

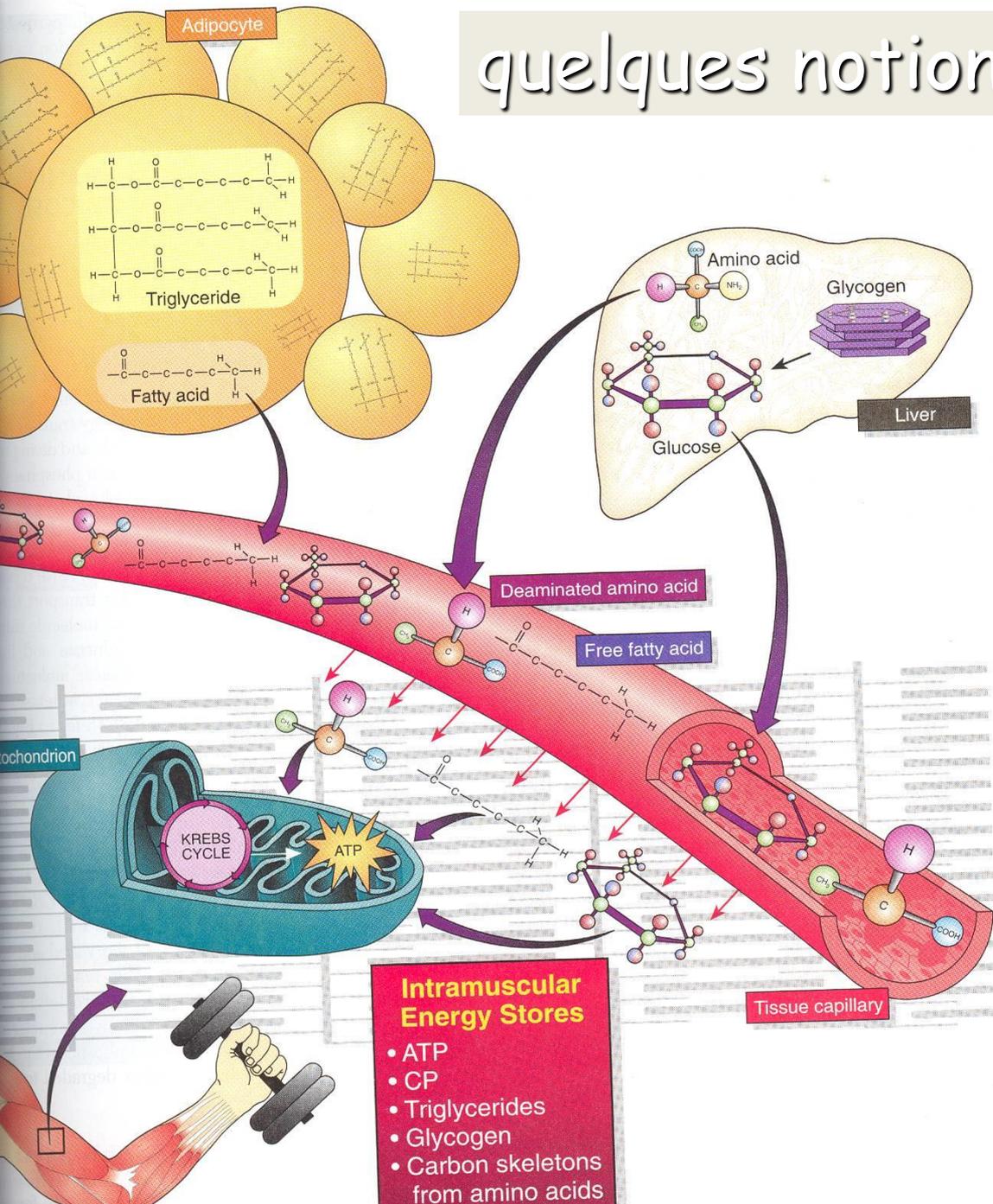
Evelyne MATHERON- diététicienne
evelyne.matheron@chu-rennes.fr



Service de médecine du sport

CHU Pontchaillou - RENNES

quelques notions de physiologie



nutriments utilisés pour le fonctionnement musculaire

Les sources d'énergie

- Contribution des glucides
- Contribution de lipides
- Contribution des protides

