



**HAL**  
open science

## Alimentation de l'effort : conséquences d'erreurs alimentaires chez le sportif

Lino Tricoli

► **To cite this version:**

Lino Tricoli. Alimentation de l'effort : conséquences d'erreurs alimentaires chez le sportif. Sciences pharmaceutiques. 1993. dumas-02882384

**HAL Id: dumas-02882384**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02882384>**

Submitted on 26 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)

*L. esquiviani*

Université Joseph FOURIER  
GRENOBLE I - Sciences Technologie Médecine

U.F.R DE PHARMACIE  
-----  
Domaine de la Merci - La Tronche  
-----

ANNÉE : 1993

N° D'ORDRE: 7038

TITRE DE LA THESE

- Alimentation de l'effort
- Conséquences d'erreurs alimentaires chez le sportif

THESE

Présentée à l'Université Joseph FOURIER - GRENOBLE I  
pour obtenir le grade de : DOCTEUR EN PHARMACIE.

Par

M. : TRICOLI Lino

[Données à caractère personnel]

Cette thèse sera soutenue publiquement le 30/09/93

Devant M. (Mme) le Professeur J. ROCHAT, Président du Jury

et

Mme le professeur A.M. ROUSSEL

M. Eric GILLIO , pharmacien .



115 013099 8

Remerciements à:

Mr. J. ROCHAT, président du jury

Mme A.M. ROUSSEL, qui m'a beaucoup aidé à la réalisation  
de ce travail

Eric

ma famille

tous mes amis

Catherine...

## INTRODUCTION

Il y a vingt-cinq ans, le régime des athlètes était souvent aberrant: hyperprotidique ou à base de morceaux de sucres. Certains se privaient de petit-déjeuner le jour de la compétition, ne prenaient aucun liquide pendant l'épreuve et mangeaient très peu après. Les défaillances, les coups-de-barre et les passages à vide étaient fréquents. Actuellement, le sport est au goût du jour, sa pratique s'intensifie et parallèlement, on voit fleurir une pléthore de "produits diététiques de l'effort", plus ou moins adaptés d'ailleurs, sur lesquels se jettent les consommateurs afin d'améliorer leurs performances. Ceci donne lieu à des erreurs nutritionnelles encore nombreuses aujourd'hui, engendrant différents troubles (crampes, fringales, soif intense ou baisse de tonus). Ces troubles peuvent être prévenus par une alimentation adéquate ou tout au moins par une certaine hygiène alimentaire qui, si elle n'améliore pas directement la performance, peut éviter la contre-performance et donner une certaine efficacité à l'athlète. Certes, les besoins nutritionnels seront différents selon les individus, selon les conditions, selon le sport pratiqué. Il est cependant important de rappeler les principes de base utiles à tous et nous allons essayer de le faire ici en définissant dans un premier temps les besoins énergétiques et nutritionnels du sportif. Ensuite, nous verrons que l'effort chez le sportif nécessite une alimentation bien spécifique et que ce dernier dispose d'une "panoplie" de produits diététiques. Enfin, nous montrerons qu'un manque de rigueur au niveau alimentaire peut être à l'origine de certains états de méforme et par conséquent de bien des contre-performances.

PLAN

PREMIERE PARTIE:besoins nutritionnels du sportif	p.6
I-Besoins énergétiques et plastiques	p.7
I-1-Le besoin énergétique	p.7
I-2-Le besoin plastique	p.7
II-Besoins en glucides	p.8
III-Besoins en lipides	p.9
III-I-Place des lipides à l'effort	p.10
III-2-Constataions biochimiques	p.11
IV-Besoins en protides	p.14
IV-1-Le besoin minimum	p.14
IV-2-Place des protides à l'effort	p.14
V-Les vitamines	p.14
V-1-Vitamines à activité analeptique	p.16
V-1-1-Vitamines du groupe B	p.16
V-1-2-Vitamine C	p.18
V-2-Les autres vitamines	p.18
VI-Les éléments minéraux	p.22
VI-1-Sodium et potassium	p.22
VI-2-Le magnésium	p.23
VI-3-Calcium et phosphore	p.24
VI-4-Le fer	p.24
VI-5-Le soufre	p.25
VI-6-Les oligo-éléments	p.25
VII-Les besoins hydriques	p.27
VII-1-Apport hydrique et effort	p.27
VII-2-Les boissons	p.28
DEUXIEME PARTIE:alimentation de l'effort et produits "spéciaux" de l'effort	p.30
I-Alimentation de l'effort	p.31
I-1-Ration d'entraînement	p.31
I-1-1-Comment appliquer le 42I GPL?	p.31
I-1-2-Variation de la ration d'entraînement	p.33
I-1-3-Exemples de ration d'entraînement	p.33

I-1-4-Le régime dissocié scandinave	p.34
I-2-Ration de compétition	p.35
I-3-Ration de récupération	p.37
II-Produits diététiques "spéciaux" de l'effort	p;39
II-1-Réglementation	p.39
II-2-Formes commercialisées	p.42
II-2-1-Produits équilibrés de l'effort	p.42
II-2-2-Produits à prédominance glucidolipidique	p.42
II-2-3-Produits à prédominance protidique	pp.46
II-2-4-Produits d'apport vitaminique	p.46
II-2-5-Produits divers	p;47
II-2-6-Produits homéopathiques et phytothé- -piques	p.48
II-2-7-Le sélénium	p.49
III-Applications aux différents sports	p.5I
III-1-Activités physiques de courte durée	p.5I
III-2-Activités physiques de moyenne durée	p.52
III-3-Activités physiques de longue durée	p.53
 TROISIEME PARTIE:conséquences d'erreurs alimentaires chez le sportif	 p.56
 I-Glucides et fatigabilité	 p.57
II-Troubles digestifs	p.6I
II-1-Les troubles oeso-gastriques	p.6I
II-2-Les troubles hépato-vésiculaires	p.62
II-3-Les troubles intestinaux	p.63
III-Troubles osseux,musculaires,tendineux	p.64
III-1-Les crampes	p.64
III-2-Les fractures	p.65
III-3-Accidents musculo-tendineux	p.65
IV-Troubles métaboliques	p.66
IV-1-Hyperuricémie	p.66
IV-2-Excès pondéral	p.67
V-Effets d'une consommation réduite de vitamines sur la performance physique	 p.67
V-1-Déficit en vitamine B <sub>I</sub>	p.68
V-2-Déficit en vitamine B <sub>2</sub>	p.69

V-3-Déficit en vitamine C	p.69
V-4-Déficit en vitamine A	p.71
V-5-Déficit en vitamine PP	p.71
VI-Effets d'un déficit en oligo-éléments	p.72
VI-1-Déficit en fer	p.72
VI-2-Autres oligo-éléments	p.77
VI-2-1-Le zinc	p.77
VI-2-2-Le cuivre	p.78
VI-3-Equilibre hydroélectrique et minéral	p.79
VI-3-1-Importance d'un bon équilibre hydrique	p.79
VI-3-2-Sodium et potassium	p.80
VI-3-3-Magnésium et calcium	p.82

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE



Première partie:

-BESOINS NUTRITIONNELS DU SPORTIF-

-I-BESOINS ENERGETIQUES ET PLASTIQUES (I) (2)I-1-Lebesoin énergétique:

L'organisme doit fournir l'énergie pour le métabolisme de base (variable suivant l'âge et le sexe) pour la thermorégulation, importante chez les sportifs qui ont à lutter contre le froid (ski, alpinisme, spéléologie) ou contre la chaleur (compétitions athlétiques estivales) et bien sûr pour l'effort musculaire spécifique à chaque sport.

Si le métabolisme de base peut être calculé avec une certaine rigueur (il est en moyenne de 1500 Kcal chez l'homme et de 1000 Kcal chez la femme), les besoins musculaires et de thermorégulation échappent à des mesures précises. Ramenée à l'échantillon individuel, la dépense calorique correspond à la ration qui maintient le poids stable sachant que si la ration est supérieure à la dépense, le sujet engraisse; si elle est inférieure, le sujet maigrit.

I-2-Le besoin plastique:

Après une compétition, l'organisme montre des signes d'usure (sueur, urines, selles qui éliminent les déchets, il est donc nécessaire qu'il répare ou remplace ses tissus. C'est ce que l'on appelle "le besoin plastique qualitatif". Ce besoin fait appel à l'alimentation, les éléments plastiques étant les vitamines, les minéraux, l'eau et les protéines. Ces éléments fonctionnels jouent un rôle vital dans l'économie de l'organisme.

Il ne faut pas oublier d'évoquer une règle fondamentale en diététique: la règle de "l'équilibre des aliments entre eux" concrétisée par les proportions suivantes:

-Glucides: 55%

-Lipides: 30%

-Protides: 15%

avec  $\frac{\text{calories des sucres raffinés}}{\text{calories totales}}$  inférieur à 1/10

$\frac{\text{protéines animales}}{\text{protéines végétales}}$  supérieur ou égal à 1.

et  $\frac{\text{lipides animaux}}{\text{lipides végétaux}}$  inférieur à 3/5.

D'autre part, l'énergie nécessaire à la contraction musculaire est fournie par la dégradation d'un composé cellulaire riche en énergie: l'ATP en ADP, dégradation qui libère 8 calories pour chaque molécule.

Mais la réserve d'ATP chez l'homme est très faible au regard du besoin important lors de l'exercice et ne peut assurer la couverture énergétique que durant quelques secondes. La retransformation de l'ADP en ATP se fait grâce à la créatine phosphate pourvoyeuse de liaisons phosphoriques riches en énergie; cette réserve énergétique ne peut se constituer qu'à partir des nutriments qui interviennent à des titres très divers.

Explicitons maintenant le rôle des glucides, lipides, protides, sels minéraux et vitamines dans l'alimentation du sportif.

## II-BESOINS EN GLUCIDES

Les glucides ont surtout un rôle énergétique car ils couvrent au moins 50% de la ration calorique totale et constituent un aliment intéressant de l'effort car, par l'intermédiaire du glycogène et de l'ATP, ils permettent la libération de l'énergie nécessaire à la contraction musculaire.

Le glucose est la forme ultime et la plus simple du catabolisme glucidique, il peut être stocké par l'organisme, soit sous forme de glycogène hépatique ou musculaire, soit sous forme de lipides. Mais le caractère limité de ces réserves en glucides sous forme de glycogène (200-300g) va obliger le sportif à avoir une alimentation suffisamment riche en glucides (pour constituer ses réserves) afin de pouvoir les utiliser pendant l'effort et ensuite les reconstituer.

L'exercice physique provoque une augmentation importante de la captation et de la consommation de glucose par le muscle (de 7 à 20 fois le besoin de base). Schématiquement, il sera fourni par le glycogène du muscle en activité pendant les dix premières minutes de l'effort, puis le relais sera pris par le glucose sanguin d'origine hépatique (c'est ce que l'on appelle la glycogénolyse).



Il faudra donc veiller à alimenter en permanence le moteur en carburant: tous les glucides se transforment en glucose, ils vont donc représenter le carburant principal (le super en quelques sortes) des sportifs, carburant qui sera utilisé dans les efforts intensifs car c'est une énergie rapidement mobilisable.

Ce qui fera la différence entre les aliments riches en glucides c'est la façon dont ils vont être digérés c'est-à-dire leur vitesse d'absorption.

Certains se transforment en glucose très rapidement; d'autres plus lentement, sous l'effet d'hydrolyses, puis d'enzymes ou de bactéries tout au long de la digestion.

Les glucides d'absorption lente devront constituer l'essentiel de la ration glucidique du sportif avant et après l'effort.

Pendant l'effort, l'apport (si apport il y a) se fera avec des sucres d'absorption rapide.

Il faudra ainsi adapter la ration glucidique à la pratique sportive.

### III-BESOINS EN LIPIDES

L'apport lipidique devant couvrir environ 30% de l'apport calorique total doit représenter à peu près 120g pour une ration de 3500 calories.

Il aura deux sources:

- pour 50% des corps gras contenus dans divers aliments (viande, oeufs, fromage, lait...)

- pour 50% des corps gras d'assaisonnement (huile, beurre, margarine).

Ce qui revient à dire (et c'est ce que préconisent A.F CREFF et L. BERARD) que la ration de corps gras usuels du sportif est largement suffisante quand elle est assurée par la valeur de deux cuillères à soupe de beurre et d'une demie d'huile et d'une et demie de margarine.

Répartie de cette façon, la ration lipidique apporte:

- 1/3 d'acides gras saturés (acide palmitique, stéarique)
- 1/3 d'acides gras mono-insaturés (acide oléique)
- 1/3 d'acides gras poly-insaturés (acide linoléique, linoléique, arachidonique)

### III-1-Place des lipides à l'effort:

Les lipides vont être un carburant non négligeable dans l'effort physique: ce sont eux qui seront utilisés dans les épreuves d'endurance en aérobiose.

En dehors de leur rôle énergétique considérable, les graisses jouent un rôle structurel important notamment au niveau du système nerveux. Ils sont porteurs de vitamines (vitamines liposolubles).

De plus on remarque que : un gramme de lipides fournit 9Kcal ou 37,6Kjoules alors que un gramme de glucides ou de protides ne fournit que 4 Kcal ou 16 Kjoules.

Les besoins en lipides sont fonction de notre âge, de nos activités physiques, du climat dans lequel nous vivons. Le muscle au travail consomme des lipides (57% des nutriments du muscle cardiaque sont des lipides).

Lors de l'effort physique, le métabolisme musculaire fait appel aux lipides essentiellement sous la forme d'acides gras libres provenant de la dégradation des triglycérides. Cette utilisation métabolique sera fonction à la fois de la durée et de l'intensité de l'exercice: lorsque l'intensité s'accroît, la contribution des lipides à l'apport d'énergie diminue, alors c'est la dégradation du glucose et du glycogène musculaire qui fournit la quasi-totalité de l'énergie.

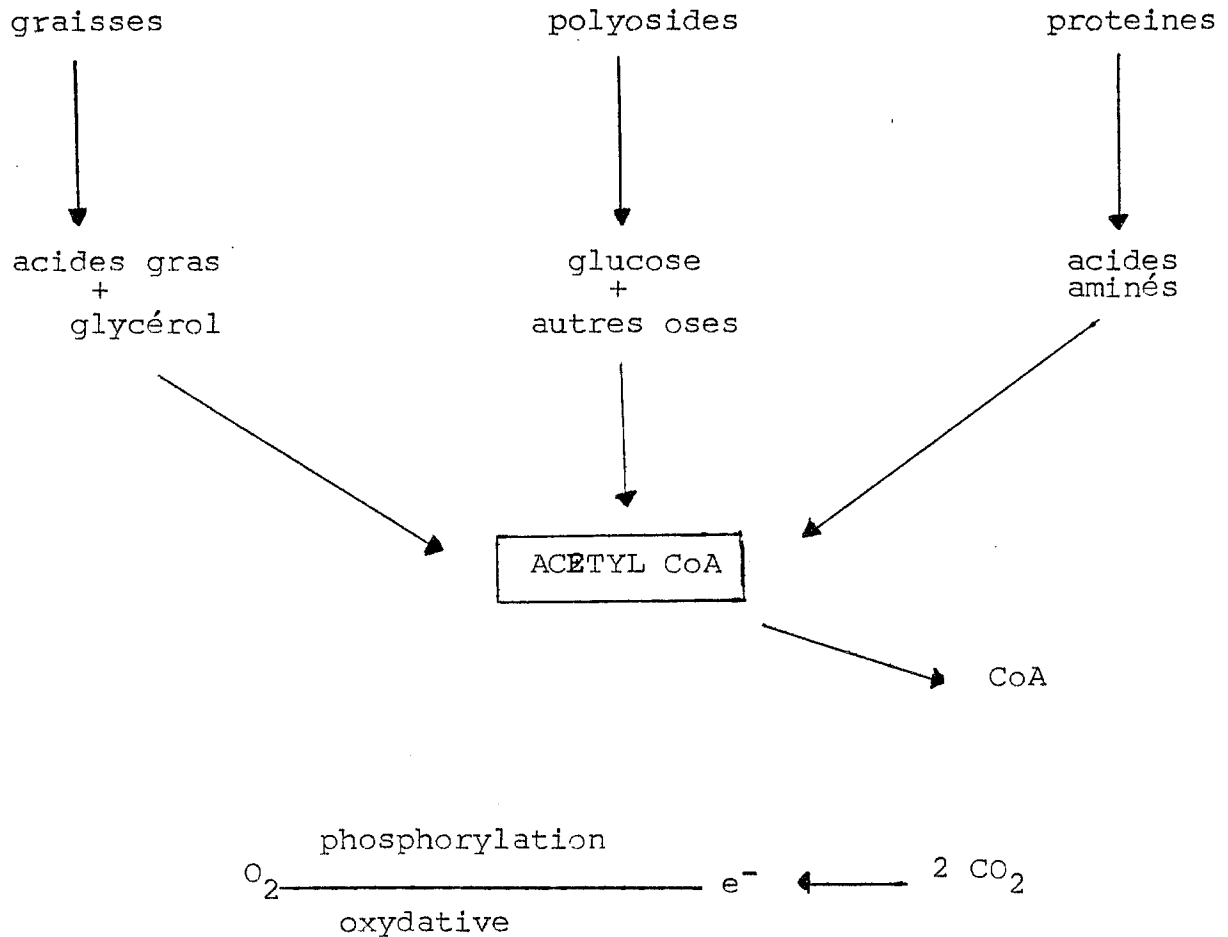
L'épuisement du glycogène musculaire étant considéré comme un facteur limitant de l'endurance, l'utilisation des acides gras libres comme substrat énergétique de remplacement permettra au muscle d'économiser ses réserves en glycogène et réduira le risque d'épuisement lié à l'utilisation complète de ce stock.

L'expérience montre que les sujets entraînés consomment une quantité de graisses nettement plus élevée que les sujets non entraînés. Cette augmentation de l'utilisation des lipides s'accompagne d'une diminution de celle du glycogène.

Lors d'une activité physique de longue durée, en aérobic, et d'une intensité moyenne, les réserves en glycogène diminuent, la libération d'acides gras et des triglycérides de réserve est accrue. Le muscle utilise alors ces lipides préférentiellement comme substrat énergétique. Ils seront particulièrement recommandés aux randonneurs

pour les sports d'endurance et dans la lutte contre le froid.

