parasympathiques.

La boucle de régulation contribue à maintenir la pression artérielle dans d'étroites limites autour d'une certaine valeur.

A l'effort, l'organisme s'écarte de cette situation standard.

#### Les acquis du collège :

- La communication nerveuse a été abordée uniquement à partir de l'étude de la commande du mouvement.
- communication au sein d'un réseau de cellules appelées neurones
- notion de centres nerveux (cerveau et moelle épinière), de nerfs sensitifs et de nerfs moteurs.
- relations : organe sensoriel, centre nerveux, muscle (dissection)

Ce qui reste à construire : ... presque tout !



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Une boucle de régulation nerveuse

#### Situation motivante:

- automatisme cardiaque et rôle du système nerveux :
  - ❖ greffé du cœur (vidéo ou documents)
  - ❖ vidéo montrant les battements du cœur avant et après maturation du système nerveux

*pas d'expérimentations cependant !*

- dissection de souris pour la mise en évidence du nerf pneumogastrique,

Démarche d'investigation : À partir d'un schéma de l'innervation du cœur (nerfs pneumogastriques et sympathiques, émettre des hypothèses explicatives et expérimenter avec logiciel regnerv).

*Nouveau problème : Comment le système nerveux est-il renseigné sur la nécessité d'accélérer ou de ralentir le rythme cardiaque?*

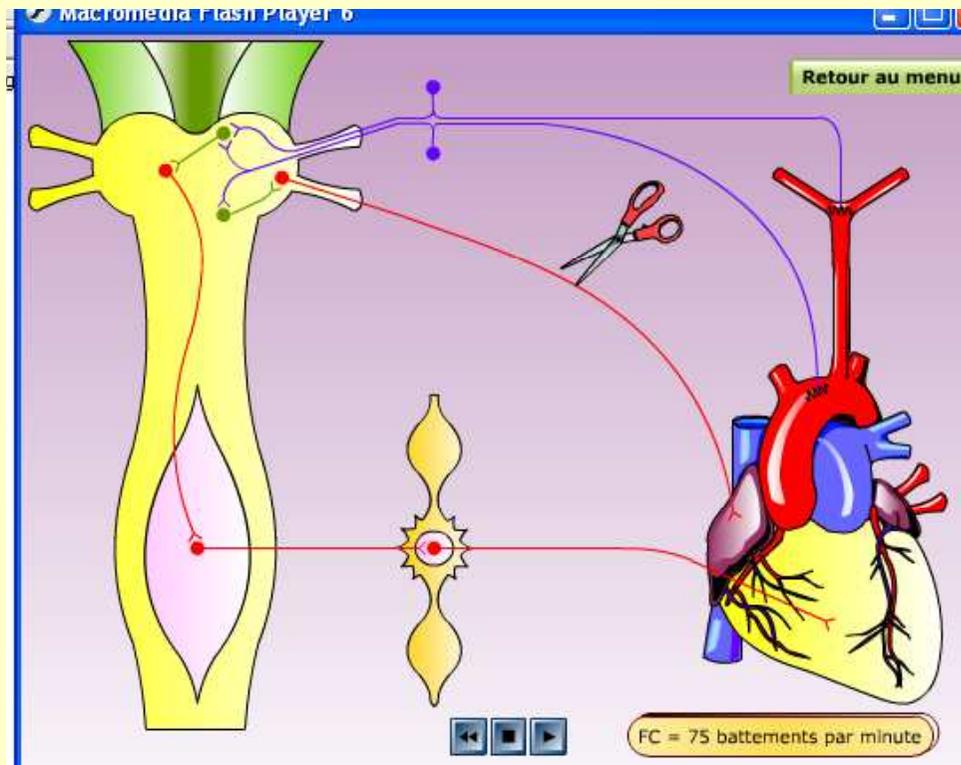


## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Une boucle de régulation nerveuse

outils possibles :

- expériences historiques de ligatures en amont et en aval du sinus carotidien,
- logiciel de simulation : Heart regulation (permet de construire la boucle de régulation).