- Suivant la durée et l'intensité de l'effort

Contribution des différents substrats en fonction de la durée de l'effort

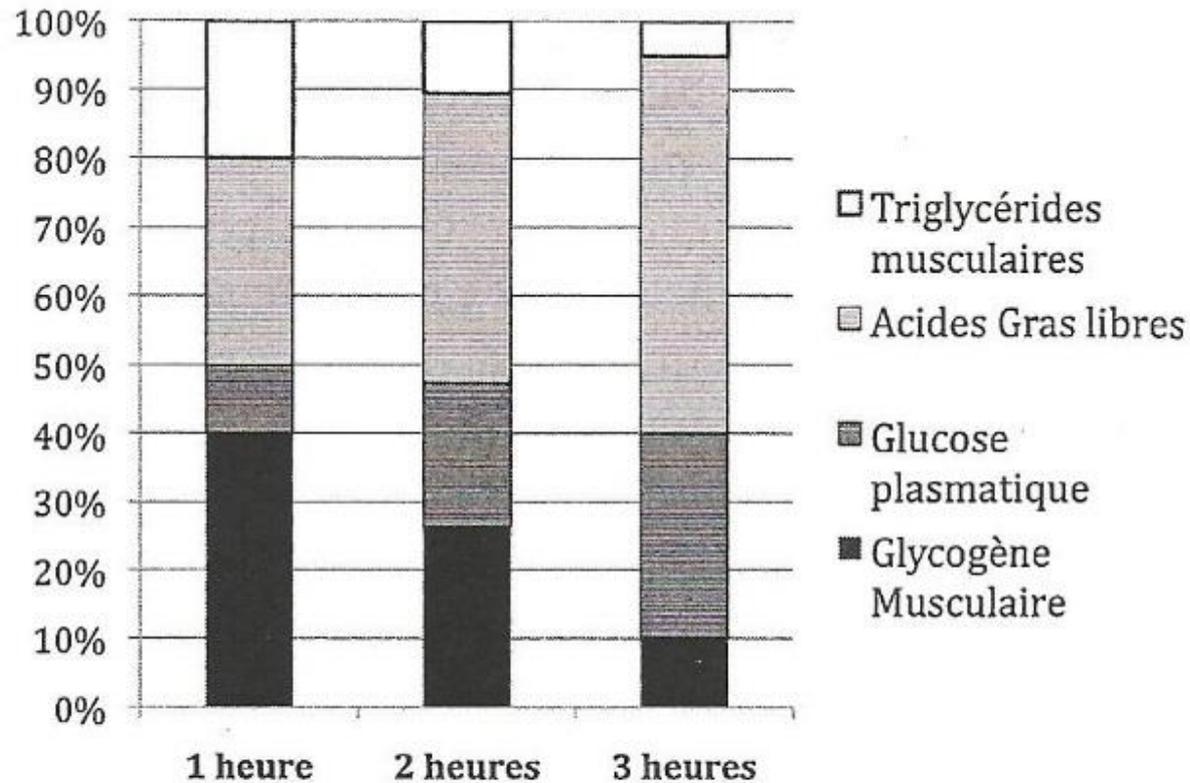


Fig. 4. Ordre de grandeur de la contribution des différents substrats (en pourcentage) en fonction de la durée de l'effort pour des exercices de une à trois heures.

Sources d'énergie en fonction de la durée de l'effort

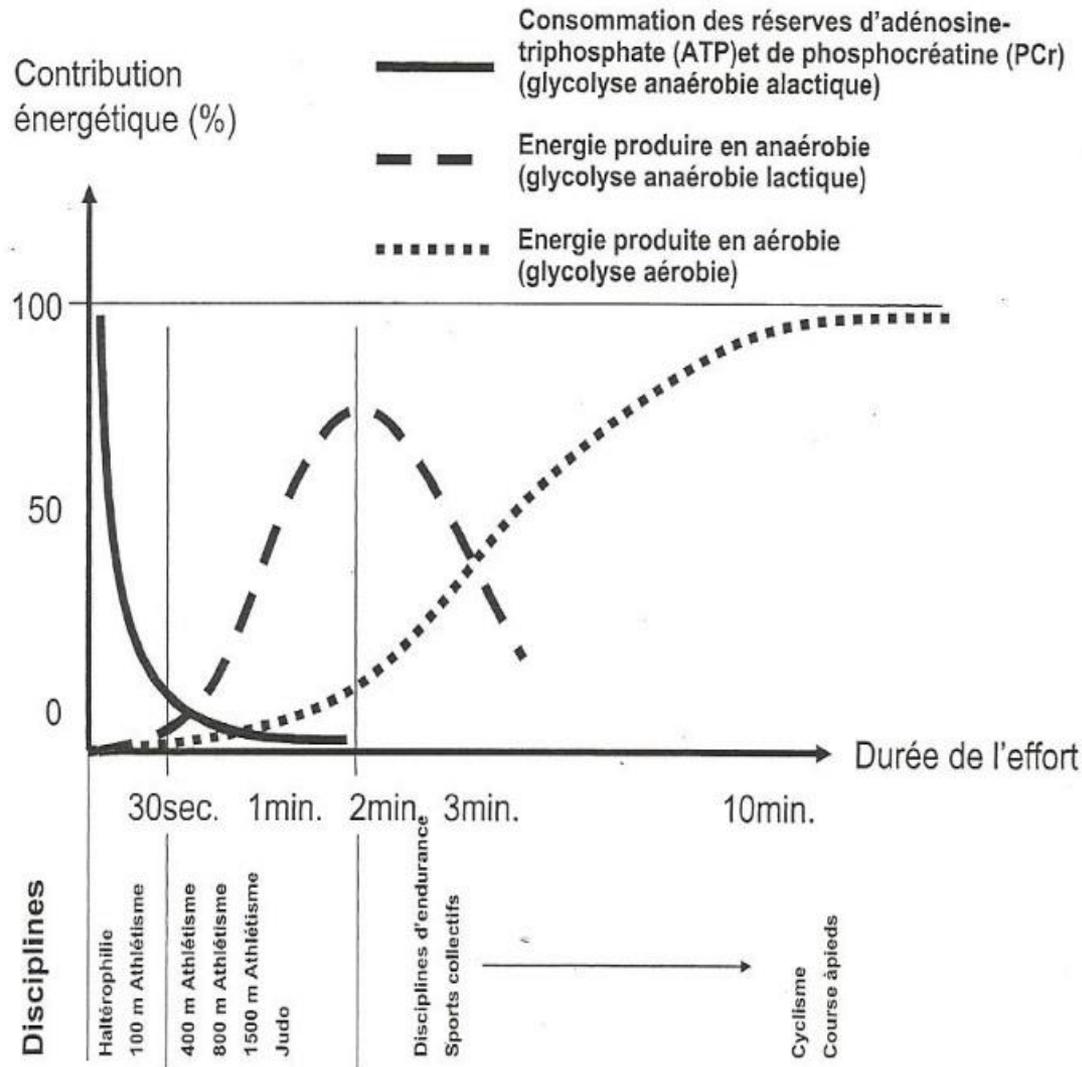


Fig. 1. Principales sources d'énergie en fonction de la durée de l'effort. Les trois filières énergétiques sont représentées. À titre d'exemple plusieurs disciplines sportives ont été indiquées.