Schéma des nutriments:

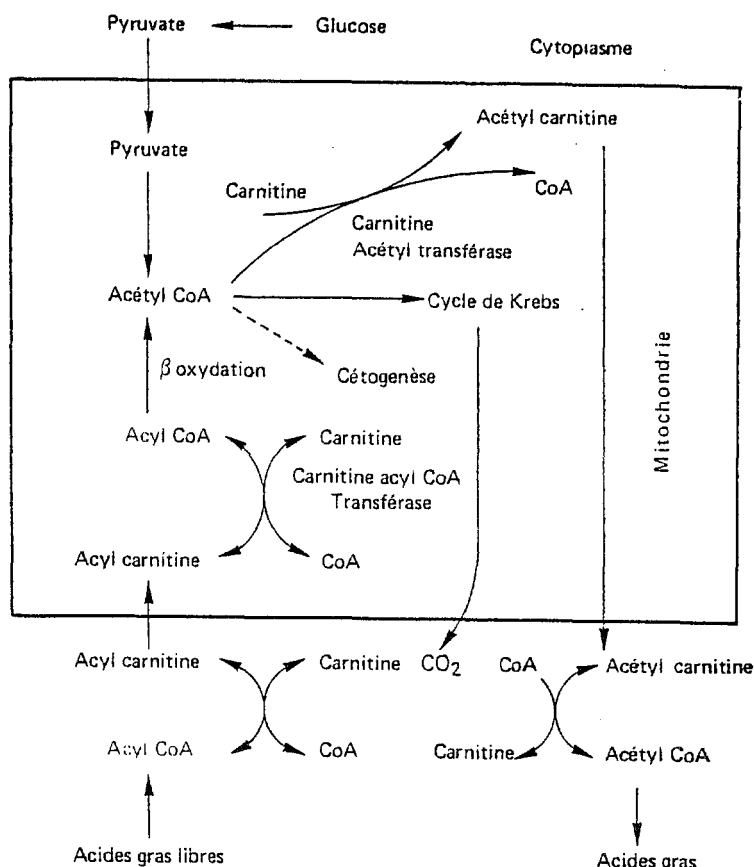


III-2-Constatactions biochimiques:

Certaines d'entre elles permettent d'envisager des manipulations nutritionnelles afin de favoriser l'utilisation des lipides lors de l'effort:

• LA CARNITINE: (3)

L'utilisation des lipides par la cellule implique la présence d'un équipement enzymatique particulier, la carnitine palmyltransférase. C'est un cofacteur essentiel du transport des acides gras dans la matrice mitochondriale, pour leur métabolisme par la voie de la  $\beta$ -oxydation.



— Rôle de la carnitine pour l'entrée des acyl CoA dans la mitochondrie.

Lorsqu'un marathon-man entraîné fournit un effort physique faisant intervenir 70 à 80% de la  $VC_2$  max, il est supposé utiliser les graisses comme "énergie musculaire", ceci de façon plus marquée qu'un individu non entraîné. Ceci est dû à l'adaptation des enzymes mitochondriales. Cette utilisation des graisses en tant que combustible permet d'épargner le glycogène musculaire. Il apparaît que toute démarche en faveur d'une oxydation facilitée des graisses telle qu'une supplémentation en carnitine, peut être bénéfique pour les performances d'endurance. Cette supplémentation en carnitine chez des athlètes, avant qu'ils ne courent un marathon, n'améliore pas leur performance athlétique.

Cependant, ce traitement n'est pas sans effet biochimique physiologiquement induit, puisque courir un marathon après un apport en carnitine abolit la diminution de carnitine plasmatique libre observée en fin de course, et stimule une production plus conséquente d'acétylcarnitine.

Une quantité plus importante de carnitine plasmatique libre, disponible durant un exercice impliquerait que l'oxydation des graisses n'est pas limitée par une insuffisance en carnitine, et qu'une supplémentation permet une quantité de carnitine disponible encore plus importante, afin de soutenir une production d'acétylcarnitine de grande ampleur.

Les quelques effets de l'administration de carnitine sont probablement associés à ces deux notions.

L'acétylcarnitine transférase a une réaction réversible; lorsque la demande énergétique cesse, l'acétylcarnitine peut servir de source de groupements acétyls rapidement disponibles pour l'oxydation dans le cycle de l'acide citrique, diminuant ainsi les effets de l'épuisement physique, et permettant une récupération plus rapide.

#### • LES TRIGLYCERIDES A CHAINE MOYENNE : =TCM

D'après le même type d'études, on constate que lors d'efforts prolongés, les lipides ordinaires sont mal utilisés par rapport aux TCM qui présentent, de plus, l'intérêt de ne pas dépendre de la L-carnitine pour leur transfert mitochondrial.

Certains diététiciens proposent, avec plus ou moins de succès, pour les épreuves de longue durée (marathon), une préparation à base de TCM qui n'est pas toujours bien tolérée sur le plan digestif (gastralgies, diarrhées).

#### • CAFEINE :

Selon COSTILL (1978), l'ingestion de 33 à 40 mg de caféine/Kg de poids (soit environ une à deux tasses), une heure avant le début de l'épreuve stimulerait le métabolisme lipidique. Néanmoins, 10% de sujets ne réagissent pas de cette façon et se plaignent de céphalées, nausées, d'accélération du rythme cardiaque et d'augmentation de la diurèse, ce qui limite l'intérêt de la prise de caféine.



Si la cafeine est inscrite sur la liste des substances dopantes, son dosage est quantitatif avec un seuil de 12µg/ml de telle sorte que la différence doit être faite entre l'usage de cafeine pure dans un but de dopage et la prise de une à deux tasses de café.

#### IV-BESOINS EN PROTIDES

En alimentation de compétition, on doit donner aux protides une place plus grande que certains ne voulaient et ne veulent encore bien leur donner.

Les proteines en effet sont les aliments de base de n'importe quelle cellule vivante et président aussi aux fonctions les plus diverses, allant de la formation de la matière contractile du muscle à la constitution de certaines hormones, des enzymes et des anticorps, en passant par la transformation d'énergie chimique en travail et par le transport de l'oxygène et de l'hydrogène.

##### IV-1-Le besoin minimum:

Chez un individu sédentaire, le besoin minimum en proteines est de 0,35g/Kg de poids par jour.

A l'effort, du fait de la déperdition sudorale, que l'on estime à 1g par 2000 calories de dépense énergétique supplémentaire (ce qui correspond à un besoin supplémentaire de 0,10g par kilo de poids) et qu'un certain nombre de molécules de proteines servent également de source d'énergie, un apport minimum de 0,80g/Kg/jour est recommandé, ce qui représente 15% de la ration énergétique totale.

##### IV-2-Place des protides à l'effort:

En ce qui concerne les sportifs, il semble que les proteines sont relativement peu utilisées en tant que substrat cellulaire énergétique dès lors que l'apport calorique est suffisant mais l'intensification des processus qui libèrent l'énergie au cours de l'exercice, s'accompagne d'une accentuation du métabolisme azoté avec, comme conséquence, une augmentation du besoin proteique.

En augmentant l'apport proteique alimentaire, les pertes supplé-

-mentaires d'azote pendant l'effort sont supportées par le matériel azoté ingéré, de sorte que le bilan azoté se maintient en équilibre.

Il faut donc insister sur la ration protéique optimum qui semble idéale chez l'athlète et qui représente 15% de la ration totale car:

-lorsque la ration protéique est très basse, l'efficacité musculaire est détériorée et un faible complément protéique n'est pas suffisant pour la restaurer.

-lorsque la ration protéique est moyennement basse, et si le sujet a reçu au préalable une ration normale, ses réserves sont suffisantes pour faire les frais d'une expérimentation au demeurant peu déséquilibrante. Il en résulte que le potentiel musculaire apparaît peu altéré.

-lorsque la ration protéique est forte, dépassant de loin le maximum tolérable, non seulement le rendement n'est pas meilleur mais encore risque d'être diminué pour des raisons toxiques (accumulation d'ammoniaque et d'urée).

#### V-LES VITAMINES (4)

La libération et l'utilisation de l'énergie tirée des aliments par les cellules sont l'aboutissement de nombreuses réactions. Ces dernières ne pourraient aboutir sans la présence de vitamines car ces dernières ont une fonction de catalyseur. Chaque aliment apporte une ou plusieurs vitamines; aucun aliment ne les contient toutes, d'où l'importance d'avoir une alimentation diversifiée, variée.

L'effort physique étant gros consommateur de vitamines, le sportif devra veiller à avoir un apport vitaminique suffisant, apport fourni par une alimentation équilibrée.

Il arrive que certains sportifs, volontairement ou non, ne reçoivent qu'un apport vitaminique insuffisant pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Ils risquent alors de se retrouver dans un état sub-carentiel et donc dans une condition physique précaire avec une résistance aux infections moindre et une fatigabilité anormale.

Un manque de vitamines peut expliquer cela. Un supplément vitaminique n'est pas indiqué en période de compétition; ce n'est pas au dernier moment que le sportif doit se soucier de son apport vitaminique. Si les sportifs ont effectivement des besoins supérieurs à des sujets non sportifs, leur apport énergétique est également supérieur et ils devraient y trouver leur compte.

Il faut distinguer deux sortes de vitamines:

-celles dont l'activité analeptique est réelle, c'est-à-dire qui ont un effet reconstituant et stimulant: ce sont les vitamines du groupe B ( $B_1$ ,  $B_2$ , PP et surtout  $B_6$  et  $B_{12}$ ) et la vitamine C.

-d'autre part, les autres, principalement liposolubles dont le rôle dans le domaine sportif est encore mal élucidé.

#### V-1-Vitamines à activité analeptique:

##### V-1-1-Vitamines du groupe B

L'intervention de l'une ou l'autre des vitamines du groupe B est indispensable à la plupart des réactions de transformation des différents types de nutriments (glucides, lipides, protides) qui fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la machine.

##### •VITAMINE B<sub>1</sub> OU THIAMINE :

Elle a un rôle primordial dans le métabolisme des glucides. Elle participe notamment à l'équilibre de la glycémie et favorise le stockage du glycogène dans le foie.

Elle permet ainsi la libération de l'énergie sous forme d'ATP. Elle est nécessaire au bon fonctionnement des systèmes nerveux et musculaire. Elle évite les crampes musculaires car elle facilite l'élimination de l'acide lactique formé au cours de l'exercice. Enfin, elle intervient dans la conduction auriculo-ventriculaire.

•VITAMINE B<sub>2</sub> OU RIBOFLAVINE:

Elle intervient dans le métabolisme des lipides et des glucides. Un apport de vitamine B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> aurait une action synergique et éviterait les crampes musculaires.

La vitamine B<sub>2</sub> joue aussi un rôle dans les phénomènes de vision.

•VITAMINE B<sub>6</sub> OU PYRIDOXINE:

Elle participe au métabolisme des glucides en favorisant la néo-glycogénèse: elle a une action essentielle dans l'assimilation des protéines et leur transformation en glucides. Son rôle et son intérêt chez le sportif sont critiqués; toutefois, cette vitamine améliore le fonctionnement du muscle (notamment celui du muscle cardiaque) permettant une résistance accrue à l'effort.

•VITAMINE B<sub>12</sub> OU HYDROXYCOBALAMINE:

Elle intervient dans l'anabolisme protéique, c'est-à-dire, la fabrication de tissu vivant à partir de protéines. Les réserves hépatiques sont normalement suffisantes pour assurer le maintien d'un taux sanguin efficace. En pratique sportive habituelle; la carence n'est pas à craindre sauf chez les végétariens ou végétaliens.

Cependant, son action anabolique protéique peut être recherchée lorsque se pose le problème de masse musculaire (haltérophilie par exemple).

Vitamine anti-anémique par excellence (formation des globules rouges), elle contribue aussi au bon fonctionnement des cellules nerveuses.

•VITAMINE PP OU NICOTINAMIDE:

Proche de la vitamine B<sub>2</sub>, elle joue un rôle essentiel dans la production et l'utilisation de l'énergie dans toutes les réactions métaboliques de l'organisme. Elle est nécessaire à la croissance.

Toutes les recherches effectuées sont relativement concordantes : la demande organique en vitamines du groupe B est suffisamment importante pendant l'exercice musculaire pour qu'un apport modéré soit effectué en vue de pallier certaines carences frustrées.

Les personnes, qui comme les sportifs, ont une activité physique importante, donc des besoins énergétiques élevés, ont intérêt à recevoir un plus grand apport en ces vitamines, particulièrement après la compétition, pour la récupération ou en cas de surentraînement.

En effet, l'organisme est alors imprégné d'acide lactique qu'il doit résorber. Les vitamines du groupe B facilitent cette élimination.

#### V-1-2-Vitamine C ou acide ascorbique

En période d'entraînement intensif ou de compétition, un apport correct est nécessaire, car la vitamine C contribue à la synthèse de catécholamines (adrénaline) dont le taux augmente en cas de stress, particulièrement chez les sportifs, souvent anxieux lors d'épreuves répétées. Ceci est à l'origine d'une diminution du taux sanguin de vitamine C (ascorbémie) et d'un épuisement du stock de vitamine C.

La vitamine C améliorerait aussi la charge de glycogène au niveau du foie. Elle est étroitement liée à la plupart des métabolismes et notamment à celui des glucides.

Par ailleurs, la vitamine C permet une meilleure absorption du fer.

#### V-2-Les autres vitamines:

##### V-2-1-La vitamine A

Conseillée en cas d'efforts longs tels que trekking, randonnée en montagne, elle exerce son action bénéfique sur le métabolisme des hormones et des lipides.

Un apport plus riche en vitamine A est justifié lors d'activités nocturnes pour améliorer la vision.

La vitamine A agit sur la capacité d'accommodation de la rétine.

##### V-2-2-La vitamine D

C'est la vitamine de la calcification, de la rigidité du squelette. C'est la vitamine anti-rachitique. Son absence provoque des trou-

-bles du calcium et du phosphore: elle est donc essentielle pour éviter la déminéralisation des os.

### V-2-3-La vitamine E

L'importance de cette vitamine est connue depuis longtemps dans les problèmes de fertilité; elle jouerait un rôle physiologique notable au niveau des organes de reproduction.

Mais l'action la plus remarquable de la vitamine E est son rôle d'anti-oxydant biologique: elle protège de l'oxydation les substances essentielles du métabolisme cellulaire et contribue ainsi au bon état des tissus. C'est un agent de lutte contre le vieillissement ce qui peut expliquer son rôle de facteur de désintoxication.

Elle favorise l'action des acides gras insaturés et la protection d'autres produits comme la vitamine A, les enzymes ou les hormones.

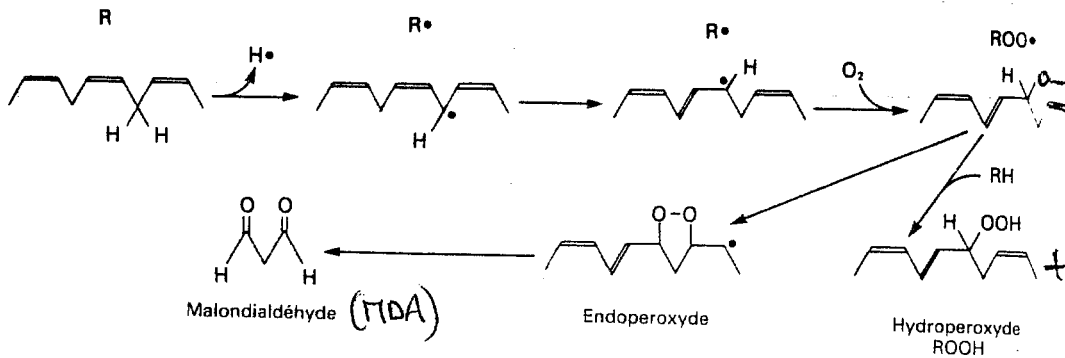
Des études mettent en évidence le rôle des tocophérols dans l'effort (Tatsuro, Nagawa 1967, Sharman 1971, Stepard 1974, Laurence 1975). La vitamine E intervient à ce niveau par l'intermédiaire du phénomène de peroxydation lipidique dans lequel elle joue un rôle primordial.

Un travail récent de Quintheta et Packer (1983) constate que l'effort entraîne une augmentation notable des produits de ces lipoperoxydations dans l'haleine et qu'une consommation de tocophérols pendant quinze jours se traduit par une baisse de ces produits après le repos comme après l'effort.

Un exercice d'intensité importante augmente les peroxydations lipidiques dans tout l'organisme. (5) Ces dernières sont le fait des radicaux libres au niveau des acides gras polyinsaturés.

Une étude de HELAINE (1988) nous apprend que l'exercice induit un taux très élevé de stress oxydatif conduisant à la production de divers peroxydes et aldéhydes, lesquels sont potentiellement toxiques pour la cellule et peuvent être à l'origine de lésions tissulaires. Afin d'examiner ces lésions pendant un exercice, l'indice le plus communément utilisé est l'évaluation de la production de malonal dialdéhyde (MDA), produit des lipoperoxydations. (6) Le MDA est nocif, comme beaucoup de formes actives de l'oxygène,

de part leurs propriétés carcinogènes et mutagènes, ainsi que par leurs actions néfastes sur les acides nucléiques et les protéines.



Peroxydation des lipides. La lumière ou des ions métalliques amorcent la réaction. Le dialdéhyde malonique n'est formé que par des acides gras ayant trois doubles liaisons ou plus et il est utilisé comme une mesure de la peroxydation des lipides, conjointement avec l'éthane provenant des deux carbones terminaux des acides gras de la série  $\omega 3$  et le pentane provenant des cinq carbones terminaux des acides gras de la série  $\omega 6$ .

Puisque le précurseur moléculaire au début du processus est généralement un hydroperoxyde ROOH, afin de contrôler et de réduire la peroxydation, on doit faire usage d'antioxydants comme la vitamine C, le  $\beta$ -carotène ou encore la vitamine E (tocophérol). Il existe plusieurs tocophérols naturels: tous sont des 6 hydroxychromanes ou tocols substitués porteurs d'une chaîne isoprénique. L' $\alpha$ -tocophérol possède la plus abondante distribution naturelle et ainsi la plus grande activité biologique comme vitamine. En effet, la vitamine E exerce au moins deux rôles métaboliques: elle est le plus puissant antioxydant naturel et elle joue un rôle spécifique mais mal compris dans le métabolisme du sélénium. Cependant, même en présence d'une quantité adéquate de vitamine E, il y a formation de plusieurs peroxydes. La glutathion peroxydase, dont le sélénium est un constituant important, fournit une seconde ligne de défense permettant la destruction des peroxydes avant qu'ils causent des dommages à la membrane. Ainsi, les actions biochimiques de la vitamine E et du sélénium seraient d'empêcher les dommages peroxydatifs aux éléments cellulaires et de préserver ainsi les organites nécessaires à la lutte contre les maladies, les injures physiques et chimiques de l'environnement.

V-2-4-LA vitamine B<sub>15</sub> ou acide pangamique (7)

Découverte par KREBS et KREBS JR (7) dans l'amande d'abricot, la vitamine B<sub>15</sub> est un dérivé aminé de l'acide glycuronique.

Elle a une action sur l'oxygénation des cellules.

Elle contribue efficacement à l'oxydation du glucose et régularise la production de l'acide lactique.

Elle prévient la fatigue physique au cours de l'effort.

De plus, son action oxygénante au niveau cellulaire a un effet contre le vieillissement du tissu conjonctif.

Cette vitamine peu connue en France, est interdite dans les produits diététiques de l'effort. Elle a la réputation d'accélérer l'élimination d'acide lactique et de permettre des entraînements prolongés, ce qui demande à être confirmé .

