

NUTRITION
ET
MEDECINE DES
SPORTS

<p>Docteur Philippe DUBAIL Diplômé de Pathologie du Sport, de Nutrition et de Traumatologie</p> 	<p>● <u>L'ALIMENTATION DU SPORTIF</u></p>
<p>Mr. Denis RICHE Responsable du département "<i>Diététique du Sport</i>" à l'<i>Institut Européen de Diététique et Micronutrition</i></p>	<p>● <u>POIDS ET ACTIVITES PHYSIQUES</u></p>

L'ALIMENTATION du SPORTIF

I - RAPPEL de PHYSIOLOGIE

1 - Les réserves énergétiques

La contraction musculaire nécessite une énergie : l'ATP, dont les réserves sont extrêmement faibles. Pour resynthétiser cette ATP, plusieurs types de nutriments sont disponibles.

Phosphocréatine,
Glycogène et glucose
Triglycérides et acides gras

La proportion d'utilisation de ces 3 types de substrats dépend :

de l'intensité de l'exercice,
de la durée de l'exercice
et du niveau d'entraînement.

Pour des efforts de courte durée (moins de 2 à 3 minutes), la recharge d'ATP se fait **en absence d'oxygène**, en transformant :

la phosphocréatine en créatine
et le glycogène en lactate

Pour des efforts de moyenne et de longue durée ; L'ATP provient, **en présence d'oxygène** de la dégradation:

du glycogène - glucose
et des lipides - acides gras.

II - Alimentation des DERNIERS Jours avant l'épreuve :

a - La surcompensation :

Il existe une méthode connue de nombreux sportifs pour accroître les stocks glycogéniques : la surcompensation. La plus connue est le régime dissocié scandinave qui consiste :

6 jours avant la compétition, à réaliser successivement 3 jours de régime sans glucide avec une activité intense.
Puis 3 jours de régime hyperglucidique avec une activité légère.

On distingue deux phases dans ce processus de surcompensation :

Une phase initiale de surcompensation, dépendant de la déplétion de glycogène
Une seconde phase dépendant de l'activation de la " glycogène- synthétase"
par l'insuline, d'où l'intérêt du choix de glucides rapides.

b - Résultats du régime dissocié (RDS) sur la teneur en glycogène musculaire :

Des études comparatives de Berström et Coll. donnent les résultats suivants : sur le délai d'épuisement lors d'exercices à puissance constante (75 % de la VO2 Max)

Après régime "Normal" (N°1)	Glycogène musculaire Durée de l'exercice	1,75 /100 g 113 minutes
Après la période protido-lipidique (N°2)	Glycogène musculaire Durée de l'exercice	0,69 g / 100 g 59 minutes
Après la période glucidique (selon le schéma du Régime dissocié) (RDS N°3)	Glycogène musculaire Durée de l'exercice	3,70 g / 100 g 190 minutes
Après la période glucidique seulement (sans période protido-lipidique) (N°4)	Glycogène musculaire Durée de l'exercice	2,51 g /100 g 166 minutes

Il est intéressant de noter qu'il existe une augmentation du glycogène, non seulement après le régime dissocié (RDS N°3), mais aussi après la phase glucidique (N°4) pratiquée après un régime de base rationnel et équilibré.

Les travaux de Costill confirment que :

Chez un sujet recevant habituellement 50 % d'hydrates de carbone, la simple augmentation de l'apport de glucides à 70 % pendant 3 jours suffit pour :

doubler la concentration en glycogène musculaire
faire passer le temps de travail à 75 % de Vo₂ max de 114 minutes à 167 minutes.

Le régime dissocié étant souvent source d'effets secondaires, je préconise en pratique :

Une phase N°1 pour agir sur la déplétion glycogénique, constituée d'exercices spécifiques en intervalles courts Puis une phase d'entraînement diminué, avec une charge glucidique de l'ordre de 10 grammes / Kg de poids corporel

On veillera au cours du régime hyperglucidique à ce que :

L'apport calorique soit maintenu constant. L'augmentation de l'apport glucidique, accroît le volume des repas, ce qui peut induire à court terme une sensation de satiété.

L'apport de vitamine B1, B6 et de magnésium soit adaptée.

Pour prévenir les flatulences, les colites irritatives, il est recommandé d'éliminer les sucres trop fermentables (haricots blancs, lentilles) et d'utiliser des condiments : noix de muscade, coriandre, cumin

Une bonne hydratation pendant cette période est également indispensable pour favoriser la mise en réserve d'eau, qui sera libérée au cours de l'épreuve sportive.

c - Schéma N° 2 : Exemple d'alimentation pour favoriser la surcompensation des 3 derniers jours, par un régime à 70 % d'hydrates de carbone.