% de la consommation maximale d'oxygène en fonction de la puissance

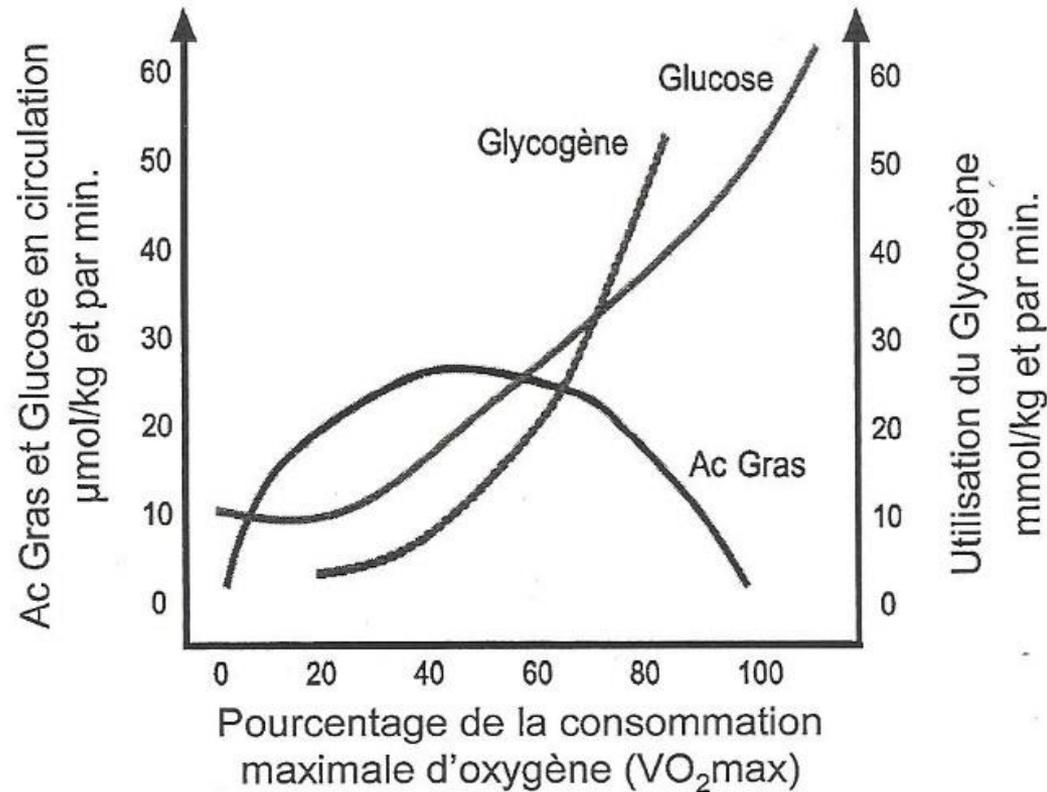


Fig. 3. Débit d'utilisation des lipides, du glycogène et du glucose en fonction de la puissance de l'exercice (exprimé en μmol d'acide gras ou de glucose kg/min et en mmol de glycogène kg/min). La puissance de l'exercice est représentée en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène du sujet ($VO_2\text{max}$). Sur l'exemple de la figure, le point de croisement se situe entre 50 et 60 % du $VO_2\text{max}$ du sujet (adapté des travaux de Brooks G [12]).

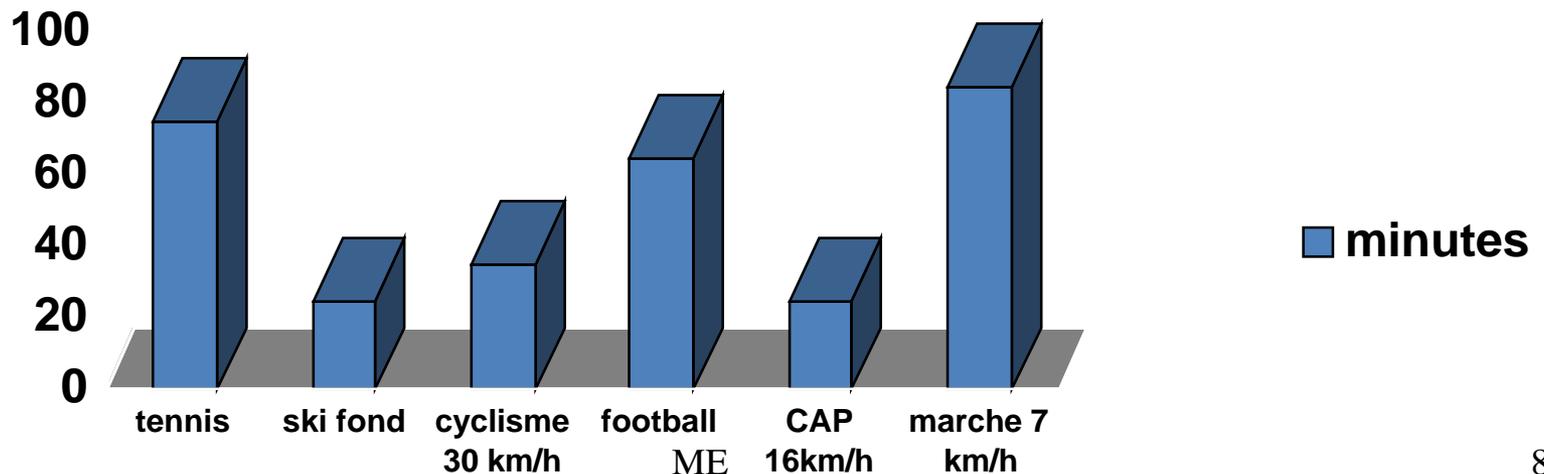
Besoins de l'organisme

- - Besoins en énergie
- - Besoins en eau
- - Besoins en protides
- - Besoins en lipides
- - Besoins en glucides
- - Besoins en vitamines et minéraux

Dépenses énergétiques moyennes chez des sportifs (hommes) entraînés

- Cyclisme : 4500 à 6500 kcal/j Triathlon: 4800 kcal/j
- Natation: 3800 kcal/j Sports Collectifs: 3700 kcal/j
- Aviron: 3500 kcal/j Course à pied: 3100 kcal/j
- Judo: 2800 kcal/j

Durée des exercices occasionnant une dépense de 500 kcal pour un homme



Hydratation



- Mesurez la quantité d'eau que vous buvez par jour
- Utilisez des petites bouteilles plus facile a boire

L'eau dans notre corps

Notre corps est constitué de 50 à 60 % d'eau

L'eau est le système de refroidissement du corps à l'effort

La sensation de soif est un signe de déshydratation

Pourquoi boire? Quand boire? Quoi boire?