		Chez l'homme sédentaire (*)	Chez le sportif
Vitamines analeptiques	B <sub>1</sub> B <sub>6</sub> B <sub>12</sub> C	1,5 mg 2 mg 3 microgr. 80 mg	5 à 10 mg 15 à 30 mg 10 à 20 microgr. 100 à 300 mg
Autres vitamines hydrosolubles	B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> ou PP B <sub>5</sub> B <sub>8</sub> B <sub>9</sub>	1,8 à 2 mg 20 mg 10 mg 5 mg 10 à 15 mg 10 mg	10 à 15 mg 30 à 50 mg 20 à 30 mg 10 à 20 mg 15 à 40 mg 20 à 50 mg
Vitamines liposolubles .	A  D E Acide Gras Essentiel	2 000 à 6 000 UI  400 UI 15 mg 1/3 de l'apport lipidique	50 000 UI (dans les activités nocturnes) 400 UI 30 à 50 mg 1/3 de l'apport lipidique



CONCLUSION:

Les vitamines sont donc des corps très actifs qui doivent être utilisés à bon escient. Il faut mettre en garde le sportif (comme le non sportif) contre l'abus de vitamines. Pour beaucoup de gens, "vitamine" est le synonyme d'inocuité et de fortifiant: or, l'emploi de vitamines n'est pas sans danger et si un excès de vitamine C est facilement éliminé par le rein et les urines (il n'y a pas d'hypervitaminose C connue), il en est autrement avec les vitamines liposolubles (A, D, E, K) qui peuvent avoir un effet néfaste si elles sont en trop grande quantité dans l'organisme. Les vitamines sont aujourd'hui facilement disponibles en pharmacie et les adeptes de l'automédication sont de plus en plus nombreux, surtout parmi la population sportive.

VI-LES ELEMENTS MINERAUX (8)

Lors de la transpiration, (4) une perte minérale accompagne la perte d'eau. Le volume de sueur influence la composition minérale de celle-ci: lorsqu'il devient trop abondant, la teneur en sels minéraux s'élève brusquement.

Il est très important de noter que le stockage des minéraux dans l'organisme est faible par rapport aux besoins, ce qui implique une compensation quotidienne des pertes éventuelles. Le calcium fait exception comme nous le verrons ultérieurement.

Les éléments minéraux ont de nombreuses fonctions: (9)

-ce sont des constituants importants des cellules qui règlent la perméabilité des membranes cellulaires et de la paroi des capillaires.

-ils entrent dans la composition du squelette (phosphore, calcium) et régularisent l'excitabilité nerveuse et musculaire.

-ils ont un rôle dans le maintien des équilibres (jeu des pressions osmotiques et pH notamment).

VI-1-Sodium et potassium:

Les métabolismes de ces deux éléments sont intimement liés.

En effet, il existe un rapport stable des concentrations en sodium et potassium entre les liquides extra et intracellulaire.

Des dispositifs actifs contribuent à maintenir cette répartition. Mais lors d'un exercice, la déshydratation et la perte de sodium liées à la sudation modifient cet équilibre.

Pour des pertes importantes, il ne pourra pas être rétabli sans un apport extérieur d'eau et de sodium effectué par une boisson légèrement salée par exemple.

Pour le potassium, il se produit au cours de l'exercice, un remaniement des concentrations entre les différents liquides organiques.

Bien que la quantité de potassium présente dans la sueur soit faible, cela peut suffire pour qu'un déficit apparaisse à long terme. Pour le prévenir, on peut recourir à un apport supplémentaire de potassium en fin d'épreuve. De même, pour éviter l'hypokaliémie qui survient à l'effort et qui persiste quinze à vingt minutes, il apparaît opportun de constituer avant l'effort des stocks de potassium utilisables pendant l'effort (fruits secs, levures sèches, lentilles).

Le sportif requiert des quantités de sodium et de potassium légèrement supérieures à celles du sédentaire: environ 1,5 fois plus élevées.

On notera donc qu'il est préférable de réaliser un apport supplémentaire ponctuel:

- en cours d'exercice pour le sodium

- en phase de récupération pour le sodium et le potassium plutôt que d'augmenter les apports quotidiens.

#### VI-2-Le magnésium:

Le magnésium est un élément minéral de première importance: c'est le second cation de l'organisme. Il est intracellulaire à 99%.

Il a surtout une action d'activateur enzymatique, c'est dire son rôle.

Il permet l'utilisation du glycogène au niveau de la cellule, la synthèse et l'utilisation des composés riches en énergie.

Le sportif doit prendre conscience de l'intérêt d'un apport suffisant en magnésium. Or, l'alimentation en apporte bien souvent trop peu, ce qui entraîne l'installation progressive d'un déficit magnésique responsable de troubles parfois spectaculaires (spasmes, convulsions...) que nous décrirons dans la dernière partie.

Cette hypomagnésémie se manifeste d'autant plus sévèrement chez le sportif que ses besoins sont accrus puisqu'ils atteignent 400 à 600 mg par jour (300 à 400 mg par jour pour le sédentaire). L'alimentation, tant en dehors que pendant l'exercice physique, doit donc apporter suffisamment de magnésium.

#### VI-3-Calcium et phosphore:

L'alimentation, grâce aux produits laitiers principalement, couvre généralement bien les besoins en calcium. Chez le sportif, ils s'élèvent à 1000 à 1500 mg par jour. Il faut cependant préciser qu'il existe deux temps dans la phase sportive en ce qui concerne le besoin en calcium. En effet, l'activité sportive accroît la fixation du calcium au niveau osseux, si bien que la ration calcique de base du sportif pourrait être légèrement inférieure à celle du sédentaire.

Toutefois, la pratique du sport occasionne des pertes calciques et de ce fait, une augmentation du besoin en ces éléments. C'est pourquoi on recommande des apports atteignant une fois et demie ceux destinés aux non-sportifs.

Un équilibre parfait entre le calcium et le phosphore doit être respecté (rapport calcium/phosphore égal à 1) car il détermine de manière fondamentale une assimilation correcte et une utilisation harmonieuse du calcium.

Dans le même ordre d'idées, signalons qu'un rapport calcium/magnésium proche de 2 se révèle également indispensable au maintien de l'équilibre complexe existant entre ces différents éléments.

#### VI-4-Le fer:

Le fer est lui aussi indispensable à la vie, car il participe à la formation de l'hémoglobine et de la myoglobine. Il intervient

également dans la constitution d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques.

Il faut savoir que chez les sportifs, de nombreux phénomènes peuvent provoquer une diminution des réserves de fer et augmenter d'autant plus les risques d'anémie: la fatigue, la sudation, la destruction de globules rouges due aux contraintes mécaniques imposées par les turbulences créées dans les vaisseaux sanguins. Chez les femmes, les menstruations contribuent à l'augmentation de cette perte.

Il apparaît que les besoins en fer des sportifs dépassent ceux des sédentaires (cf tableau). On recommande donc aux sportifs la consommation d'aliments naturellement riches en fer (foie) ainsi que des produits enrichis en cet élément car l'exercice physique peut révéler une carence totale.

#### VI-5-Le soufre:

Parmi ses nombreuses actions physiologiques, la plus importante semble être l'élimination des toxines, donc des toxines de fatigue.

Presque tous les aliments protéiques contiennent du soufre sous forme de cystine et de méthionine. Les aliments qui en apportent le plus sont les légumineuses (haricots secs, pois, lentilles, fèves) mais ils sont difficiles à digérer.

#### VI-6-Les oligo-éléments:

Fluor, zinc, cobalt, nickel, cuivre sont nécessaires en très faible quantité: il n'existe pas de carence.

## Récapitulation des besoins quotidiens du sportif

Ration calorique quotidienne : 3 000 à 4 000 kcal

dont protéides : 12 à 15 %

lipides : 20 à 25 %

glucides : 60 à 70 %

Besoins quotidiens en mg			
	Fourchettes		Moyennes
Sodium	Variable selon les conditions de l'effort		
Potassium			
Magnésium	400	à 600	500
Calcium	1000	à 1500	1250
Fer	25	à 37,5	31
	13	à 18	16
Zinc	15	à 22,5	18,5
<hr/>			
Vitamine B <sub>1</sub>	3	à 10	6,5
Vitamine B <sub>2</sub>	4	à 15	9,5
Vitamine B <sub>3</sub>	10	à 30	20
Vitamine B <sub>6</sub>	4	à 20	12
Vitamine C	150	à 300	225
Vitamine PP	20	à 50	35

### CONCLUSION: biodisponibilité des aliments

C'est la quantité de substances pouvant parvenir au niveau cellulaire, qu'il s'agisse de nutriment énergétique ou non énergétique comme les sels minéraux, les oligo-éléments ou les vitamines.

Il faut se méfier des tables de composition des aliments qui ne sont que des analyses chimiques.

Il existe toute une série de facteurs qui peuvent modifier les absorptions:

- la composition du repas
- les différences entre les sujets en fonction de leur transit digestif.
- l'importance de la préparation culinaire
- l'incidence des médicaments, de l'alcool, du tabac.

La biodisponibilité des aliments dépendra de l'équilibre alimentaire.

## VII-LES BESOINS HYDRIQUES (10)

### VII-1-Apport hydrique et effort:

"Préciser les besoins hydriques de l'organisme avant, pendant et après l'effort, c'est mettre à bas pas mal d'idées reçues et surtout permettre d'accéder à la meilleure performance ainsi que d'éviter certains incidents encore trop fréquents".

On a cru pendant longtemps en effet qu'il fallait boire le moins possible afin de diminuer l'abondance de la transpiration et ce faisant, ne pas spolier l'organisme de ses stocks hydroélectriques. Mais, si un léger état de déshydratation en début de travail peut avoir un rôle utile en mettant en jeu les mécanismes anti-diurétiques, il risque aussi de conduire en quelques heures à la déshydratation aiguë. Nous verrons plus loin les complications engendrées par un déficit hydrique.

D'autre part, la prévention des risques de déshydratation, de diminution des possibilités de travail ou du niveau des performances impose de boire au-delà du seuil fixé par la sensation de soif seule.

Il faut donc instituer chez le sujet une véritable "politique de l'eau" en lui donnant l'habitude de boire avant d'avoir soif, car la soif est donc un signal trop tardif pour constituer un stock d'eau suffisant afin d'éviter le plus possible d'être déshydraté. (II) Pour un effort long, il est conseillé de boire par petites quantités fractionnées. La bonne ration est d'environ 100 à 200 ml toutes les quinze à vingt minutes soit 12 ml par kilo et par jour. Il faudra boire PEU à la fois mais SOUVENT. Le sportif devra boire régulièrement par petites quantités tout au long de l'effort quand cela est possible, et ce dès le départ.

Une expérimentation menée ces dernières années, conseille l'ingestion d'une quantité d'eau de 500 à 750 ml dans les trois heures précédant l'effort, à température ambiante, et par petites fractions de façon à ne pas déclencher de processus dyspeptiques.

Il est toutefois recommandé de ne rien boire dans le quart d'heure précédant l'effort.

## VII-2-Les boissons: (I2) (I3)

L'eau est la seule boisson vraiment indispensable qu'elle soit quelconque ou aromatisée (sirop, jus de fruits, infusion...), qu'elle soit du robinet ou minérale.

Il vaudra mieux éviter les boissons gazeuses qui, si elles sont prises régulièrement, peuvent provoquer des troubles digestifs avant ou pendant l'épreuve.

D'autre part, une activité physique de longue durée entraîne non seulement une perte de liquide mais également une grande consommation de nutriments, glucides, lipides. La consommation de glucose peut atteindre 3 grammes par minute lors d'une activité musculaire intense. L'hypoglycémie qui s'ensuit n'est pas souhaitable chez le sportif, même si elle n'est que modérée.

Des expériences ont montré que la fourniture régulière de boissons et de glucose lors d'un travail intense et de longue durée améliorerait la performance physique en augmentant la possibilité de poursuivre l'effort plus longtemps et à un rythme cardiaque plus bas (expérience de STAFF et WILSON, 1971).

En cas d'effort long, il est donc utile d'apporter des glucides à la boisson. Cet apport permet de ménager les réserves en glycogène et de ce fait, le sportif peut améliorer sa résistance à l'effort.

Les principales formes d'apport hydrique sont représentées par: l'eau pure, l'eau minérale, les bouillons et potages, les infusions, le café, le thé, les jus de fruits, les boissons gazeuses, et le lait qui est considéré plutôt comme un aliment liquide.

Il faut mettre à part les boissons alcoolisées (vin, bière, cidre) dont la consommation chez les sportifs doit être très modérée.

En effet, l'apport calorique sous forme d'alcool ne doit jamais dépasser 5% de l'apport calorique total, les autres boissons alcoolisées étant de ce fait à rejeter.

Quant aux boissons de l'effort, nous y reviendrons dans le chapitre suivant.

### CONCLUSION:

Le besoin d'eau est permanent et en rapport avec la quantité d'eau

que perd l'organisme. Cette quantité varie en fonction du travail musculaire, de la composition du régime alimentaire et de la température ambiante.



Deuxième partie:

ALIMENTATION DE L'EFFORT  
et  
PRODUITS "SPECIAUX" DE L'EFFORT.

## I-ALIMENTATION DE L'EFFORT:

Les besoins nutritionnels évalués au chapitre précédent correspondent à une estimation globale des besoins quotidiens. Ces considérations conduisent les sportifs à adapter leurs habitudes nutritionnelles et à bien choisir leurs aliments.

La spécificité des rythmes de la vie sportive oblige à rechercher des réponses parfaitement adaptées aux besoins variables correspondant aux différentes périodes de l'activité sportive.

L'athlète, quelque soit cette activité, doit, d'un strict point de vue alimentaire, se soumettre successivement:

- à une ration d'entraînement
- à une ration de compétition
- à une ration de récupération

### I-1-Ration d'entraînement: (I4) (I)

C'est de loin la période la plus importante car c'est d'elle et des matériaux alimentaires apportés pendant la préparation, que dépend l'organisation tissulaire en vue de la compétition.

Adaptée aux efforts physiques journaliers, elle devra être suffisamment énergétique et équilibrée du point de vue des nutriments apportés. En théorie, la quantité de calories ingérées par jour par athlète se situera autour de 3500 calories avec cependant de grosses variations individuelles (certains sportifs atteignent 6000 calories par jour).

La répartition des différents nutriments: glucides (G), lipides (L), et protides (P) ou "qualité des calories" doit se situer à:

- 55% pour les glucides
- 30% pour les lipides
- 15% pour les protides

La célèbre formule du professeur A. CRETTON "42I GPL" permettra au sportif en la respectant, non seulement chaque jour mais à chaque repas, d'assurer cet équilibre nutritionnel.

### I-1-1-Comment appliquer le 42I GPL?

G représente la famille des glucides, P celle des protides et L celle des lipides.

C'est ainsi que chacun des trois repas doit apporter:

- 4 portions de glucides
- 2 portions de protides
- 1 portion de lipides

•LES 4G:

-un glucide lent (pain, riz, pâtes, pommes de terre, céréales) doit être le plat principal du sportif car il assure le renouvellement des stocks de glycogène souvent très diminués par l'entraînement (en particulier le soir).

-un glucide rapide (sucre, confiseries, confiture) doit être réduit au minimum car source de carence de vitamine B<sub>1</sub> s'il est consommé en trop grande quantité.

-une crudité (fruit ou légume cru) qui assure l'apport en vitamine C, sels minéraux et fibres végétales.

-une crudité (fruit ou légume cuit) qui apporte fibres et minéraux.

•LES 2P:

-une proteine lactée (lait, fromage, yaourt)

-une proteine non lactée (jambon, blanc d'oeuf, viande rouge ou blanche, poisson).

•LE L:

Ce lipide est divisé en:

-1/2 lipide végétal indispensable car permet l'apport des acides gras essentiels non fabriqués par l'organisme; on les trouve dans les huiles.

-1/2 lipide animal présent dans les graisses animales (beurre qui contient de la vitamine A, toutes les sauces).

La répartition de l'énergie sur la journée sera la suivante:

- .MATIN: 20 à 25% de l'aet (apport énergétique total)
- .MIDI: 35 à 40%
- .SOIR: 35 à 40%

Un goûter sera ajouté selon les cas à 17 heures, représentant environ 5% de l'aet.

### I-1-2-Variation de la ration d'entraînement:

La ration glucidique peut être augmentée grâce à un rapport plus important de glucides lents, au détriment des glucides rapides et des graisses pour donner des proportions proches de:

- 70% de glucides
- 15% de lipides
- 15% de protides

Ceci permettrait d'assurer la réplétion des stocks de glycogène de façon quotidienne, ce qui ne serait pas le cas, d'après certains, avec une ration composée de 55% de glucides pour des sujets s'entraînant de façon quotidienne même **bi**-quotidienne.

L'apport protidique est nécessaire pour tout individu sportif ou non car les acides aminés indispensables à l'édification cellulaire ne peuvent être produits par l'organisme.

Le régime végétarien (n'éliminant que les viandes rouges et permettant l'apport des protéines lactées, oeufs et poissons) est tout à fait possible dans le cadre d'un entraînement intensif, bien qu'une telle pratique alimentaire puisse favoriser les carences en fer.

Du point de vue boissons, on a vu précédemment que c'était un facteur trop important pour être négligé. Le sportif doit s'habituer à boire et le faire MEME S'IL N'A PAS SOIF. Généralement, on se base sur un apport moyen de un ml d'eau par calorie afin d'avoir une ration hydrique suffisante.

Le maintien d'un équilibre hydrique est nécessaire.

### I-1-3-Exemples de ration d'entraînement:

Ration d'entraînement apportant 3500Kcal par jour

RÉPARTITION QUANTITATIVE DE LA RATION-TYPE D'ENTRAÎNEMENT  
A 3.500 CALORIES.

<i>Aliments</i>	<i>Quantités</i>	<i>Protides en g</i>	<i>Lipides en g</i>	<i>Glucides en g</i>	<i>Calo- ries</i>	<i>Ca mg</i>	<i>P mg</i>	<i>BI mg</i>	<i>C mg</i>
Lait demi-écrémé ...	0,400	14	6,8	20	197	500	360	0,14	—
Fromages (moyenne) .	60 g	14,9	14,1	1,7	201	356	204	0,01	—
Viandes, volailles ou poissons (moyenne) .	300 g	60	24	—	456	30	600	0,41	—
Œuf .....	1/2	3,5	3	—	38	13	50	0,03	—
Pain .....	350 g	21	2,4	192,5	875	60	270	0,60	—
Céréales et farines (moyenne) .....	30 g	2,7	0,4	22,5	106	5	36	0,07	—
Pommes de terre (poids net) ou pâtes cuites ou riz cuit ...	400 g	8	0,4	76,4	344	60	240	0,29	22
Légumes verts (moy.) (poids net) .....	500 g	6	1	30	160	300	115	0,30	45
Agrumes (poids net) ..	150 g	1,5	0,3	13,5	66	42	32	0,15	75
Autres fruits (moy.) (poids net) .....	150 g	0,5	0,5	18	78	45	37	0,06	15
Beurre .....	30 g	—	25,2	—	228	—	—	—	—
Huile .....	20 g	—	20	—	180	—	—	—	—
Margarine .....	20 g	—	16,8	—	14,6	—	—	—	—
Confiture ou miel) ...	50 g	2	—	35	140	5	5	0,01	2
Sucre .....	40 g	—	—	40	160	—	—	—	—
Vin 10° (facultatif) : = 3 % des calories.	0,200	—	—	—	112	—	—	—	—
		134,1	114,9	459,6	3.487	1.416	1.949	2,07	159
		15 %	29,5 %	52,5 %		Ca/P = 0,73			
		des calories							

I-1-4-"Le régime dissocié scandinave":

On a vu dans le chapitre précédent que l'origine du glucose nécessaire au muscle effectuant un travail intense provient pratiquement exclusivement de réserves propres en glycogène que l'on trouve dans le foie mais aussi dans les muscles.