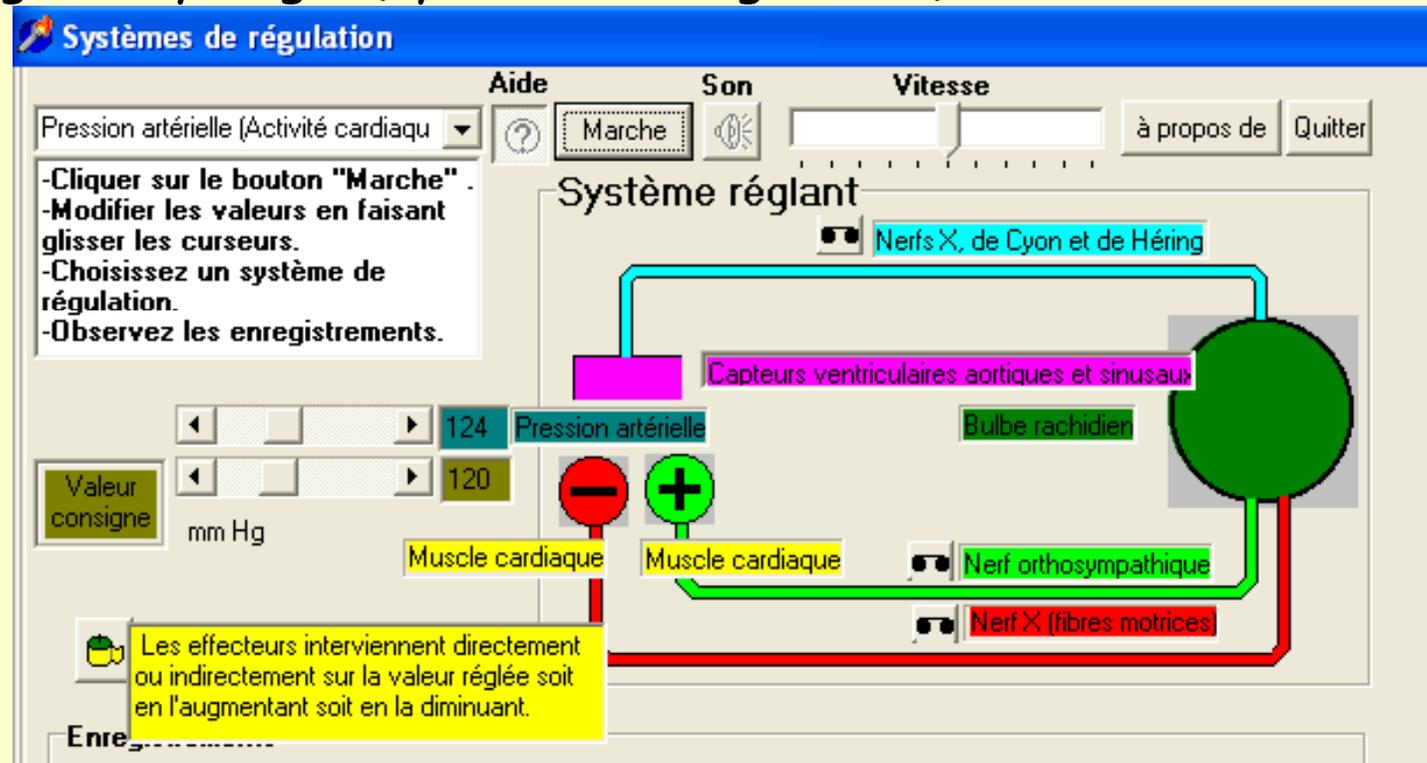


# THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

## Une boucle de régulation nerveuse

outils possibles :

-logiciel sysregul (système de régulation).