Quand boire? Quoi boire?

Avant l'entraînement ou la compétition

Bien: normo hydraté

- Prises régulières de petites quantités d'eau : environ 500ml
30 à 40 minutes avant le début de l'exercice

Quoi boire?

- Eau
- Eau + fructose: dilution 3 à 5%
- Jus de raisin dilué de moitié

Eviter

- De trop boire en mangeant, le temps de digestion est plus long

Les boissons très sucrées risquent d'hypoglycémie réactionnelle

Les boissons gazeuses

Quand boire, quoi boire? pendant l'exercice Surtout les exercices prolongés

Recommandé

Volume : 500 à 700 ml /heure

Fractionné :

100 à 150 ml toutes les
15 minutes

Osmolarité inférieure a
400 mosml/l

dilution de 3 à 6 % mais
toujours < à 8%

Et **1,2g de sel** par litre

Température : 10 à 12°

Dans la pratique

- Toujours tester la boisson a l'entraînement : le gout et la concentration

- Préparation : 1 bouteille 1 litre + poudre(glucose ou glucose + dextrine) **30 à 60g + 1g de sel**+ eau

Ou 400ml de jus de raisin+ eau + sel (**6%**)

Ou 200ml de jus de raisin (dilution **3%**)+ sel + eau

Quelle boisson en récupération ?

Pour restaurer l'équilibre hydro-minéral

Le volume : 150% des pertes :

si vous perdez 1 litre de sueur il faudra boire 1,5l

Commencez par des prises de grand volume, puis des prises de 200 ml toutes les 15 minutes

Quoi boire?: commencez par de l'eau plate

puis des eaux gazeuses riches en sel et bicarbonates,

puis des jus de fruits ou des boissons contenant du glucose et du fructose

C'est la densité de vos urines qui vous indique votre état d'hydratation

La sueur

- La quantité de sueur dépend :
 - de l'élévation de la température corporelle
 - du niveau d'entraînement et de la capacité d'adaptation à la chaleur
- 1 à 2 h d'effort \Rightarrow 0,5 à 1,8l de sueur par heure, soit 3 à 4 litres au cours de certains matchs
- Concentration en sel : 1 à 3,5 g de sel

Le sel

- Sur les étiquettes lorsque la valeur est indiquée en Na^+ : X par 2,5 pour avoir la teneur en sel
(800mg de Na^+ X 2,5 = 2000 mg de sel soit 2g)
- Ne jamais prendre des pastilles de sel sans eau
- **Dans la pratique : 1 sachet de 1g de sel par litre ou 2 sachets dans 1,5l**



Besoin en protéines

Besoins différents suivant le sport pratiqué

12 à 16 % de l'apport énergétique total

- **1 g à 1,7 g** de protides par kg et par jour

Soit 70 à 100 g de protides pour 70 kg

(3 laitages et 250 g de viande par jour)

Apport calorique : 2700 kcal.

Sport de force : 1,3 à 1,5g/ kg/jour

- Si plus de 2g de Protéines/kg - risques : ↑ des produits du catabolisme : urée, acide urique
- ↑ élimination urinaire du calcium
- Apports hydriques adaptés



Des protéines : quand? lesquelles?

- Profiter de la **fenêtre anabolique** dans les 2 h à 5 h après l'arrêt de l'exercice
 - 20g de protéines puis 80g reparti dans les 12 h après l'effort
 - Toujours ajouter des glucides dans la proportion **de 1g de protéines pour 3 g de glucides**
- **Dans la pratique**
 - Les aliments riches en leucine sont les laitages: lait, fromage blanc, yaourt, lait baratté(petit lait)
 - Donc après l'effort : 300g de fromage blanc (20g de protéines)
+ 2 fruits + 6 biscuits
(60g de glucides)

Apport en lipides

Essentielle source d'énergie
9 kcal pour 1g

Stock important

Constituant de des membranes
cellulaires

Vitamines liposolubles :

A, D, E, K

- Utilisation par la voie aérobie
- l'oxydation des glucides et des lipides va fluctuer tout au long de l'exercice suivant l'intensité de l'effort



Besoin en glucides

- Suivant le sport pratiqué de
- 50 à 65 % de l'AETQ
- Soit 200 à 500 g de glucides/ jour
- Préférer des glucides à index glycémique faible



GLUCIDES	En grammes
Glycogène hépatique	110
Glycogène musculaire	500
Glucose dans fluides biologiques	15
total	625
LIPIDES	
Sous cutanés et viscéraux	7 800
Intramusculaires	161
total	7961
Valeurs estimées pour un sujet d' environ 65 kg et 12% de masse grasse	

Des glucides: quand, combien?