On sait aussi que ces réserves ne sont pas très importantes de telle sorte qu'elles seront épuisées au bout de 60 à 90 minutes d'un effort intense à 90% de la  $VO_2$  max.

Il existe des méthodes permettant un meilleur stockage glucidique et en particulier le régime dissocié scandinave.

A la suite des auteurs suédois (SALTIN et HERMASSEN, 1966), cette méthode de stockage du glycogène consiste dans un premier temps (pendant trois jours) à vider les réserves par une alimentation uniquement protido-lipidique et un entraînement physique intensif, puis dans un second temps (les trois jours suivants) à reconstituer des réserves plus importantes par surcharge en hydrates de carbone et réduction de l'activité physique.

Cette méthode est validée par des biopsies musculaires qui montrent que l'on peut ainsi stocker 40 grammes de glycogène par kilo de muscle au lieu de 16 grammes par kilo habituels.

Si la compétition survient le septième jour, le dernier repas pris trois ou quatre heures avant la compétition est très riche en glucides.

Cette combinaison alimentaire peut présenter un intérêt considérable chez des sportifs pratiquant des épreuves de longue durée comme le marathon, le triathlon, la vasalopet ou la nage de fond. Cependant pour tous ceux qui ne pratiquent pas un sport de longue durée, les taux normaux de glycogène sont plus que suffisants pour assurer l'apport énergétique suffisant.

Ce type d'alimentation n'est donc pas nécessaire, d'autant qu'elle peut être mal tolérée (cétose, hyperuricémie, météorisme abdominal). Afin d'éviter les inconvénients de ce type de régime, on conseille dans les quelques jours précédant l'épreuve, une alimentation hyperglucidique basée sur les données de la chronobiologie qui mettent en évidence l'importance de l'heure de la prise alimentaire dans la capacité de stockage du glycogène.

Dans la semaine précédant l'épreuve:

- l'alimentation est hyperglucidique à plus de 60% de la ration

- la répartition des glucides est prépondérante, de telle sorte que plus de 50% de la ration glucidique soit absorbée à ce repas.

#### I-2-Ration de compétition: (I5) (I6)

Elle a pour but de faire fonctionner l'organisme au maximum de ses capacités.

Elle dépend de différents paramètres, principalement:

-durée de l'effort:

.si elle est inférieure ou égale à deux heures, il doit y avoir apport d'eau, de glucides et de minéraux.

.si elle est supérieure à deux heures, il faut en plus rajouter des protéines de bonne qualité.

-intensité de l'effort

-conditions climatiques et d'environnement

On comprend aisément que toute préparation diététique ne peut être que personnelle, adaptée de façon précise à chaque individu. Chaque sport a des exigences particulières et l'athlète est tenu d'obéir aux règles imposées par celui qu'il pratique.

#### I-2-1-Précompétition:

Le dernier repas avant la compétition est essentiel. Il doit être substantiel mais digeste.

Il faut respecter un certain délai entre l'heure du repas et l'effort physique: ce délai doit être de TROIS HEURES.

Sur la question du contenu du dernier repas avant un exercice intense, les spécialistes s'accordent pour préconiser un repas riche en glucides avec un apport restreint en lipides. Ces derniers, en effet, sont beaucoup moins digestibles et ralentissent la vidange de l'estomac.

Les glucides, surtout ceux qui seront digérés lentement, seront les nutriments de prédilection pour ce dernier repas (pâtes, riz, semoule, tapioca). Ils assureront la constance de la glycémie et permettront un stockage de glycogène.

L'apport en viande est également très important du fait de la présence d'acides aminés essentiels qui assurent un bon tonus neuro-végétatif à l'origine d'un bon équilibre physique et psychique.

Juste avant la compétition, tous les auteurs conseillent un apport hydrique et sucré.

Entre la fin du repas et le début de la compétition, il est en effet

recommandé de boire toutes les demies heures, un quart de litre d'un mélange fait à 50% d'eau environ, et à 50% de jus de fruits avec une à deux cuillères à café de miel par litre de mélange. L'arrêt de cette pratique se fera trente minutes avant le début de la compétition.

### I-2-2-Pendant la compétition: (I7)

Quand l'exercice se prolonge, l'athlète se trouve confronté à un choix délicat à mesure que le temps passe: doit-il manger?

Pour les efforts durant plus de trois heures, l'ingestion d'aliments devient une obligation pour renouveler le carburant disponible directement dans le sang, où les muscles le capteront pour une utilisation directe.

Mais il est aisé de comprendre qu'on doit moduler la réponse en fonction des situations (durée, température, chaleur...) et des individus, ce qui ne sera guère possible d'intégrer dans notre exposé, en raison de la grande variabilité des situations.

En règle générale, on conseille:

- un apport de sucres simples sous forme de glucose ou d'un mélange (glucose-fructose, fructose-saccharose, ou glucose-lévulose) pour les exercices dont la durée dépasse une heure.

- un apport modéré de sodium seul minéral jugé indispensable dans les boissons de l'effort bien que cette idée ne fasse pas l'unanimité

Pour ce qui est des aliments solides, ils s'avèrent nécessaires pour des épreuves de très longue durée (marathon, cyclisme, ski de grand fond).

### I-3-Ration de récupération: (I8)

Sur le plan physique, un sportif qui vient de supporter quelques heures auparavant une véritable agression musculaire et nerveuse ne peut être considéré comme un sujet en état physiologique: c'est un sujet fatigué.

Après un effort physique, il faut penser avant tout à réparer les



pertes subies, à rééquilibrer tous les métabolismes perturbés et surtout à éliminer le plus rapidement possible les toxines de fatigue (les processus de réparation ne pouvant intervenir si les cellules sont d'abord détoxiquées).

Les objectifs principaux de la ration dite "de récupération" vont être:

- d'éliminer les produits de l'effort et de la fatigue
- de compenser les pertes en eau et sels divers
- de reconstituer le stock de glycogène épuisé.

• IMMEDIATEMENT APRES L'EPREUVE:

il va falloir avant tout neutraliser l'acidité apparue pendant l'effort suite à la formation d'acide lactique, produit de la décomposition du sucre mis en réserve lors de la préparation à la compétition.

L'alcalinisation de l'organisme s'obtient en prenant dès la fin de l'épreuve une boisson bicarbonatée: 300ml d'eau gazeuse (Vichy, Perrier) à température ambiante.

Environ une demie heure après l'effort, le sportif continuera l'alcalinisation et la réhydratation en prenant un demi litre de lait.

Puis, un quart d'heure avant le dîner, il prendra un quart à un demi litre d'eau plus faiblement minéralisée (type Evian, Volvic ou Vittel).

• LE REPAS SUIVANT LA COMPETITION:

Ce repas permet de réparer les pertes énergétiques: ce sera un repas de type végétarien et diurétique car l'organisme est en période d'épuration des déchets.

Il devra être plus léger qu'un repas d'entraînement et donc fortement hydraté: dans les 24 heures suivant la compétition, le sportif devra boire 2,5 à 3 litres d'eau faiblement minéralisée.

• LE LENDEMAIN DE L'EPREUVE:

L'alimentation dépend alors du sport pratiqué et de la longueur

de l'effort. Il faut réparer la fatigue nerveuse et physique. Il est recommandé de :

- manger salé
  - boire beaucoup: 2 litres d'eau au minimum et des jus de fruits.
- Les boissons riches en potassium augmentent l'excrétion des urines.

## II-PRODUITS DIETETIQUES "SPECIAUX" DE L'EFFORT: (19) (20)

II-1-Réglementation: décret du 24 janvier 1975  
(articles 49 et 50)

Cette réglementation concerne :

- les aliments équilibrés
- les aliments à prédominance glucidique
- les aliments à prédominance lipidique

### II-1-1-Aliments équilibrés:

Equilibrés à la fois dans leurs apports protidiques, lipidiques et glucidiques, et dans ceux en substances de protection, ces aliments peuvent remplacer un repas, lorsque les conditions d'exercice de certains sports ne permettent pas une alimentation normale (randonnées, spéléologie).

Soit :

- 50 à 60% des calories apportées par des glucides mono et disaccharides
- 13 à 17% par des protides (dont la moitié d'origine animale ou d'utilisation protidique équivalente)
- 27 à 33% par des lipides (dont 20% d'acides gras essentiels)

Pour 3000 calories, les quantités de substances de protection sont fixées à :

- vitamine C: 150 à 200 mg
- vitamine B<sub>I</sub> : 3 à 9 mg
- vitamine B : 4 à 15 mg

- calcium 1000 à 1500 mg
- magnésium: 500 à 750 mg

Le rapport calcium/phosphore doit être compris entre 0,5 et 1,5mg.

#### II-1-2-Aliments à prédominance glucidique:

(plus de 60% de leur valeur calorique provient des glucides).

Ce sont des aliments pour lesquels un équilibre est réalisé entre l'apport calorique et l'apport en substances de protection. Pour 3000 calories, ils doivent comporter 3 à 9 mg de vitamine B<sub>I</sub>.

#### II-1-3-Aliments à prédominance lipidique:

(plus de 33% de leur valeur calorique provient des lipides).

L'équilibre entre l'apport calorique et l'apport en substances de protection est aussi réalisé.

Ils doivent comporter au moins 20% de lipides sous forme d'acides gras essentiels, ainsi que 3 à 9 mg de vitamine B<sub>I</sub> et 4 à 12 mg de vitamine B<sub>2</sub>.

#### II-1-4-Dispositions communes aux aliments diététiques "équilibrés de l'effort" et de "l'effort d'apport glucidique ou d'apport lipidique":

Dispositions communes aux aliments diététiques "équilibrés de l'effort" et de "l'effort d'apport glucidique ou d'apport lipidique"

Lors de leur détention en vue de la vente ou de leur mise en vente, ces produits doivent comporter un étiquetage mentionnant obligatoirement :

- 1°) La dénomination de vente du produit, qui doit être indépendante de la marque de commerce ou de fabrication ou de la dénomination de fantaisie ; la dénomination de vente doit être immédiatement accompagnée du terme "diététique" qui peut être remplacé par l'expression "de régime" ; ces mots devant être inscrits en caractères de même apparence.
- 2°) Le nom ou la raison sociale et l'adresse de la personne physique ou morale responsable, soit de la fabrication, soit de l'importation, soit de la commercialisation du produit ; dans ce dernier cas, l'étiquetage doit également porter le numéro d'identification du fabricant ou de l'importateur,

délivré par le service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité.

- 3°) Le nom du pays d'origine de la marchandise au cas où son omission serait susceptible de créer une confusion sur l'origine réelle de celle-ci.
- 4°) Le poids net ou le volume net du produit exprimé en unités de mesure légales en France.
- 5°) L'inscription en clair de la date de fabrication ; dans le cas de produits altérables, c'est-à-dire de semi-conserves ou de produits d'une durée de conservation plus limitée, ainsi que dans le cas où les propriétés diététiques du produit sont instables, l'inscription, sous la responsabilité du conditionneur, d'une date de péremption accompagnée, le cas échéant, de l'indication des précautions à observer pour la conservation du produit et, en particulier, de la température recommandée et pour laquelle la durée de conservation a été estimée.
- 6°) L'énumération, par ordre d'importance quantitative décroissante, des composants du produit et, lorsque sa dénomination se réfère à un composant, la proportion de ce composant contenue dans le produit.
- 7°) L'énumération des différents produits d'addition contenus dans la marchandise.
- 8°) La valeur calorique et les teneurs en protéides, glucides et lipides pour 100 grammes de produit mis en vente.
- 9°) La teneur en tout élément dont il est nécessaire de connaître la proportion dans le produit pour l'établissement du régime ou qui est spécialement indiqué dans la présentation dudit produit, soit comme conférant à celui-ci une propriété particulière, soit comme le caractérisant ou le valorisant aux yeux du consommateur.
- 10°) Le cas échéant, le mode d'emploi.

D'autre part, l'étiquetage et la publicité relatifs à ces produits doivent comporter l'emploi de mentions inscrites en caractères dont les dimensions n'excèdent pas la moitié de celles des caractères de la dénomination de vente et précisant la destination du produit.

En outre, lorsqu'à ces produits sont incorporées des substances d'addition à but diététique ou non, l'étiquetage de ces produits et la publicité faite à leur égard ne peuvent faire état d'une telle adjonction qu'en respectant ce qui précède. Est notamment interdit dans cet étiquetage et cette publicité l'emploi des expressions "vitaminé", "vitaminisé", "avec vitamine", et "minéralisé".

## II-2-Formes commercialisées:

### II-2-1-Produits diététiques équilibrés de l'effort:

Présentés sous forme liquide prête à l'emploi, ou encore en poudre à diluer dans de l'eau, peu de ces aliments sont conformes à la législation des produits diététiques équilibrés à la fois dans leur apport protéique, glucidique et lipidique et dans leur apport en substances de protection.

Ces produits sont constitués de glucides pouvant contenir glucose, maltose, saccharose, lactose, sucres jusqu'à dix molécules d'oses. Ils sont accompagnés de protides: protéines de lait et d'œufs et de lipides ayant pour origine le lait, les œufs, le maïs, le soja.

On retrouve le plus souvent les vitamines du groupe B, la vitamine C, la vitamine E et les sels minéraux nécessaires à une alimentation équilibrée et aussi présents dans les produits d'apport glucido-lipidique.

### II-2-2-Produits diététiques à prédomi- nance glucido-lipidique:

#### II-2-2-1-Produits diététiques à prédominance glucidique:

#### \*CARACTERISTIQUES COMMUNES:

L'apport calorique est essentiellement réalisé par les glucides, le plus souvent par des sucres simples tels que: glucose et fructose assimilables directement et donc d'utilisation rapide par les cellules de l'organisme. Le galactose et le mannose sont moins souvent utilisés.

Cet apport peut aussi être réalisé par des disaccharides tels que:saccharose,lactose et maltose qui doivent être simplifiés pour être assimilés.

saccharose	—————→	glucose+lévulose
lactose	—————→	glucose+galactose
maltose	—————→	glucose+glucose

Ces disaccharides représentent une source énergétique plus éta-  
-lée dans le temps.Ils peuvent être utilisés en association avec  
les sucres simples.

On trouve également des glucides sous forme d'amidon,à absorption  
lente;en effet,l'amidon doit être digéré par l'amylase salivaire  
et pancréatique.L'intérêt majeur est d'espacer dans le temps,les  
apports glucidiques.

Ces aliments d'apport glucidique sont associés à la vitamine B<sub>I</sub>  
qui a un rôle capital dans la régulation du métabolisme glucidique,  
comme nous l'avons vu dans la première partie.

#### •PARTICULARITES:

Deux variétés de produits sont disponibles actuellement:les pro-  
-duits liquides et les produits solides.

#### .Les produits liquides:

Le véhicule hydrique joue un rôle capital contre la déshydratat-  
-ion.

Boissons glucidiques:-XL<sub>I</sub> (Skinor)  
-Isostar (Wander)  
-Topten (Galactina)  
-Athlon (Eau d'Evian)

Ces boissons, outre la vitamine B<sub>I</sub> très importante, peuvent être  
secondairement constituées d'autres vitamines du groupe B (B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>,  
B<sub>5</sub>, PP) et de vitamine C jouant aussi un rôle dans le métabolisme

du glucose.

Le maintien de l'équilibre électrolytique des muscles est assuré par l'adjonction, dans ces boissons, de sels minéraux surtout du sodium et du potassium.

Des boissons comportent aussi du calcium, du magnésium et du fer: calcium et magnésium pour l'activité cellulaire et la régulation de l'excitabilité neuromusculaire, le fer comme transporteur d'oxygène et constituant de l'hémoglobine.

#### .Les produits solides:

##### d'apport glucido-lipidique

On sait que l'une des adaptations majeures liée à l'exercice de longue durée réside dans l'augmentation de la capacité à métaboliser les lipides.

Ces lipides métabolisés ont pour origine les acides gras libres véhiculés par le sang. De nombreux arguments permettent de penser, que pendant l'exercice, l'intensité du métabolisme lipidique est fonction de la mobilisation de ces acides gras libres et donc de l'abondance de leur apport aux muscles en activité.

Cependant, les lipides ne peuvent à eux seuls, permettre de soutenir les niveaux élevés de métabolisme énergétique qui doivent être fournis lors de l'exercice intense de longue durée.

On sait que le glycogène musculaire contribue dans une large mesure à cet apport énergétique et on considère que son épuisement constitue l'un des facteurs limitants de l'endurance.

L'utilisation des acides gras libres comme substrat énergétique de remplacement permet au muscle d'économiser ses réserves de glycogène et réduit le risque d'épuisement lié à l'utilisation complète des stocks (21).

Les possibilités sportives, sont, au moins partiellement, sous la dépendance des interactions qui lient les métabolismes glucidique et lipidique.

On a vu que les glucides les plus souvent utilisés sont les sucres simples (glucose et fructose).

Les lipides, eux, sont représentés par une association d'acides gras saturés et insaturés. Parmi ces derniers, on retrouve l'acide linoléique, acide gras essentiel (il doit obligatoirement être apporté par l'alimentation, l'organisme étant incapable de créer certaines doubles liaisons sur leur longue chaîne carbonée).

Le point commun à tous ces produits solides d'apport glucido-lipidique est l'association de nutriments énergétiques (glucides, lipides) à diverses vitamines et sels minéraux que l'on retrouve dans des proportions quantitatives et qualitatives très variables.

Qu'il s'agisse de barres de céréales, de pâtes de fruits, de tablettes, de pastilles ou de dragées, la composition de ces produits est influencée par la présence de vitamine B<sub>1</sub> en raison de son rôle dans le métabolisme glucidique.