→ *construction du schéma fonctionnel*

Ne pas oublier de mettre cette partie en relation avec les gestes de premiers secours



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Le muscle strié squelettique et les articulations constituent un système fragile qui doit être protégé. Les accidents musculo-articulaires s'expliquent par une détérioration du tissu musculaire, des tendons, ou de la structure articulaire.

Au cours de la contraction musculaire, la force exercée tire sur les tendons et fait jouer une articulation, ce qui conduit à un mouvement.

Des pratiques inadaptées ou dangereuses (exercice trop intense, dopage...) augmentent la fragilité du système musculo-articulaire et/ou provoquent des accidents.

#### Mobiliser les représentations initiales des élèves

Demander d'expliquer comment se fait un mouvement de flexion de l'avant-bras sur le bras

#### Les acquis datent essentiellement du primaire :

- observation de mouvements corporels pour découvrir le fonctionnement des articulations et des muscles.

#### Les acquis du collège :

- Les muscles sont les organes effecteurs du mouvement

→ *Faire évoluer les représentations*





## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé



Situation motivante :

Présentation de documents concernant 4 accidents :

- une déchirure musculaire (imagerie médicale)
- une entorse (imagerie médicale)
- deux accidents dus au dopage (ex : PFC ou EPO pour l'oxygénation et un stéroïde anabolisant)



*Nombreux sites sur le dopage et un CD Rom : trivial prévention.*



## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

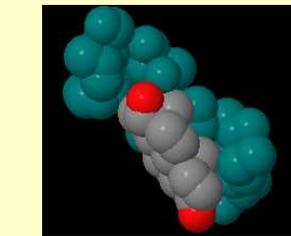
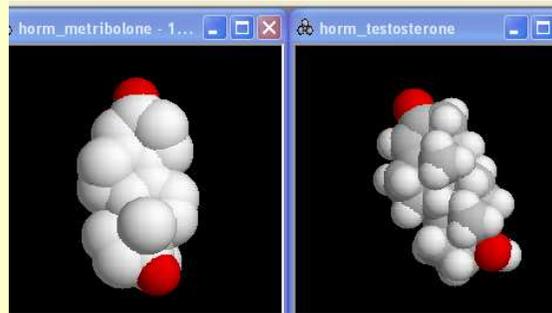
Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Activité possible :

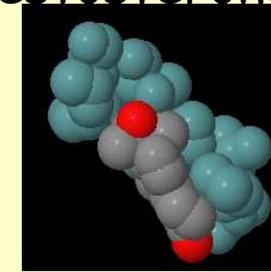
*recherche d'informations en ateliers tournants*

- Numérisation de radios et traitement sur mesurim :  
détourage et schématisation

- Logiciel rastop avec molécules : stéroïde anabolisant le  
métribolone, testostérone, récepteur de la testostérone



Testostérone  
+ récepteur



métribolone  
+ récepteur

*On observe ce qui ne va pas, on s'interroge sur la dangerosité des produits dopants —> nécessité de comprendre le mouvement donc d'aller voir les muscles et les articulations*





## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

### Activités :

- observation d'une articulation de bœuf ou de mouton
- dissection d'un membre antérieur de lapin
- construction d'une maquette
  - *discussion sur la notion de modèle*
- préparation microscopique de muscle, capture d'image ...

### Évaluation des capacités expérimentales :

- évaluer les gestes techniques
- varier les formes d'évaluation : auto-évaluation, évaluation formative

## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

évaluation :

Mobiliser des connaissances, des capacités et des attitudes

Un exemple de tâche complexe :

*Certains sportifs utilisent des bêta-bloquants pour se doper bien que cet usage soit interdit.*

*Noémie s'étonne de cet usage et pense que les bêta-bloquants vont à l'encontre de l'adaptation à l'effort puisque le médecin lui en a prescrit pour lutter contre le stress avant son examen de violon et que sa grand mère en prend pour traiter son hypertension.*

*Utilisez vos connaissances et les documents à disposition pour expliquer à Noémie le rôle des bêta-bloquants comme médicaments contre l'hypertension et le stress et pourquoi ils sont parfois utilisés comme dopants en compétition bien que leur effet s'oppose à l'adaptation de l'organisme à l'effort.*





## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Documents à disposition :

- documents concernant les neurotransmetteurs
- texte sur des sports de compétition dont le tir à l'arc.
- texte sur les effets secondaires des bêta-bloquants



Les bêtabloquants peuvent avoir des effets indésirables sur les muscles squelettiques au niveau de la glycogénolyse, qui est induite par l'adrénaline au moyen d'une stimulation des récepteurs bêta-2. Pendant un exercice physique d'intensité modérée, la glycogénolyse des muscles n'est pas affectée, mais la vitesse maximale de glycogénolyse diminue en cas d'exercice physique de forte intensité. Les bêtabloquants peuvent produire des effets indésirables en cas d'overdose ou en cas d'abus chez des personnes saines.

*D'après le sire « doping-prévention\_bêta-bloquants »*



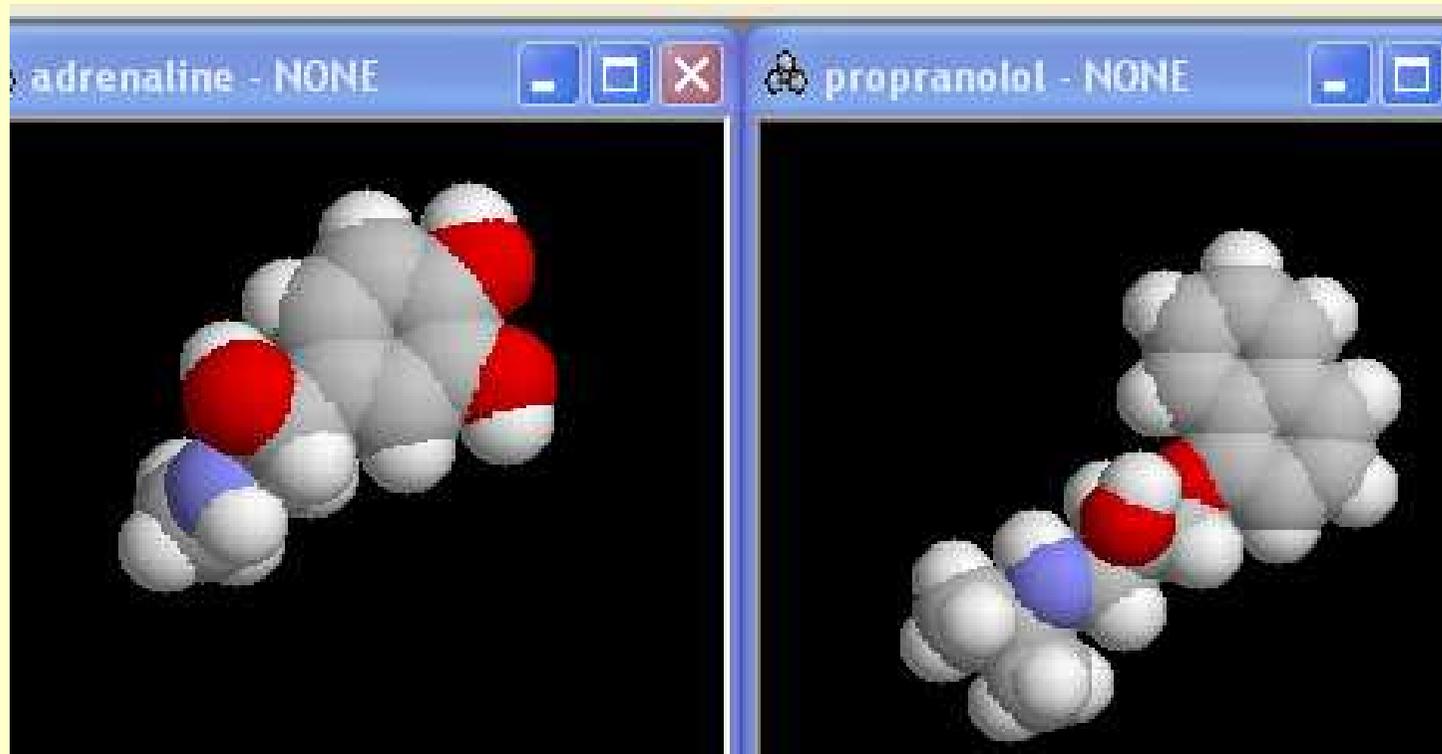
## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Documents à disposition :