- Au quotidien : la ration de glucides est augmentée en fonction des entraînements
- Compétitions d'endurance surcharge glucidique:
 - 60% à 70% de l'apport énergétique

Compétition de moins d'1 heure
Pas de modifications à apporter

Pour des compétitions plus longues

pour améliorer la performance
nécessité d'augmenter l'apport glucidique les jours avant et surcharge glucidique avant et pendant la compétition pour augmenter le glycogène musculaire

Des glucides : quand, lesquels

- 3 jours avant la compétition
apport glucidique 70% à 75%
de la ration
- La veille au soir ; glucides
« pasta party »+ 1 dessert sucré
- Le matin de l'épreuve : petit
déjeuner glucidique(glucides à
index glycémique faible)
- Pendant l'épreuve : boisson
glucidique ou aliment sucrés
solides

Augmentation de la consommation
de pain, de fruits, de pâtes, de riz,
de semoule, de laitages sucrés, de
jus de fruits

Pas de crudités, ni de fruits crus
Viande ou poisson + pâtes, ou riz +
1 dessert sucré

Fromage blanc + céréales+
compote
Ou pain + confiture ou miel
Ou gâteau sport
Ou pâtes + fromage + petits lu

Eau+ boisson de l'effort ou
préparation maison, barres de
céréales, gels , pain d'épices

Glucides pendant la compétition

- Sucres rapidement disponibles
- Glucose dilution 4 à 8 % ou mélange :
- glucose + fructose
- ou saccharose
- ou glucose + malto dextrines
- Boissons à tester à l'entraînement
- Solides : barres de céréales, pain d'épices, fruits secs, pain + jambon...

Glucides et récupération

resynthétiser pour récupérer

Profiter de la fenêtre anabolique

Prise de glucides le plus tôt possible après l'arrivée, puis dans les 2 à 4 h après l'arrivée

Boisson riche en sucre : 10 à 12% à fort index glycémique

Quel sucre : la pénétration de glucose dans la cellule dépend de l'insuline

L'ajout de protéines dans la boisson sucrée augmente la re synthèse dans la proportion de

3 glucides pour 1 protéine

Pas de différence entre les boissons sucrées et les solides sucrés

Les sujets entraînés stockent plus de glycogène que les non entraînés

Besoins en FER

10 à 16 mg/jour

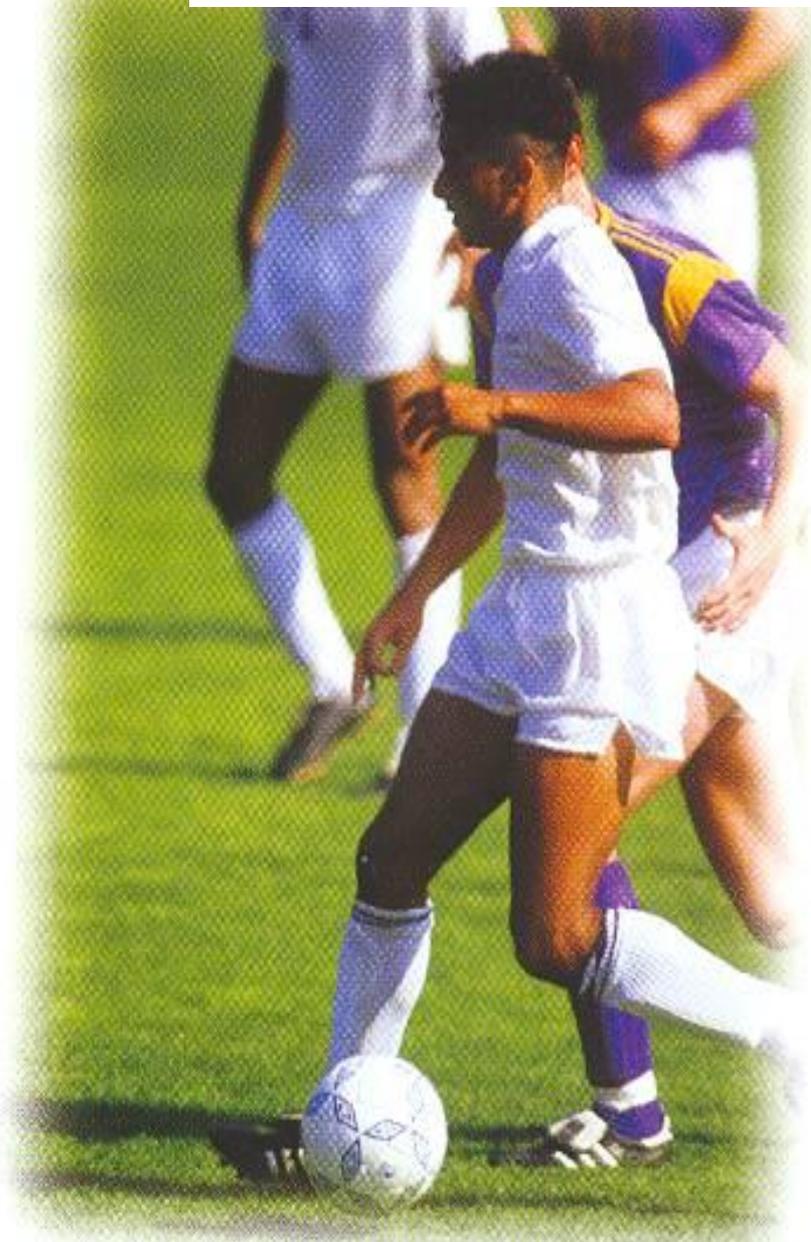
Dans quels aliments ?

Toutes les viandes: rouges et
les viandes blanches

les œufs (surtout le jaune)
le poisson,
le boudin noir,
le foie,
les huîtres, les moules, les palourdes

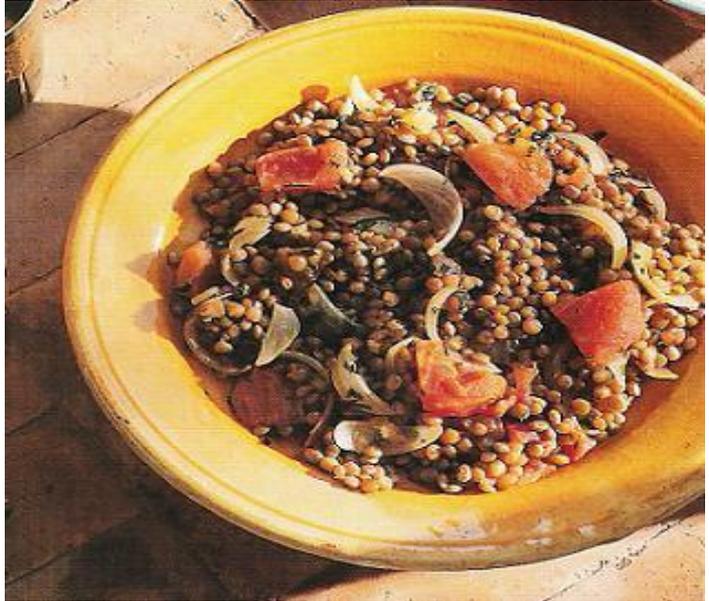
Mais pas les épinards, les lentilles, les
céréales complètes, le germe de blé

L'absorption du fer des végétaux
est ↑ par la vitamine C est ↓ par les tanins
du thé



Le fer a quoi ça sert?