On la retrouve sous forme:

- noix: extrême royal aux noix vertes (gelée)
- miel: Ovomaltine (barres à croquer-Wander)
- saja
- amandes
- lait en poudre : sportive perform energie plus
- riz soufflé (barres-Wander)

Citons quelques produits solides glucidiques qui existent sous forme de tablettes

- Nergisport Dextrose 5 vitamines

et des produits solides glucidiques comportant une petite quantité de lipides et un faible pourcentage de protides; sous forme de barres, nous trouvons:

- amandes: Coloss
- raisins secs: (Heuprofax)
- fruits secs
- lait écrémé: Rescap 500
- levure alimentaire: Delta



Il y a donc dans ces formes commerciales à prédominance glucidique des différences importantes entre les diverses compositions.

Il peut s'agir de formes contenant à côté d'une quantité majoritaire de glucides, une proportion notable de protides et/ou de lipides.

Il peut s'agir au contraire, de produits exclusivement sucrés.

#### II-2-2-2-Produits à prédominance lipidique:

Si le groupe précédent est très fourni, celui-ci est inexistant. Ce dernier contient une proportion de lipides supérieure à 33% de la valeur calorique totale dont au moins 20% en acides gras essentiels et un taux fixe en vitamines B<sub>I</sub> et B<sub>2</sub>.

Les compositions des divers produits proposés sont souvent incomplètes ou mal connues.

#### II-2-3-Produits diététiques à prédominance protidique:

Ils se présentent sous forme de poudre à ajouter à un liquide (eau pendant l'effort, laitage et potage pendant les repas) ou à incorporer aux aliments solides. (22)

-Protiform (Wander)

-Force 9 (Force 9)

Il ne faut pas les confondre, au niveau de la composition globale avec les produits de régime enrichis en protides, qui sont des aliments hypocaloriques.

#### II-2-4-Produits d'apport vitaminique:

Les vitamines dont les besoins chez le sportif sont accrus, sont représentés notamment par celles du groupe B et la vitamine C.

Lors d'efforts importants et répétés, des préparations polyvitaminiques peuvent être données.

- Quotivit (solute buvable) - (Theraplix)

Les vitamines A, D<sub>3</sub>, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, B<sub>5</sub> sont présentes. Elles peuvent être associées à des oligoéléments tels le calcium, le fer, l'iode, le cuivre, le manganèse, le zinc ou le cobalt.

- Quotivit O.E (comprimés) - (Theraplix)

- Vivactyl Midy (sachets) - (Midyfarm)

- Narbalek (dragées) - (Sockami)

Il n'est pas nécessaire d'administrer de fortes doses pour reconstituer les réserves. Un apport multivitaminé équilibré suffit.

#### II-2-5-Produits divers:

##### • CARNITINE

Une étude de H. CARRIER et G. BERTHILLIER permet d'envisager une amélioration de l'utilisation des acides gras chez le sujet sain et une amélioration des qualités d'endurance grâce à un régime enrichi en carnitine.

Les formes commerciales sont:

- Aminox (ampoules buvables) - (Lourquin)

- Arkotonic (gélules) - (Arkopharma)

##### • PHOSPHOGENES (ATP-CP) (23)

La créatine phosphate est une molécule intéressante puisqu'elle permet, en perdant sa molécule de phosphore, de resynthétiser instantanément l'ATP. Elle constitue donc le réservoir d'énergie le plus rapidement utilisable.

Ce système intervient d'une manière privilégiée pour des exercices intenses de courte durée.

La resynthèse de la créatine phosphate par l'ATP a lieu essentiel-

-lement au cours du repos. Elle est d'autant plus rapide que la resynthèse de l'ATP est elle-même rapide.

Voici quelques formes commerciales:

-créatine phosphate:

.Ergadyl (comprimés) - (Pharmuka)

-ATP:

.Myoviton (comprimés) - (Labar)

.Surelen (ampoules buvables) - (Allard)

.Striadyne forte (comprimés) - (Ayerst)

.Vitathion a l'ATP (granulés) - (Servier)

.Ascencyl (ampoules buvables)

II-2-6-Produits homéopathiques et phytothé-

-rapiques:

L'effet bénéfique de certaines prescriptions homéopathiques, ainsi que phytothérapiques, sur la performance physique constitue depuis de nombreuses années un sujet de recherche.

a/Produits homéopathiques (24)

•AVANT L'EFFORT

-GTEleutherococcus TM: pour l'augmentation du tonus

-GT Cortex surrénal 3CH: pour l'augmentation de la résistance physique

-GT Ribes nigrum BG et AB Thyroïde 4CH: pour l'augmentation de la résistance au froid.

-Arnica 9CH: pour la diminution de la fatigue musculaire.

-Gelsemium 9CH: pour la diminution du trac.

-China 9CH: pour la diminution de la perte hydrosodée.

•PENDANT ET APRES L'EFFORT

-GT Eleutherococcus TM et Arnica 4CH sont donnés systématiquement.

-GT Ribes nigrum BG et AB Thyroïde 4CH: pour aider à lutter contre le froid.

#### •EN CAS DE FATIGUE MUSCULAIRE

On donne Arnica 9CH et Rhus toxicodendron 4CH après un effort prolongé.

#### b/Produits phytothérapeutiques

Ils sont le plus souvent utilisés comme toniques

-Eleuthérocoque (racine) - (Arkogélules)

La racine d'Eleuthérocoque est un stimulant général qui augmente la capacité de résistance à la fatigue et au stress et qui peut être utilisée dans toutes les situations qui nécessitent un effort particulier et un accroissement des performances physiques (surmenage, sports, rétablissement), ainsi qu'intellectuelles (examens).

-Le ginseng (racine)

C'est un tonique commercialisé sous forme de poudre de racine desséchée; la forme commerciale est : GINSENG ALPHA 500mg (gelules) (Alpha Omega)

-Thym, préle, persil

Ce sont des toniques utilisés sous forme de poudre dans: cachets Lesourd (Gabriel Lesourd)

-divers: lécithine de soja, Cynorrhodon, levure de bière, pollen, germes de blé, gelée royale.

#### II-2-7-Le sélénium:

Le sélénium est un oligoélément essentiel, constitué de la gluta-

-thion-péroxydase, enzyme clé intervenant dans la neutralisation des radicaux libres dont la production est importante au niveau des tissus où règne un métabolisme aérobie intense (coeur, muscles squelettiques, foie).

La vitamine E agit en synergie avec les systèmes chargés d'inactiver les radicaux libres.

Il semblerait que l'association de sélénium et de vitamine E agisse sur les performances et sur la capacité de récupération<sup>(33)</sup>.

Il s'agit de fixer les apports utiles, qui permettent de remédier à l'absorption, trop souvent déficitaire, de sélénium.

Comme forme commerciale, on trouve: Biosélénium (Herbayt), utilisé à raison de 60 à 90mg par jour chez l'adulte et 30mg par jour chez l'enfant, à jeun.

#### CONCLUSION

La pratique du sport qui connaît actuellement un grand développement nécessite une alimentation particulière spécialement adaptée à ce type d'activité. Elle a fait l'objet de nombreuses études qui ont permis de préciser non seulement le métabolisme des aliments énergétiques par excellence que sont les glucides, mais aussi celui des lipides et des protides, ainsi que l'important rôle des vitamines.

Nous avons été ainsi amenés à réviser quelque peu nos conceptions en matière d'alimentation du sportif et à prévoir une alimentation bien équilibrée, sensiblement différente de celle du sédentaire.

Pour cela, il est certainement très utile de pouvoir faire appel aux produits diététiques du commerce, c'est-à-dire à ces aliments dits "de l'effort" qui connaissent actuellement un très grand succès tout en se souvenant que le gain d'énergie dépend davantage des réserves accumulées pendant l'entraînement grâce à une alimentation longtemps équilibrée plutôt qu'une débauche d'aliments pris juste avant la compétition et qui risque de perturber le métabolisme.

Il est souhaitable que ce soit le pharmacien qui puisse garantir le choix judicieux de ces types de produits.

Lui seul sera capable de sélectionner avec discernement les produits de qualité répondant aux critères scientifiques énoncés

dans ce travail et les distinguer de certains produits lancés à grand fracas de publicité.

### III-APPLICATION AUX DIFFERENTS SPORTS:

#### III-1-Activités physiques de courte durée:

##### III-1-1-Sports à efforts longs

répétitifs: (9)  
-----

Exemples:

- sports de combat:boxe,lutte,judo...
- équitation
- volley-ball
- tennis

Les efforts sont répétitifs mais l'épreuve peut dépasser plusieurs heures.

Ces épreuves imposeront donc, en plus de la réhydratation, la prise de produits nutritifs solides.

Donc, on conseille tout au long de l'épreuve, de prendre:

- des produits reminéralisants
- des produits d'apport glucidique (liquides)
- des produits solides de digestion facile, sous formes diverses: pâtes de fruits, biscuits, tablettes.

A la fin de l'épreuve, la recharge en glucose et l'alcalinisation sont importantes; elles s'effectuent par:

- des produits reminéralisants
- des produits liquides à base de glucides.

##### III-1-2-Sports à efforts brefs

et uniques:  
-----

Ce sont essentiellement les sports de vitesse: athlétisme, cyclisme

(kilomètre lancé ou arrêté), natation (100 mètres ou 200 mètres), patinage de vitesse (500, 1000, 1500 mètres), ski alpin (descente, slalom et slalom géant).

L'énergie est fournie principalement à partir de la dégradation du glycogène (glycolyse anaérobie). Cette dégradation comporte plusieurs étapes:

la première de celles-ci est constituée par la libération de molécules de glucose, puis par la segmentation de celles-ci en molécules de pyruvate.

L'apport d'oxygène étant absent, l'hydrogène qui serait en phase aérobie combiné avec du gaz carbonique pour donner de l'eau, se combine ici avec le pyruvate pour former l'acide lactique.

Ce dernier pouvant constituer une réelle gêne en cas d'entraînement. Et, bien que les sels alcalins aient été plutôt étudiés sur des exercices d'endurance, ce sont eux qui, pour compenser cette baisse du pH du muscle devraient logiquement être utilisés en priorité.

On peut aussi conseiller d'utiliser des produits glucidiques afin de reconstituer plus rapidement les stocks de glycogène après l'effort.

Il convient toujours, avant tout de se réhydrater.

En conclusion, on conseille donc:

- des produits liquides d'apport glucidique
- des produits liquides reminéralisants

### III-2-Activités physiques de moyenne durée:

Il s'agit en général de sports ayant une mi-temps, un temps de pause. Ce sont les sports d'équipe: basket-ball, hand-ball, hockey, rugby, water-polo.

L'effort est soutenu assez longtemps (durée inférieure à une heure). Le travail musculaire étant intense, l'approvisionnement en oxygène devient insuffisant. L'acide lactique s'accumule et oblige l'individu à cesser l'exercice ou du moins à en réduire l'intensité.

Le rôle des produits reminéralisants et des sels alcalins en particulier, ainsi que le rôle des produits hydratants, reste toujours aussi important.

Dans un type d'exercice comme le football, les lipides participent relativement peu à l'apport énergétique: il faut en effet, pour produire la même quantité d'ATP, plus d'oxygène lorsque l'énergie est apportée par l'oxydation des glucides, ce qui rendrait leur utilisation peu avantageuse en cas d'exercice intense, en raison du mauvais approvisionnement en oxygène.

La déshydratation est telle qu'il est nécessaire, voire même indispensable, d'assurer une bonne réhydratation. La présence de sels est importante, le stock chlorosodé et liquidien devant être préservé.

En apportant des glucides, on peut modifier sensiblement l'utilisation musculaire du glucose et permettre le maintien de la glycémie à un niveau normal.

Donc, on conseille pour la mi-temps et après l'effort:

- des produits reminéralisants ou simplement de l'eau minérale
- des produits liquides d'apport glucidique
- des produits solides de digestion facile sous formes diverses: pâtes de fruits, biscuits, tablettes (glucose, ovomaltine).

Au repos, on doit assurer la couverture énergétique en augmentant légèrement la part des glucides dans l'alimentation.

### III-3-Activités physiques de longue durée

#### III-3-1-Sports de longue durée

sans pause:  
 =====

On peut citer le marathon (42 kms de course), la marche (10 kms, 20 kms et au-delà), le cross-country, la natation de grand fond (type



traversée de la Manche), cyclisme sur route, ski de fond (20, 30, 50 km) !

Il est capital, avant d'envisager de tels efforts, d'avoir une alimentation équilibrée.

Lors de tels efforts, la perte en eau peut atteindre 5 à 6% du poids du corps et quand on sait les dangers encourus par une telle perte d'eau, on voit le caractère primordial de l'hydratation.

Le risque majeur vient aussi du fait, qu'au cours de ces épreuves épuisantes, au niveau énergétique, il y a risque d'hypoglycémie même transitoire.

L'équilibre glucidique peut être maintenu par apport de glucides lents ou rapides.

Les études entreprises se sont, le plus souvent, portées sur la recherche, par absorption de sucres rapides, d'une augmentation du taux sanguin de glucose, avec diminution de l'utilisation des stocks de glycogène ainsi qu'une diminution de la néoglucogénèse.

Les lipides peuvent être utilisés pour permettre une utilisation accrue des acides gras libres comme substrat énergétique de remplacement, ce qui permet au muscle d'économiser ses réserves de glycogène.

Donc, on conseille, de façon rythmée, en quantité dosée tout au long de l'effort :

- des produits solides d'apport glucidique-lipidique (barres de céréales, pâtes de fruits, tablettes)

- des boissons à prédominance glucidique (ou préparation pour boisson)

- des produits liquides reminéralisants et à base de vitamine C

- des produits équilibrés en tant que substituts de repas puisque l'effort peut être long et qu'il n'y a pas de pause possible.

Au repos, il convient toujours de faire un repas approprié pour reconstituer les stocks énergétiques et non énergétiques.

III-3-2-Sports de longue duréeavec pause

Il s'agit de sports tels que:l'alpinisme,la spéléologie,le jogging,randonnées pedestres,les rallyes auto,moto.

Les problèmes nutritionnels propres à ces activités sportives sont les mêmes que ceux relatifs aux sports de fond à cette différence près qu'il est possible en cours d'épreuve de procéder à une réhydratation et à une alimentation dans des conditions à peu près normales.

L'hydratation et la recharge en sucres doivent donc toujours être assurées.

Troisième partie:

CONSEQUENCES D'ERREURS ALIMENTAIRES

CHEZ LE SPORTIF

Dans cette dernière partie, nous allons tenter de recenser les principaux troubles occasionnés par des désordres alimentaires chez le sportif. En effet, il est bien évident que le sportif a des exigences nutritionnelles bien définies et tout déficit aura de graves conséquences non seulement sur ses performances mais également sur son organisme.

La plus grande partie des études réalisées porte sur les troubles généraux fréquemment rencontrés et sur des cas particuliers de déficits.

#### I-GLUCIDES ET FATIGUABILITE: (25) (26)

L'ingestion de glucides est fréquemment utilisée par les athlètes afin d'augmenter leurs performances physiques. Ces sucres sont sous forme de glucose, de polymères de glucose et de précurseurs du glucose qui entraînent une réponse insulinaire, de même que le fructose.

La fatigue résultant d'un exercice physique d'intensité moyenne ou forte (supérieure à 50% de la  $VC_2$  max) semble être étroitement liée au stock de glucides disponibles et/ou à l'accumulation de lactate. En effet, la diminution de la performance physique chez des sportifs de haut niveau est en relation avec une diminution du glycogène hépatique (WAHREN, 1977), musculaire (BERGSTROM et al, 1967; HERMANSEN et al, 1967) et éventuellement du glucose sanguin (LEVINE et al, 1924).

Lorsque 75% du stock de glycogène hépatique est épuisé, on observe une baisse du glucose sanguin et donc une hypoglycémie responsable de fatigue.

Pour pallier à cette méforme, les sportifs ont tendance à ingérer de grandes quantités de glucides avant un effort physique.

Or, lorsque la concentration en glucose sanguin est supérieure de 30 à 50% à la normale, il s'ensuit une hyperinsulinémie dont les conséquences sont nombreuses.

Premièrement, elle retarde le processus de glycogénolyse hépatique. De plus, la mobilisation des acides gras libres (AGL) est inhibée. Ces deux sources énergétiques étant indisponibles, on observe une diminution rapide des stocks de glycogène musculaire entraînant

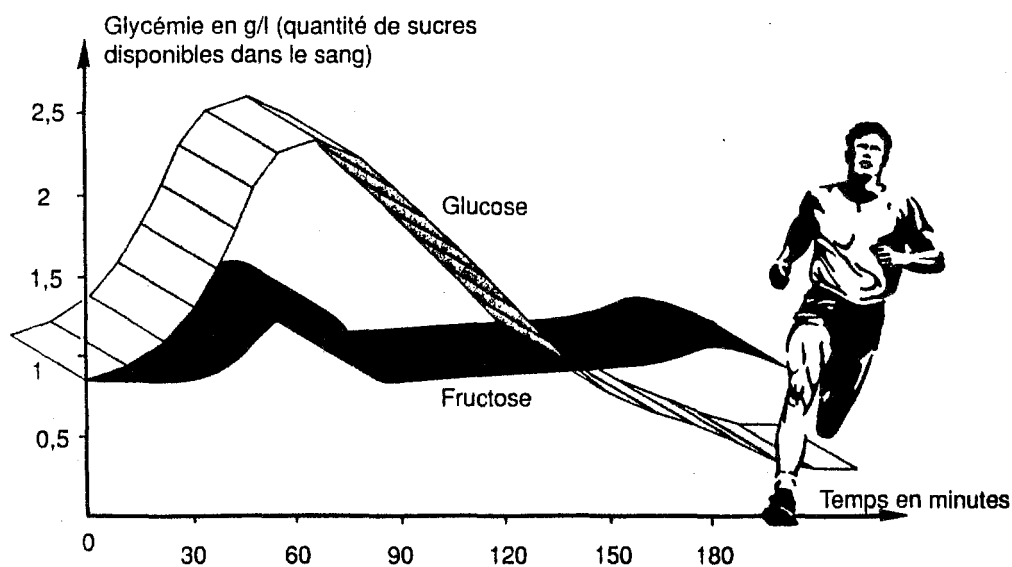
la fatigue.

Pour éviter ces désagréments, des auteurs ont proposé le fructose, isomère du glucose, comme sucre de remplacement. En effet, le fructose, lui, ne déclenche pas cette sécrétion d'insuline dont on vient de parler. De plus, son absorption lente favorise un apport de sucres étalé dans le temps.