MATIN

pain 80 g (1/3 de baguette)
confiture 50 g (2 cuillerées à soupe)
1 /2 pamplemousse
1 fruit cuit
1 boisson (avec ou sans sucre)

MIDI

entrée : pommes de terres avec vinaigrette 150 g
poulet ou dinde 100 g
pain 80 g
pâtes ou riz 300 g cuits + sauce tomate
salade au citron (sans huile)
1 tarte aux fruits

SOIR

potage épais (pomme de terre , carottes... 200g)
2 oeufs ou 2 tranches fines de jambon (100g)
purée de pommes de terre ou pâtes ou riz 400 g cuits
légumes verts cuits 250g
pain 60 g
fruits cuits 300 g

Par ailleurs, l'apport hydrique sera régulier dans la journée, de 1,5 litre à 2 litres par jour

Ce régime apporte 2960 calories

12 % de Protides
11 % de Lipides
77 % de Glucides

III - Composition de l'AVANT DERNIER Repas

Les buts sont :

de maintenir les réserves **glycogéniques**
de prévenir les troubles **hydro-électrolytiques** résultant de l'épreuve
de prévenir l'**acidose** métabolique induite par la compétition .

La poursuite du régime hyperglucidique commencé depuis 3 jours, s'effectue la veille au soir de l'épreuve par la traditionnelle "**spaghettis partie**", car c'est l'ultime repas de

mise en réserve, il doit être copieux et doit donc être composé principalement de **glucides** à assimilation **lente**.

Exemple de menu :

Potage épais
Pâtes
Salade de Fruit
Riz au lait, ou gâteau de semoule , ou porridge,
2 tranches de Pain

IV - Repas PRECOMPETITIF

Principes :

Le dernier repas pris avant la compétition ne diffère pas sensiblement du repas type "entraînement", mais néanmoins il sera hyperglucidique, car les protides et les lipides sont de digestion lente.

Ce repas léger de 500 à 1000 kcal doit être consommé 3 à 5 heures avant l'épreuve. Ce repas doit être composé d'hydrates de carbones digestibles (céréales, pancakes, pain) et doit contenir un minimum de graisses et de protéines à digestion lente.

Exemple de repas précompétitif :

pamplemousse sucré
un oeuf
spaghettis au beurre
yaourt aux fruits
tarte aux pommes
pain et eau

Si la compétition a lieu à 9 h, il faudra se lever tôt pour prendre vers 6 h 30 un petit-déjeuner copieux.

Si la compétition a lieu le matin vers 11 heures, le petit-déjeuner sera remplacé par un repas normal précompétitif pris à 8 h.

Exemple de Petit-Déjeuner

exemple N° 1 :

300 g ou 400 g de pâtes, de riz ou de semoule,
1 yaourt,
1 pomme ou une banane.

exemple N° 2

1 tranche de jambon maigre
3 tartines de pain + confiture,
1 verre de boisson faiblement sucrée ou un jus de fruits.

exemple N° 3

Boisson (avec ou sans sucre selon le goût)
4 à 6 biscottes + confiture 50g
Fromage (gruyère ou fromage de Hollande type Gouda)
Fruits cuits ou compote 300 g

V- La RATION d'ATTENTE

Les glucides "rapides" **stimulent la libération d'insuline** et lorsqu'ils sont absorbés en grande quantité peu de temps avant le départ de l'épreuve, ils peuvent induire des **hypoglycémies** importantes en début d'exercice musculaire .

Par ailleurs, les sucres simples tels que le glucose ont un fort pouvoir osmolaire en solution. Cette propriété **ralentit** l'évacuation gastrique, perturbe l'hydratation, et peut être responsable de douleurs digestives.

En pratique, la ration d'attente sera essentiellement sous forme d'un apport **d'eau**

Eventuellement, la dernière prise alimentaire pourra être constituée de 100 kcal d'un sucre complexe (**25 g d'HC**), plus d'une heure avant le début de l'épreuve.

Il est aussi possible dans les **15 dernières minutes** précédant le départ, de boire 200 à 400 ml d'eau ou d'une boisson énergétique contenant **30 à 50 g/l de glucose (3 à 5 %)**

VI - Les apports PENDANT l'effort

A - Variation de la glycémie pendant l'effort :

Pour une activité prolongée < à 30 % de Vo2 Max

L'hypoglycémie ne survient qu'après plusieurs heures, la néoglucogénèse hépatique pouvant assurer la fourniture de glucose .

Pour une activité entre 50 et 80 % de la Vo2 Max

C'est la classique **fringale du cyclisme**, elle correspond à un épuisement des réserves glycogéniques hépatiques et à une **insuffisance** de la **néoglucogénèse hépatique**.

Pour une activité > à 85 % de la Vo2 Max :

L'hypoglycémie peut se manifester dès le 1er quart d'heure de l'activité. Cette hypoglycémie correspond à une utilisation massive par le muscle actif, sans que les mécanismes glucoformateurs soient capables d'assurer la production, alors que les stocks de glycogène hépatique et musculaire sont encore élevés.

L'origine de ce **trouble** se situe au niveau de la **mise en route** des processus

hormonaux destinés à assurer l'approvisionnement, d'où la nécessité de l'échauffement.

B - Effets des apports d'HC sur la fatigue lors d'un effort intense

Lors d'un effort intense (70 % de la Vo₂ max), la production d'énergie à partir des HC est fournie à la fois par le glycogène musculaire et par le glucose sanguin .

Il existe au cours de l'effort, un passage progressif de l'utilisation du glycogène musculaire à l'utilisation du glucose sanguin. Le glucose étant effectivement oxydé, contrairement à ce que l'on pensait il y a quelques années.

L'abaissement de la glycémie joue un rôle dans l'apparition de la fatigue en ne permettant pas à la fibre musculaire de capter une quantité suffisante de glucose sanguin pour s'opposer à la baisse du glycogène musculaire.