- Le fer est le constituant du sang qui sert à transporter l'oxygène vers les tissus et les muscles
- Le fer sert à la fabrication de globules rouges
- Pour couvrir les pertes le besoin est de 16 mg/jour
- **Pour assurer cet apport il faut consommer au moins 1 portion de viande par jour et 3 repas de viande rouge par semaine**

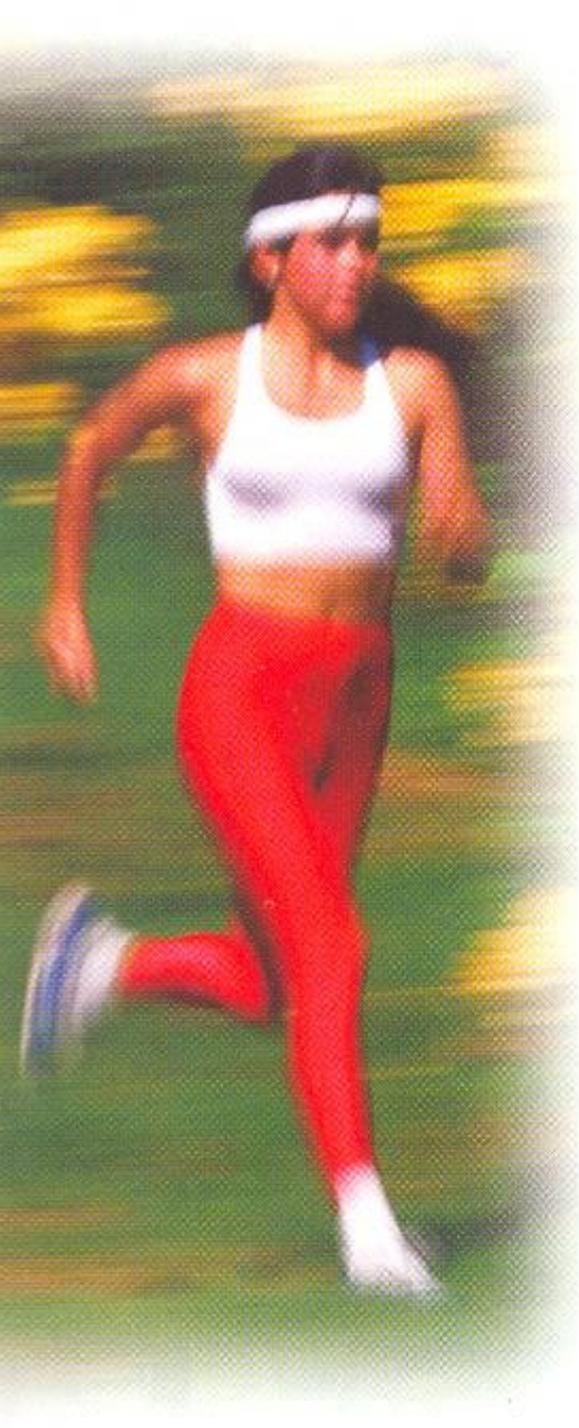


IVIE

Besoins en calcium

900 à 1200 mg/ jour

- Croissance, constitution de la masse osseuse
- Au moins 4 laitages par jour
- Le calcium du lait à le meilleur coefficient d'absorption
- Calcium dans l'eau : Contrex®, Vittel®



Le calcium, pourquoi?

- Les adolescents constituent leur masse osseuse entre 10 et 20 ans d' où interet des laitages ou du fromage pendant cette période
- Au gouter préférez les briquettes de lait aromatisé, le yop®, les babybel® ou vache qui rit® a la place des biscuits
- Les fromages le plus riches en calcium sont les fromages a pate dure : Comté, Parmesan...



Biodisponibilité du calcium

- Le calcium du lait est bien absorbé grâce à la présence de phosphore, de lactose.
- La suppression du lactose dans l'alimentation induit un déficit en lactases digestives.
- Le calcium est indispensable pour constituer la masse osseuse.

Cas pratiques

- Conseils alimentaires pendant une course de 10 kms
- Alimentation à l'entraînement et compétition
- Conseils avant un match
- Conseils pour catégorie de poids
- Conseils donnés à un diabétique insulino-dépendant

Course de 10 kms



Course de 10 km

- Un athlète homme de 35 ans
- Poids : 70 kg
- Taille : 180 cm
- BMI : 21,6
- 3 entraînements par semaine
- Temps prévu : 45'
- Objectifs : se faire plaisir en étant bien durant la course
- Hydratation
- Les réserves de glycogène n'influencent pas la performance
(moins d'1 heures d'effort)
- Bien récupérer

Règles élémentaires

- Repas glucidiques, pauvres en fibres la veille
- Bonne hydratation la veille
- Petit déjeuner non gras pris 3 h avant le départ
- Pas de réserves glucidiques importantes nécessaires

La course

- Si stress : 1 pâte de fruit ou un morceau de sucre a l'échauffement + une gorgée d'eau
- Après la course: eau, jus de fruits, barre de céréales, eaux riches en bicarbonates :
Vichy®Badoit®Quezac®...