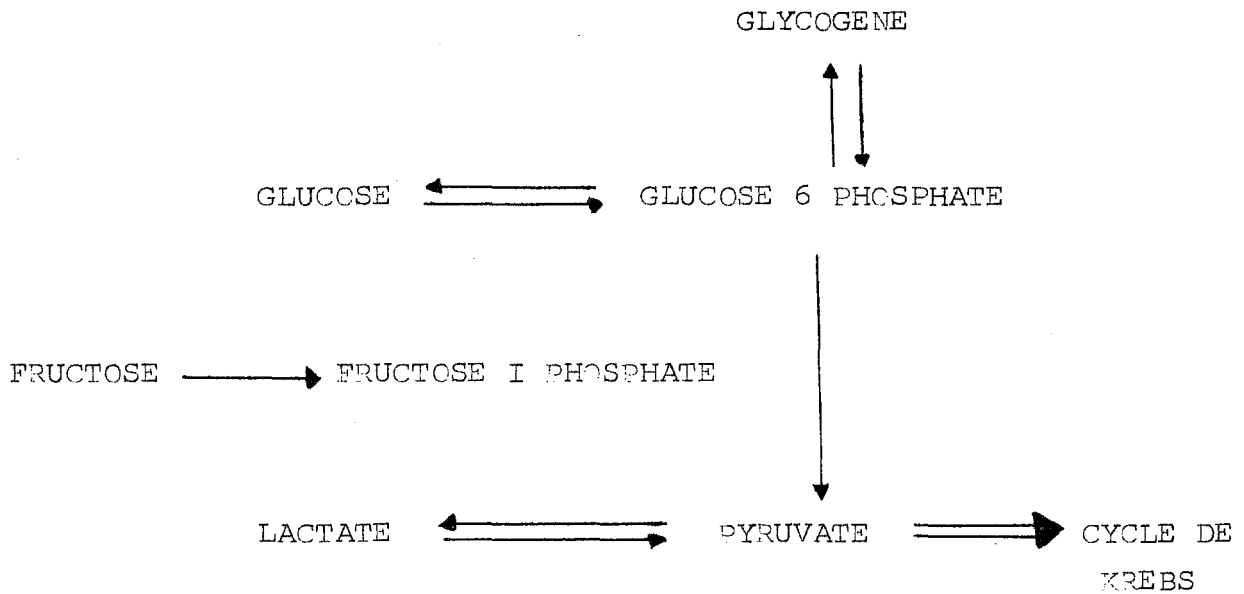
Par exemple, l'ingestion de fructose 45 minutes avant un exercice, permet de soutenir un effort intense pendant 30 minutes sans hypoglycémie, tandis que la consommation de la même quantité de glucose conduit à une hypoglycémie significative accompagnée d'une augmentation de l'utilisation du glycogène musculaire dès la vingtième minute de l'exercice.

Le risque de panne de glycogène musculaire est donc plus important après ingestion de glucose en phase précompétitive.

### ***Courbe de glycémie après ingestion de glucose ou de fructose***



Rappel sur le métabolisme du fructose:



Le foie est le site principal de son métabolisme, aussi bien après administration orale qu'administration intraveineuse.

Les produits terminaux de son métabolisme sont: le glucose, le lactate et le glycogène.

Sa capacité à favoriser la synthèse et à diminuer le catabolisme du glycogène explique vraisemblablement que la production hépatique du glucose ne soit que très discrètement augmentée après administration orale ou intraveineuse.

Le faible effet sur la production hépatique de glucose explique le faible effet hyperglycémiant du fructose.

Rappelons que la chute de la glycémie en dessous de 0,4 à 0,6 g par litre (valeur normale: 0,8 à 1 g par litre) se caractérise cliniquement par une fatigue d'apparition brutale en cours d'exercice, accompagnée d'obnubilation, d'anxiété, de pâleur et de sudation importante.

L'insuffisance d'apport de glucose au niveau du cerveau, seul carburant utilisé par cet organe, explique à elle seule ces manifestations.

Un sportif atteint d'hypoglycémie doit impérativement s'arrêter pour corriger ce trouble sous peine de connaître un sévère malaise, voire de tomber dans le coma.

Ce qu'il faut donc retenir, c'est l'étroite corrélation entre la disponibilité des glucides dans l'organisme et l'apparition de la fatigue.

En conclusion, nous pouvons affirmer qu'une ingestion de glucides présente deux objectifs:

- avant l'effort: augmenter les réserves de glycogène hépatique et musculaire

- avant et pendant l'effort: épargner le glycogène musculaire et optimiser la quantité de sucres circulant disponible, tout en évitant une réponse hyperinsulinémique.

En pratique, pour éviter l'hypoglycémie au cours d'un exercice intense, on peut recommander un mélange glucidique comportant 20% de glucose et 80% de fructose pris régulièrement pendant l'effort. La présence du glucose permet d'assurer une restauration très rapide de la glycémie, le fructose prenant le relais. Il est important de ne pas dépasser la proportion de 20% de glucose au risque de perdre le bénéfice des propriétés du fructose dont l'absorption serait modifiée. Mais, cet apport de glucose permet d'éviter les effets potentiellement délétères du fructose, essentiellement l'augmentation de la production de lactate, l'augmentation de triglycérides circulants et l'augmentation du taux d'acide urique.

En effet, la consommation de fructose a été incriminée dans la survenue d'une hypertriglycémie et d'une hyperuricémie. Cependant, ces effets indésirables sont observés avec des apports élevés de

fructose et chez les individus prédisposés. Une consommation journalière inférieure à 20 grammes ne paraît pas induire de tels effets. (26)

Quant à la reconstitution des stocks de glycogène, un seul repas suffit pour la restauration du glycogène hépatique associé à une prise de fructose qui la facilite.

Pour la reconstitution du glycogène musculaire, la prise de sucres simples assimilés dans les six premières heures suivant l'arrêt de l'effort, améliore la restauration des réserves. Cette reconstitution relativement longue atteindra cependant un niveau suffisant en 48 heures, si l'on prend soin de compléter cette prise de sucres rapides par l'ingestion de sucres lents au cours des repas.

## II-TROUBLES DIGESTIFS:

Ces troubles sont assez fréquents chez le sportif de haut niveau. De manière schématique, nous distinguerons:

- les troubles oeso-gastriques
- les troubles hépato-vésiculaires
- les troubles intestinaux.

### II-1-Les troubles oeso-gastriques

Ils sont souvent provoqués par de grossières erreurs d'hygiène alimentaire:

-l'absorption trop rapide des aliments; la mastication alors sacrifiée entraînera un travail accru et prolongé de l'estomac avec hypersécrétion gastrique. De plus, une salivation insuffisante entraîne une digestion incomplète des matières amylacées, d'où crampes diaphragmatiques et "points de côté".

-trop de boissons au cours des repas: les sucres gastriques dilués par ces boissons prolongent le temps de séjour des aliments dans l'estomac, stimulant exagérément la sécrétion d'acide chlorhydrique et de pepsine. Il en résulte des troubles



dyspeptiques et des digestions difficiles.

Le remède est simple: ne pas boire aux repas, ni dans la demie-heure qui les précède ou les deux heures qui suivent, manger lentement, mastiquer correctement.

Néanmoins, lorsque les troubles provoqués sont assez anciens, il faut, du moins pendant quelques semaines, adapter son alimentation courante aux principes du régime d'épargne gastrique.

Nous pouvons donner quelques recommandations générales:

- manger souvent 4 à 5 fois par jour
- se reposer un peu avant les repas
- manger assis, lentement
- éviter de boire aux repas
- fumer seulement dans l'heure qui suit les repas (ne pas fumer est bien sûr préférable)

## II-2-Les troubles hépato-vésiculaires

Notons que bon nombre de déchirures, claquages et autres élongations sont souvent le fait de sujets aux fonctions hépatiques perturbées. En effet, on sait que l'origine du glucose nécessaire au muscle effectuant un travail intense provient pratiquement exclusivement des réserves propres en glycogène que l'on trouve dans le foie. Donc, un mauvais fonctionnement de ce dernier entrave la mobilisation du glycogène et donc provoque des troubles musculaires. Cette souffrance hépato-vésiculaire relève de plusieurs causes parmi lesquelles nous retiendrons seulement la cause toxique:

- toxique alimentaire, chez les gros mangeurs de graisses ou de viandes qui surmènent le foie
- toxique type doping qui abîme la cellule hépatique.

Ces sujets bénéficieront d'un régime d'épargne hépatique et vésiculaire en évitant une alimentation trop grasse et des régimes produisant des déchets hépato-toxiques.

### II-3-Les troubles intestinaux:

Très fréquemment rencontrés dans les milieux sportifs, ils sont à l'origine de nombreux états de méforme. Si ces troubles se sont instaurés en quasi-chronicité, on peut parler de " constipation". Ce trouble peut frapper les sportifs, passagèrement, lors de l'intersaison le plus souvent, ou à l'occasion de l'arrêt de l'entraînement.

On lui suppose de multiples causes:

- une véritable " colopathie", d'origine comportementale, présentant de complexes ramifications psychologiques (stress du sportif à l'approche d'une compétition) ou d'origine organique (anomalie de la structure de l'intestin).

- une diminution de l'activité physique, voire son arrêt brusque et total. L'inactivité physique constitue sans aucun doute la cause essentielle des constipations. On ne peut que conseiller le maintien d'un minimum d'activité physique durant l'intersaison.

- une mauvaise alimentation pauvre en fibres dont le rôle dans les processus digestifs est primordial.

Exemple de trouble digestif à travers une consultation médico-chirurgicale du professeur WULLAERT (27):

-patient: -Pourriez-vous m'indiquer la pathogénie des nausées, voire des vomissements, pouvant apparaître lors d'exercices sportifs d'intensité soutenue?  
 -Peut-on y remédier uniquement par une alimentation avant l'effort sportif, et dans l'affirmative, combien de temps avant l'effort, et quel type d'apport alimentaire faut-il privilégier?

-Pr. WULLAERT: certains sujets peuvent effectivement présenter des vomissements à l'occasion d'un effort sportif soutenu soit au cours de l'épreuve, soit immédiatement à la fin de cette dernière. Dans la majorité des cas observés chez les sportifs, le déclenchement du vomissement lors de l'effort, est occasionné par l'association d'un facteur nerveux à une erreur alimentaire.

Presque toujours, ces vomissements surviennent lors d'une compétition que le sujet estime importante pour sa carrière sportive, et plus rarement lors de l'entraînement.

Sur le plan digestif, très souvent, la règle des trois heures n'est pas observée. Il doit en effet s'écouler un délai de trois heures entre la fin du repas précédant l'épreuve, et le début de cette dernière. Si le délai est plus court, l'afflux sanguin que nécessite le travail gastrique aura pour conséquence de diminuer l'irrigation sanguine au niveau des muscles et de ce fait réduira l'apport énergétique dans les fibres musculaires.

Par ailleurs, afin de ne pas irriter le diaphragme, il faudra éviter les aliments pouvant provoquer une aérocolie (le frottement de l'angle gauche du colôn distendu par les gaz sur la paroi inférieure du diaphragme pourra déclencher le phénomène nauséux).

Dans le même ordre d'idées, une trop grande réplétion gastrique (liquidienne en particulier) au cours du dernier repas pourra aussi être nocive, il en sera de même d'une insuffisance de mastication qui retardera la digestion et l'absorption de certains aliments (café au lait en particulier).

Quant au repas pré-compétition, sa composition est effectivement des plus importantes. Il comportera donc essentiellement des nutriments permettant d'apporter l'énergie durant l'effort avec une moindre consommation d'oxygène, c'est-à-dire principalement des glucides. Ces derniers seront équitablement répartis en sucres d'absorption rapide et d'absorption lente (hydrates de carbone). Le menu devra cependant rester équilibré mais il sera souhaitable lors de ce repas de ne pas absorber trop de viande rouge et de remplacer en partie ces dernières dans la ration protidique, par les protides animales du lait par exemple (laitages, fromages) afin d'éviter une surproduction de toxines dans l'organisme au moment de l'effort.

### III-TROUBLES OSSEUX, MUSCULAIRES, TENDINEUX: (28)

#### III-1-Les crampes:

Les observations sont d'une extrême fréquence.

La diététique n'est pas obligatoirement seule en cause: le matériel, les erreurs d'entraînement ainsi que certaines atteintes organiques peuvent être à l'origine de cette affection, terreur des sportifs.

Cependant, dans plus de la moitié des cas, une erreur alimentaire est la seule responsable de ces troubles.

Il pourra s'agir:

- d'une alimentation mal équilibrée (trop riche en protides)
- d'une hydratation insuffisante avant ou pendant le déroulement de l'épreuve
- d'un régime trop pauvre en sodium ou potassium.
- mais aussi assez souvent, d'un régime trop riche en chlorure de sodium: l'excès de ce dernier dans la ration alimentaire provoquant une fuite potassique.

### III-2-Les fractures:

Elles s'observent chez des sujets jeunes après un surentraînement, une longue marche ou un travail musculaire pénible. Elles siègent surtout sur les os du métatarse, le tibia, le péroné et le pubis. Elles n'ont rien de commun avec les fractures spontanées car elles intéressent toujours un os normal.

D'un point de vue diététique, la seule attitude à adopter est de perdre du poids (en cas d'excès pondéral) et de veiller à un bon apport protido-phosphocalcique (laitages) garant d'une moindre vulnérabilité osseuse.

### III-3-Accidents musculo-tendineux:

Ils regroupent les élongations, les claquages, les déchirures musculaires et tendineuses et les tendinites.

Nous avons étudié biologiquement et diététiquement des athlètes atteints d'accidents musculo-tendineux à répétition et nous avons été frappés par une série de faits:

- d'abord la très grande fréquence d'hépatites dans leurs antécédents

-ensuite la perturbation persistante, même plusieurs années après l'ictère, de certaines constantes biologiques (bilirubinémie libre et conjuguée, phosphatases alcalines)

-enfin, la notion diététique que ces athlètes sont non seulement des hypohydriques patents mais aussi des hypercaloriques et surtout des hyperprotidiques animaux.

Il conviendra donc, en dehors du traitement local approprié, de prévenir les accidents par une ration alimentaire quotidienne, bien hydratée, équilibrée en protéines (pas plus de 15% de la ration calorique globale).

D'autre part, en raison de la fréquence des perturbations des fonctions hépatiques, le régime pré-cité pour les troubles hépatobiliaires sera une excellente indication surtout s'il est alcalinisant, à base de laitages et de légumes avec diminution des apports carnés et céréaliers.

#### IV-TROUBLES METABOLIQUES:

##### IV-1-Hyperuricémie:

Il arrive souvent en faisant des bilans biologiques et alors que rien ne le laissait supposer que l'on trouve des taux anormaux d'acide urique sanguin. Cette hyperuricémie souvent supérieure à 100 mg par litre est d'interprétation physiopathologique difficile. Il s'agit de sportifs qui ont souvent une ration hydrique très insuffisante et qui sont dans de nombreux cas de grands mangeurs de viande. Mais, dans ces conditions, on s'attendrait à trouver des chiffres très élevés des différentes valeurs qui traduisent le catabolisme azoté. Or, le plus souvent celles-ci restent normales. Néanmoins, jusqu'à ce que l'uricémie ait retrouvé un taux normal, nous conseillons un régime comportant une liste d'aliments interdits:

-bouillons de viande, soupes de poissons, potages en sachets, en cubes.

-gibiers, tripes, ris de veau, abats, charcuterie.

-crustacés, coquillages.

-certains légumes: tomates, oseille, épinards, bettes, asperges,

choux, champignons.

-boissons alcoolisées, gazeuses, thé et café forts.

#### IV-2-Excès pondéral:

Dans ce cas, une perte de poids s'avère nécessaire notamment pour pouvoir accéder à certaines catégories (sports de combat, haltérophilie...).

Certaines personnes espèrent maigrir par le seul travail musculaire. Quelles que soient les causes qui conditionnent l'excès de poids, l'amaigrissement n'est possible que lorsqu'on restreint l'apport calorique. Il est bien certain que le régime amaigrissant sera d'autant plus rapide si le sujet en surcharge pratique un travail musculaire intense.

Dans le cas du sportif de compétition désireux de parvenir à son poids de catégorie, il ne faudra pas attendre le dernier moment pour perdre l'excédent pondéral. Une ration de famine, associée aux bains de vapeur et aux médicaments diurétiques la veille de la compétition ne peut être que préjudiciable à un bon rendement neuro-musculaire.

Connaissant son poids de forme, l'idéal pour le sportif serait de s'en rapprocher au maximum et de s'y maintenir. Pour cela, il doit connaître les grands principes alimentaires du régime amaigrissant.

#### V-EFFETS D'UNE CONSOMMATION REDUITE DE VITAMINES SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE:

Une grande partie des études a été effectuée dans les années 40, pendant ou juste après la deuxième guerre mondiale.

Des travaux plus récents et souvent mieux contrôlés viennent les compléter.

Comme nous l'avons vu brièvement dans la première partie, le sportif doit veiller à un apport suffisant en vitamines sous peine d'une diminution de ses performances.

V-1-Déficit en vitamine B<sub>I</sub>: (29)

Les travaux qui se sont intéressés à l'effet de la déficience en thiamine sur la performance sont peu nombreux.

La plupart des recherches sur les relations entre la vitamine B<sub>I</sub> et la performance ont été effectuées dans les années 40 (JOHNSON et al. 1942; EGANA et al. 1942; BARBOKA et al. 1943) et les résultats sont peu probants voire même contradictoires.

STEEL, nutritionniste américain, a collecté lors des jeux olympiques de Mexico, les données d'un questionnaire portant sur les habitudes alimentaires des athlètes. Cette enquête, au sein de l'équipe australienne, semble démontrer l'influence de la thiamine sur la performance.

Certains athlètes australiens ayant réalisé les meilleures performances avaient ingéré plus de thiamine que d'autres aux résultats inférieurs, chez qui l'apport en thiamine était au deçà de la dose normalement recommandée.

De nombreux auteurs sont donc d'accord pour affirmer que la vitamine B<sub>I</sub> a une activité tonique intéressante, aboutissant à de meilleures performances, avec:

- diminution des temps de récupération
- atténuation de la fatigue
- disparition des crampes musculaires.

D'autres auteurs sont beaucoup plus circonspects et prétendent que la supplémentation en vitamine B<sub>I</sub> reste sans effet.

Il semblerait que ces divergences soient dues au fait que lorsque le sujet est saturé en thiamine, toute supplémentation est inutile. Par contre, chez l'individu carencé, son rôle est favorable et son utilisation corrige les troubles résultant de la carence.

Cette carence directe est rare. Mais la carence "indirecte" peut se trouver réalisée par exemple:

- chez certains sportifs dont la ration comporte trop de

sucres raffinés ou de céréales non complètes, et dans les consommations prolongées et exagérées de boissons alcoolisées

- dans certaines coliques chroniques
- enfin, les sulfamides et antibiotiques surtout, modifiant la flore intestinale, peuvent entraîner des carences vitaminiques frustrées.

#### V-2-Déficit en vitamine B<sub>2</sub>: (30)

Dans les deux études (KEYS et al. 1944; CONSOLAZIO et al. 1983) portant sur la déplétion en vitamine B<sub>2</sub> aucune modification de la performance n'a été mise en évidence.

Un apport journalier de 0,07 mg par jour de riboflavine, bien que suffisant pour entraîner une déplétion des réserves corporelles, ne semble pas avoir d'effet sur l'endurance et la consommation d'oxygène.

Cependant, mais ceci n'est pas démontré, la vitamine B<sub>2</sub> réduirait l'incidence des crampes musculaires.