- logiciel Rastop avec molécule de bêta-bloquant et d'adrénaline

(éventuellement, de noradrénaline)

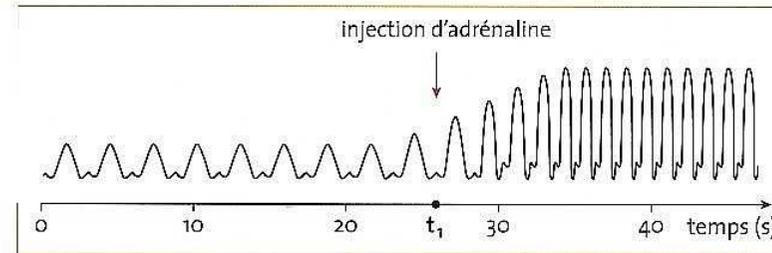


# THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

## Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

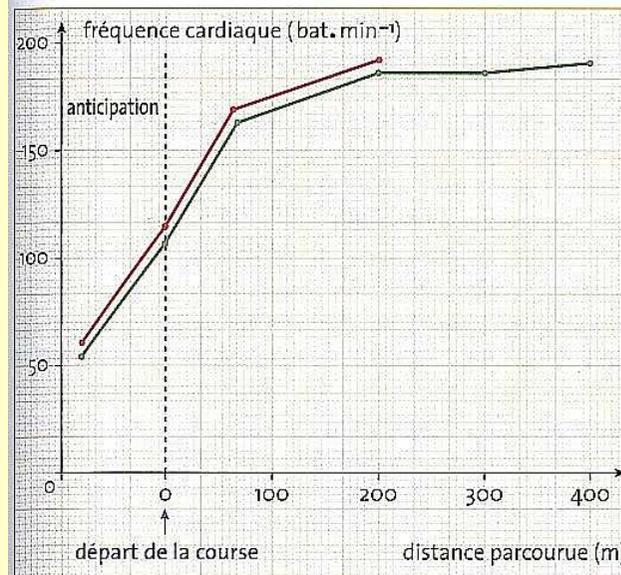
### Documents

- graphique:

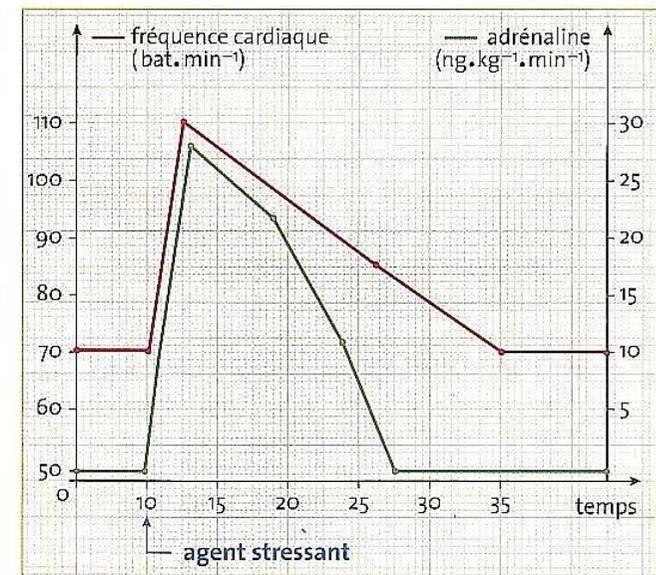


Variations de la fréquence cardiaque avant et après injection d'adrénaline.