Boissons pendant les entraînements

- Eau plate : réhydratation partielle , mesurer la quantité journalière
- Ou eau + sucre pour épargner les réserves en glycogène
- 1h – 1h 30 : eau seule
- 1h 30 – 3 h : il fait chaud : eau : 600 à 800 ml/h, fractionner
sucre **2 à 3%** (glucose + fructose ou glucose + malto)
sel : 1.2g/litre
- 1h30 – 3 h : il fait froid : eau 600 à 800 ml/h, fractionner
sucre **4 à 6%**
sel??facultatif
- > 3h : eau 600 à 800 ml/h, fractionner
sucre **4 %**(glucose + malto-dextrines)

sel : 1,2g/L **pas de pastilles de sel**

3 jours avant la compétition

- Féculent à chaque repas
- 60 à 70% des calories sont apportés par les glucides.
↓ de l'entraînement
- Supprimer les fruits secs, les céréales complètes
»épargne digestive »
- Hydratation :
2 l d'eau/jour
- La veille: le samedi
petit déjeuner habituel+ jus de fruits ou fromage blanc +céréales
Midi
 - pas de crudités pas de fruits crus, pas de fruits secsGoûter :
 - jus de fruits +biscuits + laitage sucré + eau++Soir :
 - idem midi

Petit déjeuner : le jour de la compétition

- Toujours tester ce qui convient en période d'entraînement , c'est le repas le plus important car pas de stress, pris a la maison
- Café +lait (petit bol) + pain + 60g de miel +riz au lait peu sucré ou compote + petit lu
- OU 250g de pâtes cuites + gruyère + compote petit lu

Le jour de la compétition

- **Pendant le transport (car)**

- Eau, jus de fruits
- Pain d' épices ou biscuits peu gras
- Barres de céréales
- **Pas de sodas, pas de bonbons**

- **Compétition sur la journée**
Repas de midi

Pain blanc + fromage + jambon
ou blanc de dinde

Ou Taboulé + thon au naturel

Ou salade de pâtes + œufs
durs

Crème ou yaourt aux fruits

Compote en gourde ou fruits au
sirop + biscuits

Pas de bonbons

Quelle boisson optimale?

Sucre :

Mélanges : ce sont les boissons de l'effort

- Glucose 75% + fructose ou saccharose 25%
- ou glucose 50% + malto dextrines 50%
- Dilution : 4 % à 10%
- Sel : 1,2g / L

Préparation » maison »

Jus de raisin

- Jus de raisin : 15g de sucre pour 100 ml + 900ml d'eau + 1 g de sel : dilution 2%
- Ou 200ml (une briquette) + 800ml d'eau + 1g de sel : dilution 4%
- Le jus de raisin contient du fructose, du glucose des vitamines des anti oxydants
- Inconvéniant peut être laxatif

Sirop

- Sirop: 1 cuillère a soupe : 15g
- Pour 3% : 2 cuillères a soupe par litre+1 g sel
- Pour 6 %: 4 cuillères a soupe
- Le sirop adaptable au goût du sportif, composition non connue, essentiellement du saccharose

Faut-il ajouter du sel?

- Pour des épreuves longues ou en ambiance chaude pour éviter l'hypo natrémie, ajouter 1.2g de sel par litre (difficilement plus)
- Pour permettre une meilleure absorption du glucose
- Le sel peut être ajouté sous forme de
chlorure de sodium (sel)

Ou sous forme d'eau contenant du bicarbonate de sodium
(certaines eaux gazeuses : Vichy®, Rozana®, Quezac®)

Récupération

- Immédiat : eau, jus de fruit, coca,
- Dans les 2 h à 5 h qui suivent : eaux bicarbonatées riches en sel, yop®, lait aromatisé, puis pendant 12 heures boissons sucrée ou aliment sucrés pour reconstituer le stock de glycogène

Repas

- Soupe, crudités,
- Viande?? Suivant l'envie
- Fromage, salade,
- Riz au lait ou yaourt sucré
- 2, 3 fruits crus, banane, compote, fruits secs
- Pain + eau

Match à 15 heures

Le repas le plus **important** est le petit déjeuner :

Exemple : lait+ sucre+ pain blanc+ confiture ou miel, riz au lait, biscuits
Ou fromage blanc + céréales+ pain + fromage ou jambon+ fruits au sirop
Evitez: les croissants, le nutella®, les fruits secs, les fruits frais

Dans la matinée :

Eau++ou eau + jus de fruits ou boisson d l'effort

Midi :1 plat + 1 dessert

Steack haché ou escalope de dinde ou poisson + pate ou riz +1 yaourt
aux fruits+ pain (peu de liquides pour limiter le temps de digestion)

Ou sandwich sans beurre + crème+ biscuits ou barre de céréales

Ou si stress++ : « ce qui passe »a condition que le petit déjeuner soit copieux

Match à 15 heures

- Avant le match

Eau plate : de 500 ml à 1 litre +
1 barre de céréales ou des
biscuits peu gras : pain
d' épices, barquettes
confiture....

Ou eau + jus de fruits dilué de
moitié (jus de pomme ou de
raisin)

- Pendant la mi temps ou les
pauses

eau plate

Ou

Eau + sucre dilution 4 à 6%

Eau + boisson de l' effort

Ou eau + jus de fruits dilué :
200ml jus de fruit + 300ml
d' eau

Match à 20 heures

- Petit déjeuner habituel ou augmenté
- Dans la matinée : eau++

Repas du midi : c' est le repas le plus important

Exemples : Viande ou poisson+ pomme de terre ou pates ou riz+ fromage+ dessert sucré+ pain blanc.