La fatigue dans ces conditions est clairement précédée par une diminution de l'oxydation des HC, qui elle-même est précédée par une baisse de la glycémie (2,5-3 mM)

L'apport de HC durant un exercice intense (70 % de la Vo₂ Max) permet:

le maintien de la glycémie et retarde de 30 à 60 minutes l'apparition de la **fatigue**,

L'apport de glucose doit être d'au moins de **1 g / minute**, ce qui permet de maintenir une glycémie à 5 mMol/ L .

Le choix du substrat doit se porter sur le **glucose, qui est substrat privilégié** pendant l'exercice et cet apport exogène est effectivement utilisé au cours de l'effort.

Par contre, **le fructose est moins oxydé** et participe moins à l'épargne du glycogène musculaire.

C - En pratique, la stratégie pour maintenir la glycémie est la suivante :

- **150 à 250 ml** d'une solution de **glucides rapides**
- toutes les **15 à 20 minutes, dès le départ** de l'épreuve, ou lors de l'échauffement.
- solution à une concentration de **50 g d'HC / litre**
- avec **1 g / de chlorure de sodium et de potassium**
- à une température de **10 à 15 °**

VII - Alimentation APRES l'effort

a - Les objectifs :

compenser les **pertes hydriques** et **glycogéniques**
ne pas apporter trop de sodium et d'électrolytes immédiatement après la

compétition pour ne pas accentuer le phénomène d'hémoconcentration
lutter contre l'**acidose**

b - Reconstitution des stocks de glycogène

Après un **marathon**, le temps de récupération des stocks peut prendre de **4 à 5 jours**.

Si les exercices sont programmés tous les jours, on peut observer une diminution progressive du stock glycogénique. Cette diminution ne pourra être compensée qu'en augmentant la ration hydrocarbonée journalière. Le sportif privilégiera les sucres rapides sous forme de sirop, tout de suite après l'exercice pour provoquer une rapide et intense décharge d'insuline.

Le rythme de 2 % par heure, de restitution des réserves de glycogène, est accru par une **activité physique modérée**, peut être en facilitant un retour plus rapide du PH et des Lactates à des valeurs normales.

Plusieurs facteurs vont intervenir sur cette récupération glycogénique, ce sont :

- Le moment de l'ingestion par rapport à l'arrêt
- Le type d'hydrates de carbone consommé
- La quantité ingérée

c - Les étapes de la régénération du glycogène

a - Les deux phases

Deux phases peuvent être distinguées dans la régénération du glycogène musculaire

Une Phase rapide :

survenant dès l'arrêt de l'exercice, et en rapport direct avec la **déplétion** glycogénique musculaire

Une Phase secondaire :

dépendant de l'activation de la glycogène-**synthétase** par **l'insuline**. Elle serait plus en relation avec l'apport alimentaire en **hydrates** de carbone.

Noter que la surcompensation ne concerne que les muscles actifs ayant présenté une déplétion lors de l'exercice, elle peut atteindre de 60 à 100 % de la valeur initiale après 24 H .

b - Quantité

La stimulation de la glycogénèse après l'effort est directement liée à la quantité de sucre ingérée dans les 24 h suivant l'exercice.

Si cette quantité est insuffisante (moins de 400 à 500 g / 24 H, la surcompensation ne pourra pas être réalisée.

A l'opposé, des valeurs supérieures à 650 g / 24 H n'amélioreraient pas la mise en réserve du glycogène.

c - Choix de l'amidon et index glycémique

le pain et les pommes de terre entraînent une forte réponse glycémique

le riz, les pâtes alimentaires, les lentilles produisent une réponse glycémique faible

Si l'exercice est **journalier**, le sportif privilégiera les sucres **rapides** sous forme de sirop (voir glucose et polymère de glucose) tout de suite après l'exercice pour provoquer une rapide et intense décharge d'insuline.

La prise de glucose ou de saccharose s'avère plus efficace pour les stocks de glycogène musculaire que l'utilisation du **fructose** dont le métabolisme est essentiellement **hépatique**.

d - Recommandations alimentaires après un entraînement pour reconstituer les stocks glycogéniques

- Consommer **tout de suite** après l'exercice un excès d'hydrates de carbone rapides d'environ **1 g / kg de poids**
- Puis **50 g d'HC rapides** par tranches de **2 heures** durant les 4 premières heures.
- Le **dîner** devra apporter **250 g d'HC** avec des sucres rapides (**Pain - Pommes de terre**)
- Puis des sucres **lents** pendant 24 à 48 heures suivantes (**riz, pâtes, lentilles**)
- Le **total** des premières 24 h sera de **500 à 600 g / 24 H**.
- La fragmentation en de nombreux repas n'est pas utile, la prise en deux repas donnant les mêmes résultats.

e - Exemple pratique d'apport d'Hydrates de carbone

Pendant l'effort

Ne pas prendre de fructose
Privilégier le **glucose**, (vendu en pharmacie)

50 g par litre d'eau
et 50 g par heure (soit 1 litre à 5 % par heure)
il est en pratique difficile de boire plus de 1 litre et demi à l'heure