#### V-3-Déficit en vitamine C: (31)

Peu d'études rigoureuses ont tenté d'évaluer l'influence de la vitamine C chez les sportifs (WILLIAMS). Aucune d'elles ne rapporte un quelconque effet bénéfique faisant suite à une supplémentation située entre 20 et 550 mg par jour.

D'après la plupart de ces travaux, l'exercice augmente les besoins en acide ascorbique (BELKO, 1987).

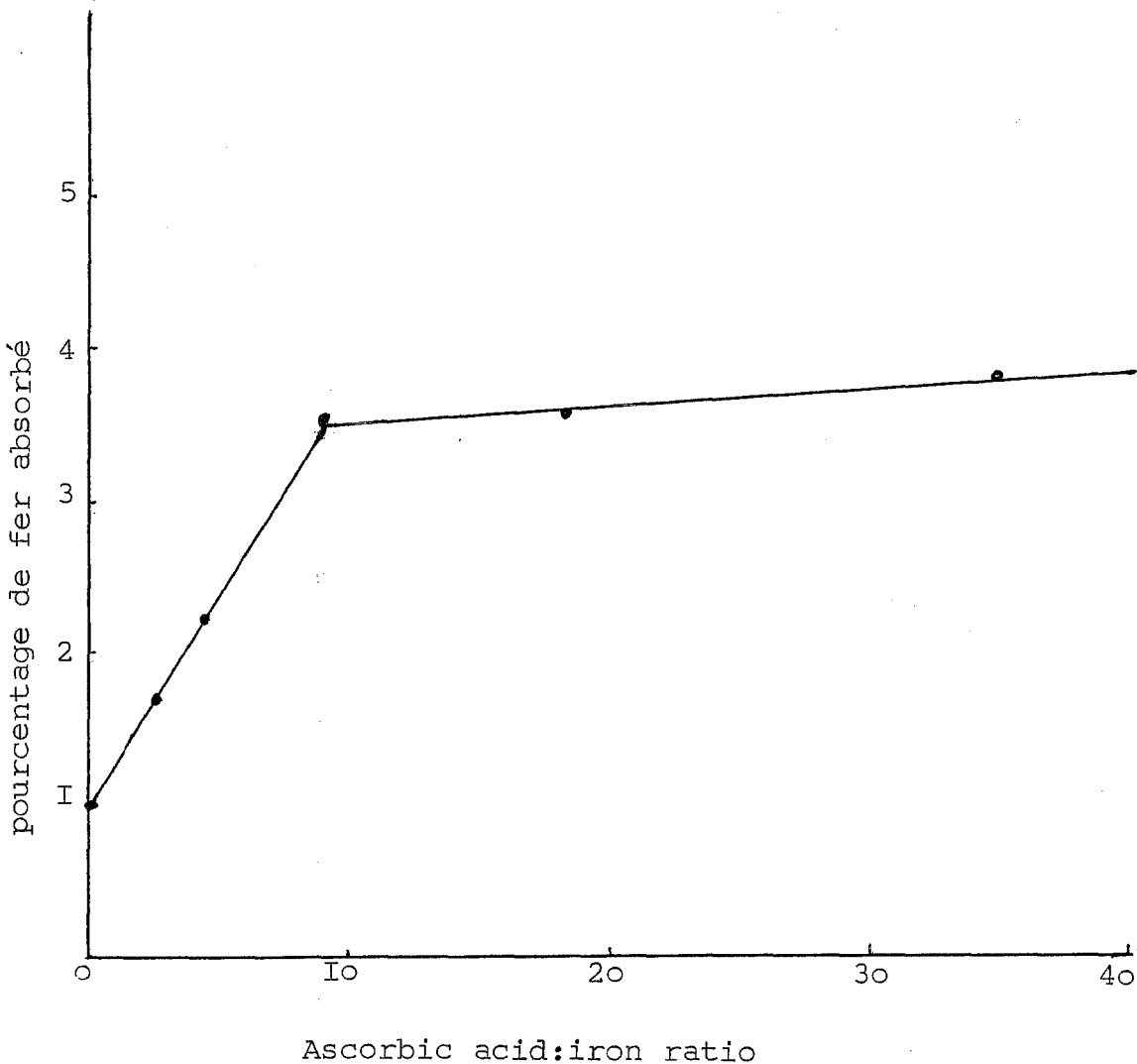
Sur le plan physiologique, de nombreuses expériences ont permis de montrer l'action incontestable de la vitamine C sur le tonus général, la forme physique et la résistance à la fatigue.

Pour des apports inférieurs aux besoins (300 à 500 mg), outre la fatigue, d'autres troubles surgissent: fatigue, vulnérabilité accrue au stress et aux maladies.

Mais l'un des rôles majeurs de la vitamine C est sa capacité à accroître l'absorption du fer au niveau intestinal, et ce pour des apports très faibles (40 à 50 mg).



En effet, le fer alimentaire est absorbé au niveau intestinal à partir de deux pools distincts: le fer hémunique et le fer non hémunique. Le premier dérivé de l'hémoglobine et de la myoglobine, est bien absorbé et cette absorption est très peu affectée par les autres composants du repas. En revanche, l'absorption du fer non hémunique, c'est-à-dire le pool mobilisable pour la synthèse de l'hémoglobine et donc pour l'oxygénation tissulaire, est, elle, très influencée par la composition du repas et en particulier par le taux d'acide ascorbique:'



Effet de la vitamine C sur l'absorption du fer

#### V-4-Déficit en vitamine A:

Il est impossible de conclure sur un effet quelconque de la vitamine A lors de l'exercice physique.

La seule étude (WALDE et al. 1942) de déplétion alimentaire effectuée n'a pas permis de modifier les concentrations plasmatiques de vitamine A. Les stocks hépatiques importants devraient protéger le sportif normalement alimenté de toute déficience biochimique en vitamine A.

#### V-5-Déficit en vitamine PP:

Aucun travail n'a directement étudié les effets d'une déficience en vitamine PP sur l'exercice physique. Cependant, JETTE et al ont apporté une diminution significative de la  $VO_2$  max au cours de la phase d'apport glucidique d'un régime dissocié scandinave et l'ont associé à une diminution de l'ingestion de vitamine PP.

Cependant aucune relation de cause à effet n'a pu être établie.

#### CONCLUSION SUR LES ETUDES DE DEPLETION ALIMENTAIRE

On s'aperçoit donc que les travaux portant sur les conséquences d'une déficience en vitamines chez le sportif sont très peu nombreux.

Les quelques études portant sur le statut biochimique en vitamines chez des populations sportives mettent en évidence un pourcentage de déficiences vitaminiques non négligeables.

D'autre part, de nombreuses études de déplétion alimentaire montrent qu'une déficience vitaminique est associée à une baisse de la performance physique. Chez des sportifs ayant une déficience vitaminique biochimique déclarée ou bien chez des sujets à risque élevé de déficience (période d'entraînement intensif, sports à catégories de poids, exercices extrêmes...), une supplémentation appropriée peut être recommandée. Il ne faut pas cependant succomber au mythe de la survalorisation de mégadoses de vitamines qui sont sans efficacité sur la performance.

Les vitamines ne sont pas un substitut de l'entraînement physique.

Un statut normal permet seulement d'éviter une contre-performance. Cependant la supplémentation vitaminique à des doses pharmacologiques est une pratique courante chez certains sportifs. Plus de 60 études ont été publiées sur ce sujet depuis 1930. Cependant, il n'y en a qu'une minorité qui suggère que des doses pharmacologiques de vitamines ont une efficacité sur la performance physique.

La critique que l'on peut faire à la majorité de ces travaux est que le statut biochimique en vitamines n'a pas été contrôlé avant l'expérience.

Lorsqu'un effet positif est rapporté, il est donc impossible de savoir si la supplémentation vitaminique a permis de corriger une déficience existante ou bien si l'effet apparaît chez des sportifs non déficients.

Dans l'état actuel des connaissances et compte-tenu des études les plus récentes (30), on peut conclure que la supplémentation vitaminique chez des sportifs ayant un statut normal n'entraîne pas d'amélioration de la capacité à réaliser un exercice physique.

## VI-EFFETS D'UN DEFICIT EN OLIGO-ELEMENTS:

### VI-1-Déficit en fer: (32)

Le fer est un élément sur lequel les études ont été très nombreuses non seulement car le fer est un composant essentiel de l'hémoglobine (responsable du transport de l'oxygène aux tissus), mais aussi car de nombreux travaux indiquent que les déficiences en fer sont très fréquentes et qu'un exercice éprouvant peut entraîner un trouble de son métabolisme (expérience du Val de Marne, 1991).

Plusieurs travaux (dont l'expérience du Val de Marne) ont en effet mis en évidence, surtout chez les coureurs de longue distance, un faible taux de ferritine plasmatique et/ou un faible taux d'hémossidérine dans la moelle osseuse et/ou une diminution du nombre de cellules hématopoiétiques dans la moelle osseuse.

Notons que DUFAUX et al. (1981) ont détecté chez des coureurs des taux de ferritine sérique, de fer sérique et d'haptoglobine sérique inférieurs aux taux relevés chez les témoins, alors que les rameurs

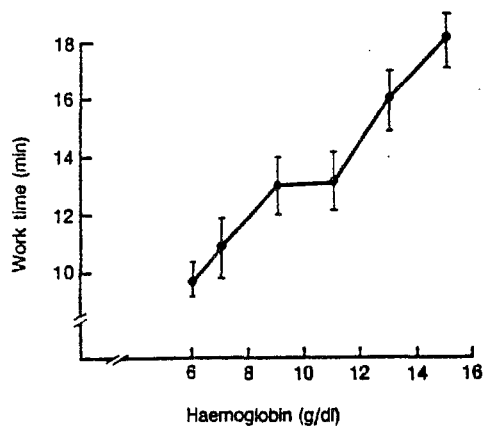
présentaient une ferritine sérique supérieure à celle des témoins. Comment peut-on expliquer ces observations?

Il convient tout d'abord de bien distinguer la déficience en fer consécutive à un défaut d'apport en fer, de ce que l'on appelle "l'anémie du sportif", qui semble d'avantage relever des modifications du métabolisme du fer chez le sportif plutôt qu'une véritable anémie nutritionnelle.

En effet:

-un taux de ferritine plasmatique faible (ou d'hémoglobine faible) peut traduire un véritable déficit en fer (ou une véritable anémie) si les apports alimentaires sont insuffisants ou si d'autres facteurs sont mis en jeu (perte accrue).

Plusieurs auteurs ont montré que la capacité physique était diminuée en cas d'anémie (GARONER et al. 1977; EDGERTON et al. 1981; DAVIES et al. 1973; VITERI et al. 1974)



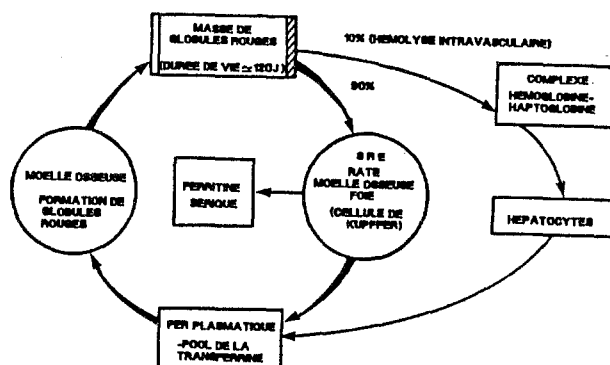
Maximal treadmill work time and haemoglobin concentration of Sri Lankan women. Data from Gardner et al. (1977).

En outre ANDERSON et al. (1970) ainsi que SCHOENE et al. (1983) ont observé que la supplémentation en fer de sujets présentant une anémie par carence en fer normalisait leur statut. ANDERSON et al. ont alors constaté une amélioration de la capacité physique tandis que SCHOENE et al. ont mis en évidence une diminution de la production de lactate après effort et donc une disparition des crampes. Les auteurs pensent qu'une faible anémie pourrait altérer la teneur en oxygène du sang artériel de manière suffisante pour affecter le métabolisme aérobie.

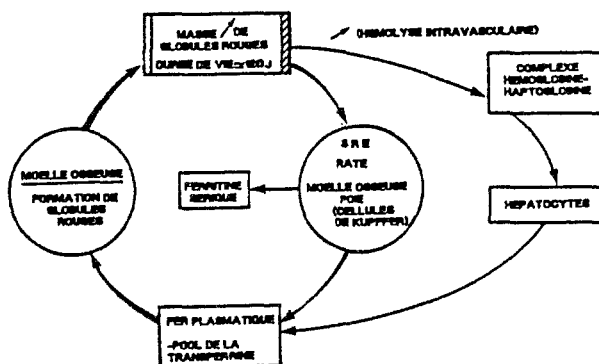
L'étude de OERKKIO et al. (1985) menée chez des rats déficients en fer a montré que la performance physique pouvait être altérée à la suite d'une diminution de la capacité oxydative du muscle, à un stade où l'apport d'oxygène au muscle est encore efficace.

-Par contre, ce qu'on appelle "anémie du sportif" et qui se traduit également par un faible taux de ferritine sérique et/ou une hémoglobinémie basse relève d'une réponse physiologique à l'effort et non d'une véritable anémie nutritionnelle. Ce phénomène pourrait être expliqué d'après MAGNUSSON et al. (1984) par une modification du métabolisme du fer. (cf. schéma

#### A. FORMATION ET DESTRUCTION DES GLOBULES ROUGES CHEZ LES SUJETS NORMAUX



## B. FORMATION ET DESTRUCTION DES GLOBULES ROUGES CHEZ LES COUREURS



Un faible taux d'haptoglobine sérique trouvé chez la plupart des coureurs de longue distance indique une augmentation de l'hémolyse intra-vasculaire. La formation du complexe hémoglobine-haptoglobine évite la fuite urinaire de l'hémoglobine. Ce complexe est capté par les hépatocytes.

On assisterait donc à une déviation du catabolisme des érythrocytes depuis le système réticulo-endothélial vers l'hépatocyte. Cela pourrait expliquer un faible taux d'hémosidérine au niveau de la moelle osseuse et un taux de ferritine sérique bas.

Par ailleurs, l'équipe de MAGNUSSON avance une explication complémentaire selon laquelle il y aurait chez l'athlète entraîné un accroissement de la délivrance de l'oxygène aux tissus. Les récepteurs à l'origine de la régulation de l'érythropoïèse recevraient donc l'information selon laquelle le taux d'hémoglobine est plus élevé qu'il n'est réellement, ce qui provoquerait une diminution relative de la production d'érythropoïétine et un établissement de l'hématocrite et de l'hémoglobinémie à un niveau inférieur.

Qu'en est-il des pertes en fer provoquées par le sport?

PAULEF et al. (1983) ont estimé que les pertes en fer par la sueur chez des coureurs à pied faisant 125 à 300 Kms par semaine tout au long de l'année, pouvaient dépasser 1mg par jour, ce qui n'est pas négligeable.

D'après PRASAD et al. (1963), sous climat chaud, les pertes en fer par la sueur seraient supérieures à 2,5mg par jour (de 2,5 à 13mg par jour) selon l'importance de la sudation.

COUSOLAZIO et al. (1963) ont observé des pertes en fer par la sueur d'environ 0,3mg par litre, lors d'un séjour de sept heures et demi à 37,8°C, soit une perte totale d'environ 1mg pour la durée de l'épreuve, perte représentant 4 à 5% des pertes quotidiennes totales de fer.

Les pertes de fer peuvent également provenir de saignements digestifs à l'effort, ceci ayant été remarqué chez des coureurs par STEWART et al. (1984), Mc CABE et al. (1986), FISCHER et al. (1986). Enfin, elles peuvent avoir pour origine l'élimination urinaire, lorsque les capacités de transport de l'haptoglobine se trouvent dépassées.

Pour conclure, nous pouvons dire qu'un déficit en fer provoque une nette diminution de la performance sportive et que les athlètes présentant ce risque sont ceux dont les apports en fer n'atteignent pas les apports recommandés pour le sujet d'activité normale (femmes sportives essentiellement), ainsi que les coureurs de longue distance qui sont exposés à des pertes en fer par la sueur et par les voies gastroduodénales et urinaires.

Concernant "l'anémie du sportif" dont le mécanisme n'est pas encore bien connu, une supplémentation en fer ne semble pas justifiée, d'autant plus qu'une prise excessive de fer peut provoquer des troubles gastrointestinaux et surtout inhiber l'absorption du zinc (en raison de leurs caractéristiques physico-chimiques similaires). Il a été démontré que ceci se produisait pour un apport fer/zinc supérieur ou égal à 2.

VI-2-Autres oligo-éléments:(4)a/Le zinc:

Il est décrit dans la littérature qu'un sérieux déficit en zinc entrave la croissance et la composition des muscles, le zinc participant à la synthèse des acides nucléiques et des protéines.

HARALAMBIE (1981), de même que DRESSENDORFER et al. (1980) ont montré que les sportifs présentaient un taux de zinc sérique (à jeun) inférieur à celui des témoins.

L'administration de zinc en tablettes (135mg par jour) a provoqué une augmentation de la force et de l'endurance des muscles testés (KROTKIEWSKI et al. 1982).

Après un exercice physique bref (30 minutes de bicyclette ergométrique), OHNO et al. (1982) ont observé une diminution des taux érythrocytaires de zinc. Après un entraînement sur bicyclette, à raison de six fois par semaine pendant deux semaines, ils ont relevé une élévation des taux "pré-exercice" par rapport aux taux "pré-exercice" initiaux, alors que l'exercice a induit une diminution de ces taux de la même manière que la première fois.

Dans une autre étude, OHNO et al. (1985) ont mis en évidence, après trente minutes de bicyclette ergométrique, une augmentation du zinc plasmatique total et du zinc lié à l' $\alpha_2$ -macroglobuline. Le zinc lié à l'albumine n'a pas été modifié.

Ces résultats suggèrent, d'après les auteurs, qu'un exercice physique bref provoque un mouvement du zinc vers le plasma.

D'après LUKASKI et al. (1984), cette mobilisation du zinc des tissus vers le plasma est altérée lors d'un déficit en zinc.

COUZY et al. (1987) ont montré qu'un effort de longue durée (triathlon d'environ trois heures) provoquait une augmentation de la zincémie. Il semblerait que le zinc soit relargué du muscle dans le sang sous forme de complexes zinc/acides aminés. Il s'en suit une augmentation de l'excrétion urinaire du zinc qui correspond à environ 2mg de zinc alimentaire.

Chez un groupe de jeunes athlètes de haut niveau, on observe une baisse de la zincémie ainsi qu'une augmentation de l'excrétion



urinaire du zinc au cours de leur saison d'entraînement. Cette baisse ne peut être expliquée ni par des variations dans les régulations hormonales ou dans l'alimentation, ni par d'autres facteurs (pathologies...) et semble donc bien résulter d'une altération du statut en zinc chez ces athlètes.