Ne pas trop boire en mangeant pour diminuer le temps de digestion

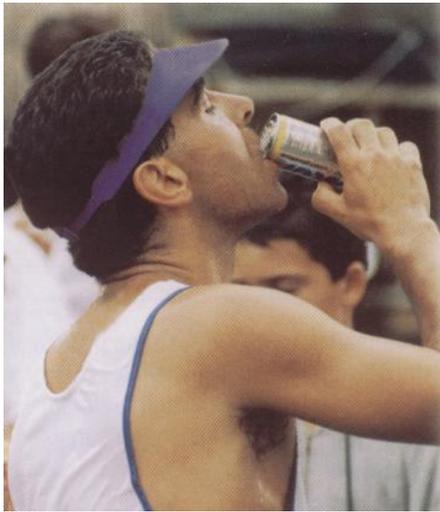
Goûter

Barre de céréales + compote

Ou : pain d' épices + jus de fruit

Pendant le match à la mi temps ou temps de pause : idem match a 15heures

Catégorie de poids ou groupe d'obèses



Melle J, 20 ans, judos, poids 65kg
catégorie de poids >57- <63
au dessus <70kg

Objectifs : moins 3 kg **en 15 jours** pour être au poids

- Répondre à sa demande
- Eviter la fatigue
- Eviter les diurétiques
- Eviter le sauna et la déshydratation

Bilan alimentaire et propositions

Bilan alimentaire

- 2400 k cal
- P= 70g soit 12% des calories
- L = 100g soit 38%
- G = 300g soit 50%

Propositions

- 1600 Kcal/j
- P =85g soit 21% des calories
- L = 50g soit 28%
- G = 200g soit 51%
- ↑ les protides
- ↓ les lipides conserver les vitamines et les féculents

1600 k calories/j pendant 15 jours

Midi et Soir:

Petit déjeuner:

- Café sans sucre
- Lait ½ écrémé
- Pain : 60g + beurre allégé
- 1 yaourt sans sucre

- Crudité+ huile ou soupe
- Viande
- Féculent + légumes cuits
- 1 yaourt sans sucre
- 2 fruits
- 20g de pain
- Soir : idem sauf les féculents et 1 seul fruit

Pour les obèses

Les principales consignes

- Rien en dehors des repas
- Pas de boissons sucrées, pas de sucre en dehors des repas
- Pas de pain aux repas
- De fruits y compris les bananes et les pommes
- De la soupe ou des crudités



- Activité physique
et diabète
insulino dépendant

Diabète de type 1 et compétition

- Schéma d'insulinothérapie personnalisé : multi injections ou traitement par pompe
- Préférer les sports d'endurance: intensité d'effort régulière, moins de fluctuations glycémiques
- Eviter l'hypoglycémie : la **concentration d'insuline injectée ne diminue pas au cours de l'exercice**, d'ou le risque d'hypo glycémie et la nécessité d'absorber des glucides pendant et après l'activité.

Précautions pour ne pas prendre de risques

- Programmer l'activité physique afin de mieux adapter l'insuline et les apports alimentaires
- N'injecter pas l'insuline dans la région des muscles qui travaillent
- Evitez une activité physique importante dans les 2 h suivant l'injection d'insuline de type « analogu rapide »
- Entraînez vous à l'effort, augmenter progressivement l'intensité et la durée des entraînements
- Surveiller la glycémie avant, pendant et après l'effort

Contrôler la glycémie

- **La glycémie de départ**
- Le contrôle de la glycémie capillaire avant l'effort est **indispensable**
- Glycémie entre 1,4g/l et 2,5g/l pratiquer votre activité sans ajout de glucides
- Glycémie entre 1,1g/l et 1,4g/l prenez au moins 20g de glucides avant de démarrer
- Glycémie > à 2,5g/l recherchez l'acétone si le résultat est positif : renoncer

- **Prise d'aliments glucidiques**

- La prise d'aliments dépend de la durée et du type d'activité

Si activité < à 1 h (natation gym)

Un apport glucidique n'est pas nécessaire

Si activité a durée prolongée (sport collectif)

Collation de 20g de glucides toutes les 45 minutes (collation très hyperglycémiantes) au ravitaillements

Si activité dure toute la journée (randonnée) Augmenter votre ration glucidique de l'avant dernier repas et du dernier repas avant l'effort

Prenez des collations toutes les 30mn

Pendant l'activité

- Si l'hypoglycémie survient : arrêt immédiat
 - Re sucrer avec 15g de glucides : soit 3 sucres ou 1 pâte de fruit, ou 1 verre de soda ou 1 cuillère à soupe de confiture
- Avoir toujours sur vous plusieurs
- «re sucrages » de 15 g de glucides
 - Reprendre l'activité quand votre glycémie atteint 1,40g/l

A l'arrêt du sport

- Contrôle de la glycémie
- Pour les sports de durée supérieure à 1 h
- Prendre 1 verre de boisson sucrée dans la 1/2h suivant l'arrivée pour reconstituer le glycogène
- Le risque d'hypoglycémie tardive existe : pour l'éviter prendre un supplément glucidique au repas suivant l'effort et une collation au coucher en fonction de votre glycémie,
- La boisson : n'oublier pas
- Hydrater vous pendant et après l'effort buvez 1/2l d'eau par heure d'effort

Après l'effort

- L'augmentation de la sensibilité à l'insuline peut persister 8 à 10h , d'ou la nécessité de diminuer les doses en phases de récupération
- Surveiller la glycémie la nuit, si l'exercice est pratiqué l'après midi
- Prendre une collation après l'effort : jus de fruits, coca, et une bonne part de féculent au repas suivant
- Eau bicarbonatée (Vichy®)

Voici mon message inspiré d'une phrase du Pr Maughan

- Je ne peux pas vous démontrer que bien manger suffit à améliorer vos performances

Mais

- Je peux vous prouver qu'une alimentation inadaptée à votre sport conduira à une baisse de vos performances

Principaux messages

- La diététique ne signifie pas régime mais hygiène de vie en conservant le plaisir de manger
- La pratique du sport implique des exigences physiques et alimentaires



MERCI