Tout de suite après l'effort

quantité et rythme

1 g / Kg de poids d' HC rapides (+- 80 gd (HC)
fin 2e heure : avoir consommé 50 g d'HC
fin 4e heure : avoir consommé 50 g d'HC

choix de l'hydrate de carbone rapide

jus de fruit sucré (un soda classique apportera 25 de glucose)
barre de confiserie (25 g de sucre)
et du fructose pour le foie

puis le soir

On devra apporter une quantité de 250 g de glucides

pain
pommes de terre

puis pendant 24 à 48 heures, privilégier hydrates de carbone lents : riz,
pâtes, lentilles

pour finalement obtenir un total post effort en 24 h de 500 - 600 g de glucides .

d - SYNTHESE des apports caloriques et hydriques APRES une intense compétition

Juste après la fin de l'épreuve :

absorber 250 à 300 ml d'eau type Perrier ou Vittellose
éventuellement additionnée de 1 cuillerée à soupe de sirop de potassium.
Hydrates de carbone 1 g / kg de poids (+- 80 g)

Après la douche

absorption de 1/2 litre de lait écrémé

Si la déshydratation est importante, continuer à absorber régulièrement tous les 1/4 d'heure une boisson peu minéralisée et légèrement sucrée (jus de fruit dilué)

Avant la Fin de la 2e heure, avoir consommé : 50 g d'hydrates de carbone

jus de fruit sucré (soda classique apportant 12 g de glucose/ 100 g)
barre de confiserie (25 g de sucre/ 100 g)
et 1 fruit (fructose pour le foie)

Idem avant la fin de la 4e heure : 50 g d'hydrates de carbone

Une demie-heure avant le dîner 1/4 à 1/2 litre d'eau faiblement minéralisée (Volvic, Evian, Vittel)

Au dîner :

1 bouillon de légumes;
1 plat de pommes de terre 300 g cuites, salées, cuites à l'eau, servies avec un morceau de beurre frais (15g);
1 salade verte, à l'huile et au citron avec un oeuf dur ou mollet;
2 tranches de pain;
1 ou 2 fruits mûrs et des abricots ou raisins secs (ou des pruneaux cuits si le sujet présente une tendance à la constipation après les compétitions) ou des dattes.

Au coucher

1/2 litre de lait écrémé

Le lendemain au petit-déjeuner

1 tasse de thé léger ou de café noir léger sucré (2 ou 3 morceaux) pain 60 g ou 4 biscottes avec confiture ou miel

Dans la matinée :

1/ 4 de litre d'un mélange à parties égales d'eau et de jus de fruits frais

au repas de midi

1 légume cru, salé, à l'huile et au citron;
1 plat de pâtes ou riz + beurre+ fromage râpé;
1 ou 2 tranches de pain;
1 ou 2 fruits crus mûrs;
1 verre de vin léger (facultatif)

POIDS ET ACTIVITES PHYSIQUES

Mr. Denis RICHE

Les instances médicales, convaincues de l'intérêt de la pratique sportive dans une perspective de prévention des maladies cardio-vasculaires, planchent régulièrement afin de définir le niveau d'activité optimale exerçant un rôle protecteur. Leur approche prend en compte notre mode de vie de plus en plus sédentaire. Or, au cours de notre évolution nous avons acquis un incroyable bagage génétique, hérité de nos ancêtres préhistoriques, qui nous prédispose à accomplir l'Ironman d'Hawaii chaque année. C'est du moins ce qui ressort d'une récente analyse (4).

VINGT FOIS MOINS QU'IL Y A 40 ANS...