En revanche, ANDERSON et al. (1984) n'ont pas observé de modifications du taux de zinc sérique aussitôt après une course de "six miles" (effort de moins longue durée: environ 45 minutes). Ils ont constaté une diminution de ce taux deux heures après l'exercice ainsi qu'une augmentation importante de l'excrétion urinaire du zinc le jour de la course, par rapport à un jour de repos.

Pour résumer, tous les auteurs sont donc à peu près certains qu'un très fort pourcentage d'athlètes subissant un entraînement intensif présente des taux de zinc sériques bas traduisant un statut altéré en zinc. Cela pourrait avoir comme conséquence une altération de la fonction musculaire avec une diminution de la capacité d'endurance du muscle.

L'idée donc d'une supplémentation en zinc chez le sportif peut apparaitre attrayante. Cependant, il faut se montrer prudent car de la même façon que le fer, une dose excessive de zinc peut inhiber l'absorption du cuivre. Une consommation régulière (supérieure à six semaines) de zinc dépassant 50mg par jour a provoqué un déficit en cuivre chez un groupe de sportifs (FISCHER et al., 1984)

De plus, mais cela nécessite d'autres études, un abus de zinc (160mg par jour) pendant seize semaines (lors d'une expérience menée par HOOPER, 1980 chez des athlètes de haut niveau) a induit une diminution importante de la concentration en HDL cholestérol, c'est-à-dire la fraction non athérogène du cholestérol total.

En conclusion, les nutritionnistes conseillent une supplémentation en zinc de 15mg par jour.

#### b/ Le cuivre:

Il existe peu d'études sur les relations entre le cuivre et

le sport.

Il a été démontré (CONSOLAZIO 1964) que les pertes en cuivre par la sueur chez le sportif peuvent être très importantes (jusqu'à 40 à 70% des apports recommandés pour le non sportif) et donc justifier des apports supérieurs à ceux du non sportif.

Un déficit en cuivre altère la formation du cartilage (important chez le jeune athlète) et perturbe le métabolisme du fer.

En ce qui concerne les autres éléments essentiels tels que l'Iode, le Sélénium ou le Chrome, nous disposons également de peu de travaux dans ce domaine.

Certes, nous savons que le sportif a des besoins plus élevés que le non sportif mais l'état d'avancement de nos connaissances ne permet pas, à ce jour, de chiffrer ce besoin supplémentaire, ni de décrire les conséquences d'un déficit en ces différents oligo-éléments.

### VI-3-Equilibre hydro-électrique et minéral:

#### VI-3-i-Importance d'un bon

#### équilibre hydrique:

On observe que la déshydratation fait baisser les performances et diminuer l'endurance.

La capacité de travail diminue avec la perte d'eau. Cette diminution est proportionnelle au pourcentage de diminution du poids corporel lors de l'effort. Une perte de liquide de 2% par rapport au poids du corps (ce qui représente environ un litre à un litre et demi pour un individu de 70Kg) réduit la capacité à accomplir un effort d'environ 20%.

Une déshydratation de 4% du poids du corps fait perdre 40% de la capacité de travail à 18°C et 60% de cette activité à 41°C.

L'influence de la perte de liquide sur la capacité physique est majorée par l'augmentation de la température extérieure.

Une perte de liquide qui dépasse 10% du poids du corps peut entraîner

une syncope et même être fatale. A partir d'une baisse de 4% du poids corporel, le volume du liquide extra-cellulaire (et donc le volume sanguin) diminue de façon sensible; le débit cardiaque baisse ainsi que la quantité de sang distribuée au muscle en activité et à la peau où la chaleur se dissipe. La pression artérielle diminue. L'athlète se sent faible et fatigué. En même temps, la fréquence cardiaque augmente. Enfin, la diminution du débit sanguin cutané réduit les pertes de chaleur et la température corporelle s'élève. Lors de l'exercice physique, il y a production de chaleur. La perte hydrique permet d'éliminer tout risque d'hyperthermie en faisant baisser la température corporelle. La sueur est donc un corollaire normal de l'effort tout en contribuant aussi à l'élimination des déchets.

Une insuffisance de boissons peut provoquer outre une fatigue importante, une constipation, des accidents musculaires et des calculs rénaux. Une déshydratation aigue ou une hyperthermie peuvent entraîner un risque de nécrose musculaire, d'insuffisance rénale ou de collapsus cardio-vasculaire.

La chaleur produite par l'effort doit être éliminée par une perte d'eau. Le sportif a donc l'obligation de se réhydrater pendant l'exercice si celui-ci dure longtemps, pendant la mi-temps, si mi-temps il y a et bien sûr après l'effort.

N'oublions pas que boire trop peu expose le sportif le jour de la compétition à un risque:

- d'accident musculaire: claquage, élongation, contracture
- d'accident tendineux: tendinite
- de baisse de rendement jusqu'à 20 à 25%
- d'insolation et de coup de chaleur.

#### VI-3-2-Sodium et potassium:

On sait que le sodium et le potassium sont indispensables à l'organisme et ont un rôle très important dans la contraction muscu-

-laire. Ils sont contenus dans la plupart des aliments courants et une alimentation équilibrée est en général amplement suffisante pour répondre aux besoins courants. Leur élimination s'effectue par la diurèse d'une part et la voie sudorale d'autre part.

L'élimination par la sueur peut augmenter lors des activités physi-ques, surtout si la température extérieure est élevée, car dans ce dernier cas l'organisme augmente la sudation afin de lutter contre l'hyperthermie. Cependant la concentration sudorale de ces deux éléments restent très faibles. Il est le plus souvent inutile de prévoir une adjonction de ces substances à la ration alimentaire sous forme galénique telles que les comprimés de chlorure ou de gluconate de potassium et de chlorure de sodium. Cela peut parfois être dangereux: une augmentation des ions sodium entraîne automati-quement une réplétion d'eau pour maintenir l'isotonie tant dans le sang que dans le liquide interstitiel d'où une surcharge pondé-rale qui ne facilitera en rien l'effort sportif.

Quant au potassium, son adjonction à une boisson glucosée, retarde l'absorption intestinale de cette dernière et l'hyperkaliémie peut être aussi à l'origine de divers troubles (en particulier cardiaques).

Rappelons les aliments particulièrement riches en potassium:

- levure sèche
- fruits secs
- lentilles
- bananes

#### SIGNES D'UNE HYPOKALIEMIE:

Elle se caractérise par de la lassitude, de la parésie dans les membres et une fatigue musculaire importante occasionnant l'appari-tion de crampes.

Un apport de potassium suffisant (sous forme de boissons pour sportifs vendues dans le commerce) avant ou après l'effort semble utile pour prévenir la chute de la kaliémie.

SIGNES D'UNE HYPONATREMIE:

On a longtemps considéré qu'ajouter du sel aux boissons de l'effort était superflu. Il peut s'ensuivre une chute de tension avec perte de vigueur, prostration, désorientation, incohérence des propos et respiration rapide. Si l'on ne combat pas rapidement le phénomène, il peut même provoquer un coma mortel.

La boisson de compétition doit donc comporter du sel à teneur variable en fonction:

-du type d'exercice: intensité relative, durée

-des facteurs climatiques ambiants (température et humidité de l'air):

• pour des exercices n'excédant pas 4 heures en ambiance confortable, l'apport d'eau faiblement minéralisée est souhaitable. Cela permet de lutter contre l'hyperosmolarité et d'éviter les accidents liés à l'hyperthermie.

• pour des exercices de très longue durée avec température et humidité très élevées, un apport de sodium est nécessaire (environ 20 mEq par litre d'eau de boisson).

VI-3-3-Magnésium et calcium:  
-----

a/Magnésium:

LUKASKI et al. (1983) ont montré que le magnésium plasmatique mesuré à jeun était corrélé positivement avec la consommation maximale d'oxygène parmi les athlètes, cette corrélation n'étant pas retrouvée avec les témoins non sportifs.

L'hypothèse formulée par les auteurs est que le magnésium ionique pourrait faciliter l'apport d'oxygène aux muscles chez les sujets entraînés, ce qui améliorerait la capacité d'endurance.

Par ailleurs, le sport occasionne chez l'homme des pertes sudorales pouvant aller de 21 à 57mg par litre de sueur alors que la concentration habituelle du magnésium dans la sueur est de 6 à 7mg par litre (DURLACH, 1985).

Donc il est essentiel que le sportif ait un bon statut en magnésium. Or les enquêtes alimentaires ont montré que les apports en cet élément chez le sportif atteignaient rarement les apports recommandés pour le non sportif. Les sportifs seraient donc des sujets présentant un risque de subcarence en magnésium, d'autant plus qu'il existe des pertes inévitables par la sueur.

Donnons quelques aliments riches en magnésium:

- cacao
- germe de blé
- soja
- épinards
- fruits secs et légumes secs.

#### SIGNES D'UNE HYPOMAGNESEMIE:

On peut observer des spasmes, des convulsions ou des troubles à aspect épileptique.

Mais les symptômes les plus habituels restent des crampes, des nausées, des problèmes de sommeil, de la fatigue en phase de digestion des étourdissements et une moins bonne récupération.

#### b/Calcium:

Les relations entre l'effort physique et la "santé osseuse" comportent plusieurs aspects.

Nous pouvons dire:

-qu'un exercice physique régulier provoque une augmentation de la densité minérale de l'os, que ce soit chez le sujet jeune ou le sujet ayant dépassé le stade de maturité osseuse (Mc DONALD et al. 1986; EMIOLA 1978).

-qu'un exercice physique régulier pourrait prévenir une perte osseuse.

-et qu'à l'inverse, dans certains cas, un effort physique intense peut être à l'origine de fractures dites "de fatigue", fréquemment rencontrées chez les athlètes (DAFFNER 1982; TOURNE 1987)

et à plus forte raison chez les sujets non préparés.

Ces fractures résultent-elles d'une déminéralisation, d'un défaut d'apport calcique, d'un mauvais capital osseux de départ? Autant de questions qui demeurent aujourd'hui sans réponse.

Notons quelques aliments riches en calcium:

- laitages
- huitres
- soja
- amandes.

SIGNES D'UNE HYPOCALCEMIE:

On peut remarquer des crises de tétanie parfois violentes mais le plus souvent limitées à des bouffées de chaleur, une brusque sudation, une accélération du pouls au repos et des étourdissements. Ces troubles sont en fait assez proches de ceux déterminés par l'hypomagnésémie.

En fait, l'amélioration de la qualité de l'alimentation reste une des mesures de prévention les plus efficaces.

## CONCLUSION

En conclusion, il me semble nécessaire de rappeler l'importance du conseil à l'officine car, en effet, le pharmacien se trouve souvent confronté à des problèmes liés au besoin d'énergie avant, pendant et après l'effort qu'occasionnent les activités physiques d'un sportif entraîné mais aussi d'un sportif dominical. Il faut rappeler que la meilleure recette pour garder la forme réside avant tout dans une alimentation équilibrée. Une bonne alimentation suffit donc au sportif occasionnel. Mais parfois, en mal de tonus ou de vitalité, il peut être tentant de vouloir améliorer ses performances avec des produits de l'effort. Certes, ceux-ci, on l'a vu, présentent une utilité certaine en empêchant la survenue de crampes, coups de pompe et autres fatigues. Mais le pharmacien, en tant que garant de la bonne santé de ses patients, doit les alerter sur les effets néfastes occasionnés par toute forme d'abus. Certains consommateurs se ruent sur ces produits comme si c'était une potion magique et croient qu'il suffit d'avaler n'importe comment un produit spécial pour que la performance soit aussitôt accrue. Le pharmacien doit faire valoir le fait que ces produits, s'ils s'avèrent utiles, entrent dans le cadre d'une alimentation équilibrée différente selon l'individu, le sport pratiqué et les conditions dans lesquelles il est pratiqué. Une enquête récente montre que peu nombreux sont les sportifs qui ont une alimentation spontanément équilibrée (environ 20% d'entre eux à peine) et les désagréments ou même les troubles plus graves pendant un effort sont fréquents. Le conseil à l'officine reste donc à ce niveau plus que jamais primordial et la diététique un domaine où le pharmacien doit mettre à profit ses compétences.



## BIBLIOGRAPHIE

I.J.P.BLANC = AMPHORA

Diététique du sportif-"Que manger pour être en forme?"

2.Aspects nutritionnels de la préparation biologique.

Sport medicine actualités,n°45,mars 1990,p.2-8.

3.COOPER M.B,JONES D.A,EDWARDS R.H,CORBUCCI G.C,MONTANARI G  
TREVISANIC C.

The effect of marathon running on carnitine metabolism and on some aspects of muscle mitochondrial activities and antioxydant mechanisms.

J.Sports-Sci 1986-autumn,vol.4(2),p.79-87.

4.C.PAGEAUX,D.MAGNAN

Une nouvelle chance pour le sport.Les apports nutritionnels  
Ed. sport et vie 1990.

5.JACKSON M.J

Muscle damage during exercice:possible role of free radicals  
and protective effect of vitamin E.

Proc.Nutr.Soc.1987.Feb.Vol:46(I),p.77-80

6.ALESSIO H.M,GOLD FARB A.H,CUTLER R.G

MDA content increases in fast and slow twitch skelzta muscle  
with intensity of exercice in a rat

Am.J.Physiol.1988.Déc.Vol:255(6),p.874-7

7.ASTRAND P.O,RODAHL K

Manuel de physiologie de l'exercice musculaire  
Masson,1980.

8.Nutrition and sports performance

Sports medicine I:350-389(1984)

9. CREFF et BERARD.  
Diététique sportive  
Physique nutritionnelle et diététique des activités physiques.  
Ed. Masson, Paris-1979-2° édition
10. Ph. DELIAC, P. DURIS, ELBENTICH  
"le sportif et l'eau"-Diététique et médecine n°2, 1985, p.105.
11. P. MONTASTRUC  
Activités physiques et mouvements de l'eau  
Médecine du sport, 1975, IL, 2, 34-84-35-85.
12. LAGRUE G.  
Les apports hydriques au cours de l'exercice physique  
Gazette médicale de France, 1978, LXXXV, 28, 1-4.
13. Sport médecine actualités n°45, mars 1990, p.45-49  
Corrélation entre sports pratiques et boissons consommées
14. ASTRAND P.O, RODAHL K.  
Précis de physiologie de l'exercice musculaire, 1977, p.7-9.
15. CREFF et BERARD  
Manuel pratique de l'alimentation du sportif, Masson 1980, p.9.
16. DEMIER B., De MONDENARD J.P, GUY-BRAND B.  
Effort physique et alimentation  
La vie médicale n°17/18 Juin 2/3, 1986, p.789-803.
17. RICHE Denis  
Équilibre alimentaire et sports d'endurance-Ed. VIGOT.p.317.
18. POORTMANS J.R  
La récupération après l'examen-Analyse de la réplétion des réserves énergétiques.  
Science et sport, I, 1986, p.209-230.

19. GAYTE, SORBIER A., AIRAUDO C.B.  
Diététique et sport, produit diététique du sportif  
Le moniteur des pharmacies et des laboratoires, 1981.
20. Gonnelle De PONTANET H., ASTIER-DUMAS M.  
Aliments diététiques et sport  
Médecine et nutrition 1974, X, 3, 251-255.
21. Revue diététique d'aujourd'hui - n° 166 - Septembre 1977.
22. D.L. COSTILL, W.J. FINK, LH GETCHELL, J.L. IVY, F.A. WITZMANN  
Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance trained males  
and females.  
J. Appl. Physiol. 47: p. 787-791, 1979.
23. FLANDROIS R.  
La physiologie du sportif  
Revue "la recherche" II-II3. p. 796-805.
24. "Effect of carbohydrate ingestion on exercise of varying  
intensity and duration.  
Sport medicine 8(6). 327-334, 1989.
25. Document Dolisos-Pathologie sportive-Conseil homéopathique  
à l'officine.
26. Cahier nutrition diététique, XXVII, 5, 1992.
27. Pr. P. WULLAERT  
Consultations médico-chirurgicales  
Le concours médical-23-04, 1988-IIo-I6.
28. CREFF et BERARD  
"Diététique sportive", 1980-p. I49-I59.
29. BOURNE G.H. Nutrition and exercise; in: FALLS H.B: exercice  
physiology-New-york, Academic press, p. I55-I71, 1968.

30.E.J.VAN DER BEEK

"Vitamins and endurance training"

Sports medicine 2:I75-I97(I985)

31.Sean R.LYNCH and James D.COOK

"Interaction of vitamin C and iron"

University of Kansas medical center, I980.

32.Roy J.SHEPHARD

"PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives"

Sports medicine 5:I85-I95 (I988).

33.T.PIPES

Variétés de médicaments susceptibles d'aider le coureur pendant l'entraînement:n°448-I979.

A U T O R I S A T I O N    D ' I M P R E S S I O N

---

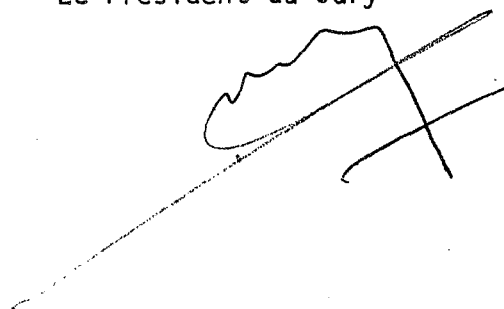
De la Thèse dont l'intitulé est : *Alimentation de l'effort -  
- Conséquences d'erreurs alimentaires  
chez le sportif -*

CANDIDAT : M    T R I C O L I    L i n o

VU

GRENOBLE, le 28 juin 1993

Le Président du Jury

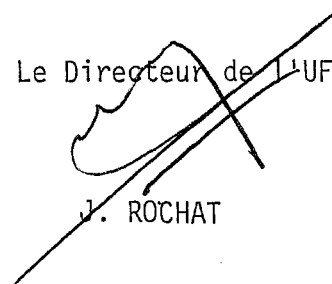


VU

GRENOBLE, le 28 juin 1993

p/ Le Président de l'Université  
Joseph FOURIER GRENOBLE I  
Sciences. Technologie. Médecine

Le Directeur de l'UFR de Pharmacie



J. ROCHAT

## RÉSUMÉ

Le sportif, à la différence d'un individu sédentaire a des exigences nutritionnelles bien spécifiques : en effet, seule une alimentation équilibrée et judicieuse pourra répondre aux différents types d'efforts accomplis. Après une estimation globale de ces besoins, le sportif devra adapter son alimentation à chaque phase de l'activité sportive, c'est-à-dire bien distinguer l'entraînement, la compétition et la récupération. Le sportif aura souvent recours à des produits dits "de l'effort" dont la variété mais surtout la composition satisferont ces besoins nutritionnels. A défaut de quoi, il pourra être sujet à différents états de méforme qui abaissent ses performances. Certains déficits plus conséquents pourront déclencher de véritables troubles pathologiques (anémie, hypoglycémie, troubles musculo-tendineux...).

## MOTS CLÉS

- Sport,
- Diététique,
- Effort,
- Alimentation,
- Carence.