### Les effets du stress et l'anticipation de l'effort



Variations de la fréquence cardiaque avant et pendant la course chez deux sportifs (coureur du 200 m et coureur du 400 m).



Variations de la sécrétion d'adrénaline et de la fréquence cardiaque au cours d'un stress important chez l'homme.

D'après Hachette 2nde 2004

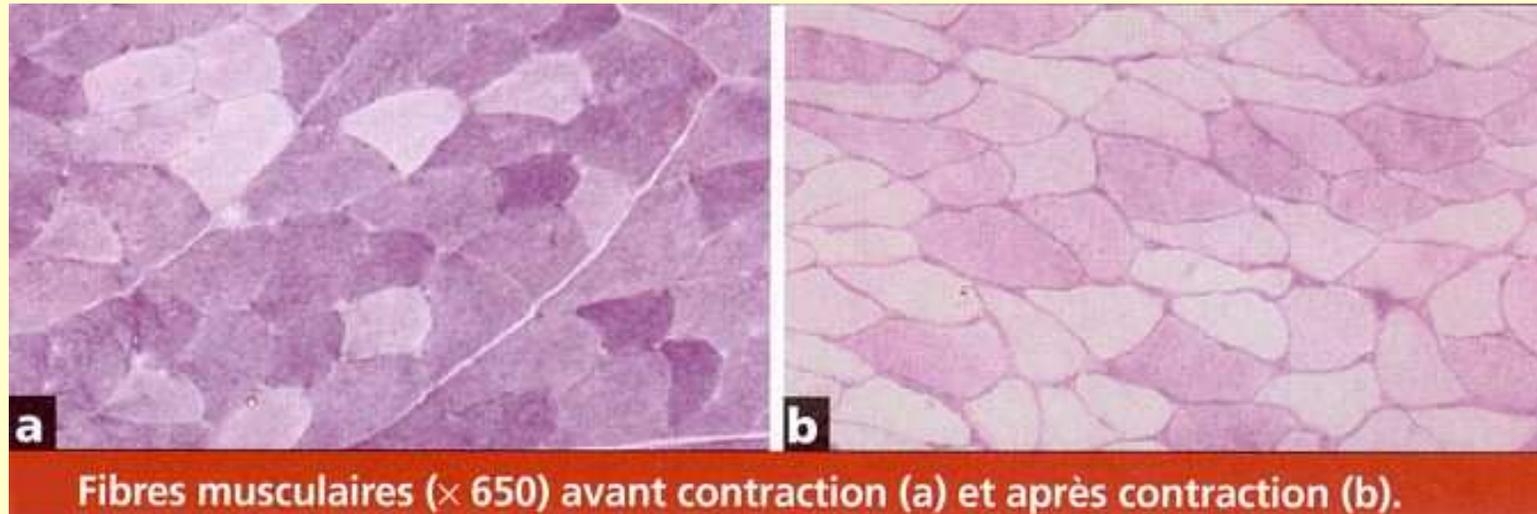


## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Documents à disposition :

- photographies d'une coupe transversale de muscle avant et après contraction avec coloration spécifique du glycogène ou une photo et une préparation microscopique (?)



*D'après Nathan 2nde 2006*





## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

### Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Extraire et exploiter des informations pour :

- comprendre la différence entre l'usage thérapeutique d'une molécule et l'usage détourné qui peut en être fait ;
  - comprendre l'effet sur la santé des sportifs d'une pratique de dopage ;
  - déterminer comment se livrer à un exercice physique dans de bonnes conditions de santé.
- Exercer sa responsabilité en matière de santé.

*C'est ce à quoi cette tâche complexe permet de répondre*

## THEME 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Envisager les métiers du sport et de la santé:

- médecine, odontologie, pharmacie ...
- diététique, épidémiologie ...
- ingénieur ou technicien, dans le domaine de l'imagerie médicale ...