Comme beaucoup l'ont souligné, l'entrée dans l'ère industrielle, à l'origine de changements de société majeurs dont la sédentarité et l'élévation du niveau de vie ne sont pas les moindres, a conduit un nombre croissant de scientifiques à s'interroger sur l'impact bénéfique de l'activité physique. L'approche épidémiologique méthodique de Ralph PAFFENBARGER (11, 12), s'appuyant sur des études conduites auprès de dockers ou d'anciens étudiants de Harvard observés avec le recul d'une demi-vie, ont à l'époque révélé des données frappantes. Ainsi y a-t-on appris que le risque d'une première attaque cardiaque diminuait de moitié si ces sujets dépensaient 9500 calories par semaine sous forme d'activité physique, sportive ou d'ordre professionnel. En ne considérant que la dépense occasionnée par celle liée au loisir, qui offre la double particularité d'être mieux codifiée et de solliciter l'organisme à la fois en durée et en intensité, le chiffre-clé était alors de 3000 calories par semaine, ce qui pour un joggeur de 70 kg représente pas moins de 45 km de course par semaine. Trois fois moindre que la précédente s'agit-il d'une recommandation minimale plus réaliste? Gardons à l'esprit que même chez les plus sportifs d'entre eux la dépense calorique due aux tâches professionnelles dépassait de loin celle qu'on peut mesurer aujourd'hui. Ainsi, chez l'homme-type des pays occidentaux, le métabolisme de repos représente désormais 70% de la dépense énergétique quotidienne totale (contre 5 à 10% pour l'extra-chaaleur), le reste correspondant à l'activité physique, qui se résume alors souvent à la marche dans les parkings pour se rendre aux véhicules ou à la séance de tondeuse à gazon du week-end (4). Ces 9500 calories hebdomadaires supplémentaires, en tout cas, ont à une époque fait office de référence. Pour un athlète de 70 km, cette valeur équivaut à 135 km de course à pied... activité que bon nombre de nos concitoyens jugeraient totalement irréalisable et surhumaine. A cet égard, l'évolution des recommandations s'avère très instructive. En 1995, l'*American College of Sports Medicine* (ACSM), lors d'une réunion de consensus, conseille à ceux qui désirent améliorer leurs performances athlétiques, une activité minimale de 3 à 5 séances par semaine, effectuées en continu à une intensité de 50 à 85% de VO2 Max, et sur une durée de 20 à 60 mn (4). L'une des clefs était que si l'intensité se situait à un niveau élevée, la durée pouvait être réduite. Plus d'un physiologiste et moult entraîneurs collaborant avec l'élite trouveront ces chiffres irréalistes, en particulier en ce qui concerne l'intensité préconisée aux compétiteurs. Par contre, dès lors qu'il s'agissait de promouvoir un état de santé optimal moins d'efforts pouvaient convenir, puisqu'il suffisait d'effectuer 30 mn d'activité par jour, pas forcément en continu, la marche se voyant ainsi conseillée. Dans ce cadre, les chiens et les boulangers peuvent alors jouer un rôle prépondérant pour la santé de notre population. Une étude plus récente, menée à l'instigation du docteur CHAE et poursuivie pendant 12 ans, a évalué les habitudes de plus de 22.000 médecins, afin de mesurer l'impact de l'activité sur leur santé cardio-vasculaire (7). Elle en a tiré la conclusion suivante : "*La durée n'a pas un effet majeur, on ne relève aucun bénéfice accru chez ceux qui effectuent un exercice pendant 11 à 24 mn comparativement à ceux qui accomplissent des sessions plus longues. Notre étude suggère, poursuit-elle, que l'accomplissement de sessions d'exercice soutenues de 11 à 24 mn une à deux fois par semaine peut exercer un effet préventif significatif.*" Même si en faisant du sport

plus souvent on accroît le bénéfice, ce travail suggère en tout cas qu'en dépensant 200 calories deux fois par semaine on protège efficacement ses artères. Comparons ces chiffres à ceux avancés par PAFFENBARGER : En l'espace d'une génération, on est passé de 9500 calories par semaine à 400, ce qui correspond à une réduction d'un facteur 20. A ce rythme, nos petits-enfants pourront se contenter de deux fois une mn par semaine! En révisant sans cesse à la baisse les conseils, alors même qu'on se dirige vers une société où chacun pourra consacrer plus de temps aux loisirs, on peut se demander si on va vraiment dans le bon sens. La récente publication de CORDAIN prend radicalement le contre-pied de ce consensus mou...

NOS ANCÊTRES LES NEENDERTHALIENS...

Pour lui, le raisonnement qui prévaut est faussé. En effet, il s'appuie uniquement des observations tirées des salles de sport, des stades ou des laboratoires, mais néglige l'influence majeure de la sélection opérée au cours de l'évolution. Il a donc publié un article examinant la façon dont cette évolution a façonné les potentialités athlétiques de l'Homme. Pour cela, il s'est appuyé sur le meilleur modèle disponible de l'activité de nos ancêtres, bien qu'on le sache imparfait, celui des chasseurs- cueilleurs qu'on a récemment étudiés. Pratiquement tous les écrits médicaux se posant la question de l'entraînement optimal pour un bon état de santé, envisagent celui-ci sous l'angle de la fréquence, de l'intensité, de la durée et du mode d'exercice, se référant à des mécanismes "immédiats" (c'est-à-dire intervenant au bout d'un délai de quelques mois) reliant l'exercice à la santé et à la forme (6). Cependant, si le mode de vie choisi, le développement et la diversité génétique (3) expliquent la grande variabilité des aptitudes physiques, le potentiel humain est génétiquement déterminé. Autrement dit, nos limites sont inscrites dans nos gènes, et ceux-ci sont modelés par l'histoire de notre espèce, à l'échelle de laquelle la civilisation industrielle contemporaine est ridiculement mince. Comme toutes les espèces, nos ancêtres ont développé des aptitudes physiques et des limitations qui lui sont propres, et ce pendant 2 millions d'années, jusqu'à l'apparition de l'agriculture il y a à peine 10 000 ans. Tout au long de cette période, ce furent des "chasseurs- cueilleurs" dont les contraintes physiologiques et environnementales ont modelé et sélectionné notre patrimoine génétique, d'où l'idée de s'intéresser à leur mode de vie dont on sait désormais beaucoup de choses.

Même si, sur le plan anatomique, l'Homme "moderne" est apparu il y a à peu près 100 000 ans, un véritable comportement d'homme "intelligent" ne remonterait, d'après les relevés fossiles, qu'à 50 000 ans. Des comparaisons de l'ADN mitochondrial de divers groupes ethniques indiquent que la constitution génétique de l'homme contemporain a relativement peu changé ces 50 derniers millénaires en dépit des énormes transformations sociales liées à l'agriculture et à l'industrialisation (18, 20). De ce fait, la relation entre la dépense calorique et l'activité motrice est toujours celle qui a été sélectionnée originellement dans cet environnement.

La vie moderne se caractérise par une très nette diminution de notre activité quotidienne, en tout cas nettement en-dessous celle qui était accomplie lorsque le génome humain actuel fut sélectionné. De surcroît, l'exercice physique aujourd'hui, pour la plupart des individus, est devenue une activité séparée des autres tâches de la journée. A l'inverse, à l'époque préhistorique et tout au long de l'Histoire, elle a constitué un aspect intégral, obligatoire de l'existence de nos ancêtres : chasser, cueillir, porter, creuser, échapper aux prédateurs dépendaient exclusivement de la forme et des aptitudes physiques des individus. La survivance jusqu'à nos jours de certaines "niches" ethnologiques, telles que les Inuits du Canada (14), nous offre de précieuses informations sur la façon dont nos ancêtres pré-

agricoles se dépensaient, et plus encore sur le niveau d'activité pour lequel notre espèce est génétiquement constituée.

ENCADRE : NOS AMIS LES BIPEDES.

Le passage de l'Homme à la station verticale a eu un profond impact sur les caractéristiques physiques et le potentiel athlétique des descendants des Australopithèques, y compris nous-mêmes. La première espèce qui s'apparente à nous, "Homo habilis", disposait d'un plus gros cerveau et constitua certainement le premier hominidé à fabriquer des engins de pierre. Cette évolution lui a sans doute permis de tirer davantage de nourriture de sa chasse et de ses cueillettes et de là, grâce à cette disponibilité alimentaire accrue, a vraisemblablement joué un rôle majeur dans l'acquisition d'aptitudes cérébrales plus importantes (1). Le statut de bipède a favorisé une meilleure nutrition du cerveau. En effet, lorsqu'il court l'Homme, à l'égal des autres primates, dépense certes deux fois plus d'énergie que les autres mammifères (17) mais à l'inverse, lorsqu'il marche, il se montre bien plus économe que les quadrupèdes, ce qui lui permet d'économiser une précieuse énergie. Or l'évolution vers un cerveau plus développé, et plus actif sur le plan métabolique, nécessite un afflux d'énergie plus important vers ce tissu. D'ailleurs, les humains consacrent 20 à 25% de leur métabolisme de repos à ce seul organe, contre seulement 8% pour les primates non humains et 3 à 4% pour les autres mammifères. Simultanément, les besoins de certains sites anatomiques, tels que le tube digestif, ont déchu.

L'ENTREE DANS LA VIE INACTIVE :

Les informations précises recueillies à ce propos nous révèlent que les activités physiques de nos ancêtres, à l'époque du Paléolithique, suivaient un rythme hebdomadaire bien particulier ; les hommes chassaient d'un à quatre jours non consécutifs par semaine, avec des journées de repos intercalées, alors que les femmes s'adonnaient à la cueillette de végétaux tous les 2-3 jours. Là ne s'arrêtaient pas leurs occupations : il leur fallait aussi fabriquer des outils, surveiller les enfants, dont le périmètre de jeu était très important et dont estime que lors de leurs deux premières années ils étaient portés sur pas moins de 1500 km. S'y ajoutait encore la découpe du gibier, la préparation des vêtements, le transport de l'eau, celui du bois pour le feu, et le déplacement des camps. Enfin les danses, qui n'avaient rien de slows langoureux, constituaient la principale activité récréative, plusieurs heures par nuit, plusieurs nuits par semaine, ce qui fera certainement regretter à quelques-uns de ne pas être nés à cette époque! Quoiqu'il en soit, tout ceci représentait une sacrée dépense calorifique, qu'on sait relativement bien estimer. A titre d'illustration, on considère que les Occidentaux ont actuellement une dépense énergétique journalière totale qui équivaut simplement au métabolisme de repos des hommes préhistoriques. Cette nette réduction de la dépense explique sans doute l'augmentation de l'adiposité et la perte de masse musculaire associées à la sédentarité actuelle. Pour mieux caractériser cette tendance à l'oisiveté générale, considérez ce qui suit : pour qu'un Américain moyen arrive à approcher la dépense énergétique totale des cueilleurs-chasseurs, il devrait ajouter quotidiennement 17 calories par kg et par jour. Ceci correspond à l'accomplissement de 17 km de course ou de 24 de marche chaque jour.

Pour la première fois dans toute l'Histoire de l'humanité, nous vivons dans une société où ne sommes plus en mesure de nous confronter aux limites ultimes de notre patrimoine génétique, on subit même une sorte de "désadaptation" désastreuse, très voisine de celle rencontrée par les champions au moment de leur retraite sportive. A cet égard, le phénomène "Inuit" nous fournit de précieuses informations. Un groupe de scientifiques a décidé à la fin des années 60,

de se livrer, tous les 10 ans pendant 30 ans, à une évaluation systématique des aptitudes physiques d'un groupe à la fois important et représentatif de cette ethnie (14). Trois séries de mesures furent ainsi obtenues, en 1970, puis en 80 et en 90. Entretemps, la civilisation est arrivée à eux, les soumettant à une sédentarisation et à une occidentalisation radicales dont on a pu mesurer les conséquences catastrophiques (voir le tableau). L'arrivée généralisée des motoneiges, du mobilier de cuisine et du chauffage central s'est accompagnée, en l'espace de deux décennies, d'une prise de masse grasse, d'une diminution de la force et d'une chute de VO2 Max. La supériorité qu'ils manifestaient par rapport aux Américains, en 1970, sur le plan physique, est déjà bien moins évidente en 1990, même si un petit écart subsiste encore. On peut penser que le même phénomène ayant touché les populations occidentales avec l'avènement du monde industriel, il est fort possible que les recommandations actuelles, concernant le niveau d'activité physique souhaitable, soit une sorte de consensus mou imposé par l'indolence ambiante. CORDAIN n'hésite en tout cas pas à écrire : *"D'un point de vue évolutionniste, c'est le mode de vie sédentaire des pays riches de l'époque contemporaine qui constitue un extrême, pas celui qui a prévalu pour l'Homme depuis nos origines jusqu'à l'ère industrielle."* L'essor de sports extrêmes comme le triathlon constituerait alors une sorte de retour aux sources...

TABLEAU : Evolution des aptitudes physiologiques des Inuits entre 1970 et 1990 (14) .

Variables et âge des sujets Hommes

Puissance maximale aérobie moyenne (ml.mn.kg)	69/70	79/80	89/90
20-29 ans	58.4	53.2	51.1
30-39 ans	55.5	47.6	46.0
40-49 ans	51.6	45.1	41.5
50-59 ans	41.6	38.6	35.2
60-69 ans	37.9	34.7	33.9

On note que les quadragénaires de 1970 possédaient, en moyenne, une VO2 Max supérieure à celle mesurée en 1990 chez les représentants de la tranche d'âge 20-29 ans. Chez ces individus colonisés, la diminution de la puissance maximale aérobie liée à ce changement sociologique dépasse de loin la baisse inéluctable imputable à l'âge. Le même constat peut être établi à partir des chiffres relevés chez les femmes (non représentés ici).

UNE AFFAIRE D'ADAPTATION AU NEANT :

On a vu que, si on se réfère aux recommandations de l'ACSM, il suffit d'effectuer 30 mn de marche à 5 km/h afin de rester en bonne santé. Cette activité correspond, pour un individu "standart" de 70 kg, à une dépense de 150 kcal, qui s'ajoutent aux 615 calories dont on considère qu'elles représentent une bonne estimation du coût de l'ensemble des activités ménagères et modérées de la journée (4). Ce total représente alors une dépense de l'ordre de 11 kcal/kg.j, ce qui reste bien en-deçà des estimations proposées pour certaines ethnies comme les Ache (20 kcal/kg.j), et sans doute aussi de la dépense

journalière de nos ancêtres de l'Âge de Pierre, qui a fortement façonné notre patrimoine héréditaire.

Les chiffres plus élevés proposés par PAFFENBARGER, dans le cadre de ses travaux sur les dockers, font état d'une dépense de 9000 calories par semaine, chiffre englobant l'activité professionnelle et le sport. Pour notre homme de 70 kg, ces données représentent 137 kcal/kg par semaine (25 km de course par jour), ce qui correspond exactement aux chiffres avancés pour les ethnies de chasseurs-cueilleurs (4). Troublant, non?

Un point essentiel, toutefois, distingue le mode d'exercice de nos ancêtres du nôtre : Si on se réfère aux critères modernes d'entraînement, il manque l'efficacité, dans le sens où on l'entend aujourd'hui. L'essentiel du travail fourni par les hommes préhistoriques consistait en effet en un très gros volume d'exercices effectués à faible intensité, pour employer la terminologie en vigueur. Or, on sait bien qu'on ne devient pas forcément mieux adapté à l'effort en se contentant d'exercices à faible allure. On peut donc considérer que le bénéfice retiré du sport peut être comparable si on accroît l'intensité des exercices et qu'on y consacre moins de temps (voir l'encadré). On peut également s'attendre à en tirer encore plus de bénéfice si on greffe à ce gros travail de volume des séances plus intensives, même si "l'entraînabilité" des sujets, c'est-à-dire leur aptitude à répondre à l'entraînement par une progression des performances, varie beaucoup d'un sujet à l'autre selon leur patrimoine génétique (3). Les plus "entraînables" auraient ainsi été sélectionnés au cours de l'évolution. La modélisation de l'entraînement, s'appuyant sur cette approche évolutionniste, permet de comprendre que certaines grosses charges d'entraînement administrées aux triathlètes ou aux coureurs de grand fond semble être bien tolérées. Reprenant une étude ayant dressé les caractéristiques de concurrents américains de l'Ironman d'Hawaii, très bien détaillées dans un ancien article (5), nous avons estimé, grâce aux tables d'équivalence d'activité (13), qu'ils dépensaient près de 280 kcal/kg.semaine. Un calcul similaire, mené sur des données tirées d'une publication consacrée à un groupe d'ultramarathoniens, révèle une dépense moyenne, en période d'entraînement, située à 200 kcal/kg.semaine (9). C'est donc plus que pour les chasseurs de mammoths. Avec le recul conféré par une quinzaine d'années d'observations, il ressort que les adeptes des triatlons "longue distance", popularisés par des épreuves comme Nice ou Hawaii ne présentent pas, contrairement à ce qu'on craignait pour eux, de signes de traumatismes ou d'inadaptation à leur activité. Les marqueurs biologiques relevés chez eux laissent même à penser qu'ils sont plutôt bien adaptés à leur régime de forçat (10) et que la mort prochaine qu'on leur prédisait aux premiers temps de cette discipline, n'était pas plus fondée que les craintes énoncées à l'encontre des marathoniennes lorsqu'elles vinrent s'essayer sur les 42 km (10'). Conclusion? Respectez bien les principes de "progressivité", d'"alternance", sachez vous reposer, mais faites autant de sport que vous le voulez : Aucun travail ne vient suggérer qu'une telle débauche d'énergie, tant qu'elle ne s'appuie pas sur l'usage de produits illicites, puisse précipiter votre mort. Beaucoup d'entre nous seront de toute façon fatigués bien avant d'avoir brûlé de cette manière 9500 calories dans la semaine. Et si tel n'est pas le cas, il vous reste encore la possibilité de chasser, de tailler des silex et de passer des nuits entières à danser en cercle. Mais n'oubliez pas de prévenir la police!

LE TIERCE DE LA FORME.

Une étude publiée en 1986, synthétisant les multiples travaux consacrés à l'entraînement (19), a permis de caractériser les impacts respectifs de l'intensité, de la durée, de la fréquence des exercices au cours de la semaine, ainsi que celui du niveau initial du pratiquant. Il a fait appel à un traitement statistique complexe, par lequel on fixait un des paramètres en faisant varier les autres tour à tour. On regardait par exemple, pour une durée de séance donnée, quelle intensité améliorerait le plus les performances. On reproduisait la procédure avec la fréquence des sessions d'entraînement. Cette approche a permis de traduire en courbes très parlantes la multitude de chiffres introduits dans cette analyse (voir ci-contre). Il en est ressorti de surcroît des informations aux impacts pratiques énormes. Lesquelles? Les effets les plus nets s'observent lorsqu'on emploie des intensités élevées. Ainsi, un exercice de plus de 35 mn effectué à une intensité intermédiaire produit le même effet qu'une séquence plus intense mais plus brève. Le gain maximal s'observe avec des intensités comprises entre 90 et 100% de VO2 Max. On note aussi que la fréquence constitue le second paramètre significatif, les passages de 3 à 4 séances hebdomadaires, puis de 5 à 6 s'accompagnant des améliorations les plus nettes, à intensité moyenne égale. Le volume, par contre, n'exerce pas d'effet majeur tant qu'il reste dans la moyenne.

Reste à discuter la spécificité de l'activité : Si l'objectif de la pratique se situe au niveau de la compétition, il convient de privilégier la forme d'exercice qui y correspond. Par contre, si on pratique le sport pour rester en bonne santé, tout exercice convient, pourvu qu'on sollicite suffisamment l'organisme. Et à cet égard, les chiffres de l'ACSM représentent vraiment le "minimum syndical".

BIBLIOGRAPHIE :

- (1) : AIELLO L, WHEELER P (1995) : *Current.Anthropol.*, 36 : 199-221.
- (2) : BLAIR S, KOHL H & coll (1992) : *Ann.Rev.Publ.Health*, 13 : 99-126.
- (3) : BOUCHARD C, BOULAY M & Coll (1988) : *Sports Med.*, 5 : 69-73.
- (4) : CORDAIN L, GOTSHALL R & Coll (1998) : *Int.J.Sports Med.*, 19 : 328-35.
- (5) : HOLLY R, BARNARD A & Coll (1986) : *Med.Sci.Sports Exerc.*, 18 (1) : 123-7.
- (6) : KATCH F, Mc ARDLE W (1985) : "*Nutrition, masse corporelle et activité physique.*", Vigot Ed., 278 p.
- (7) : KRUCOFF C (1997) : *Intern. Herald Tribune*, Dec.18 : 11.
- (8) : LEONARD W, ROBERTSON M (1992) : *Am.J.Hum.Biol.*, 4 : 179-95.
- (9) : LUDBROOK C, CLARK D (1992) : *Nutr.Res.*, 12 : 689-99.
- (10) : MARGARITIS I (1998) : IIIème rencontre médicale de triathlon, 6/6/98, Balaruc les Bains.
- (10') : NOAKES T (1994) : "*Lore of running*", Oxford Univ. Press : 804 p.
- (11) : PAFFENBARGER R, WING A (1983) : *Am.J.Epidemiol.*, 117 : 245-57.
- (12) : PAFFENBARGER R, HYDE R (1984) : *Clin.Sports Med.*, 3 : 297-308.

- (13) : RICHE D(0998) : "*Guide nutritionnel des sports d'endurance*", Vigot Ed. : 367 p.
- (14) : RODE A, SHEPHARD R (1994) : *Eur.Appl.Physiol.*, 69 : 516-24.
- (15) : RODMAN P, Mc HENRY H (1980) : *Am.J.Physiol. Anthropol.*, 52 : 103-6.
- (16) : TANAKA H (1994) : *Sports Med.*, 18 (5) : 330-9.
- (17) : TAYLOR C, HEGLUND N & Coll (1982) : *J.Exp.Biol.*, 97 : 1-21.
- (18) : VIGILANT L, STONEKING M & Coll (1991) : *Science*, 253 : 1530-7.
- (19) : WENGER H, BELL G (1986) : *Sports Med.*, 3 : 346-56.
- (20) : WILSON A, CANN R (1992) : *Sci.Am.*, 266 : 68-73.

[ACCUEIL](#)

[ADHERER A L'AEMED](#)

[LA REVUE](#)