



Jean-Paul BLANC

DIÉTÉTIQUE

Que manger
pour être performant



**Manuel pratique pour le sport
et votre bien-être**

e-@mphora

Mise en page : **AlphaStudio**

Photos couverture et intérieur : © Orédia ©

Éditions Amphora, 2007-2013



Sommaire

Introduction	9
--------------------	----------



L'éducation nutritionnelle	13
----------------------------------	-----------

L'alimentation	15
La diététique	15
L'éducation nutritionnelle	16



Les mécanismes énergétiques	21
-----------------------------------	-----------

1 Les besoins en énergie	23
L'équilibre énergétique	24
Le métabolisme de base	26
Apports énergétiques conseillés pour les adultes	29
2 Notions d'aliment et de nutriment	32
3 Le muscle	35
Fibres musculaires	38
Le carburant du muscle	41



Les nutriments énergétiques	47
-----------------------------------	-----------

1 Les protéides	48
Les carences	51
Les excès	51
Les apports	52
Valeur biologique	53
Choix des protéines	56
Idées fausses sur les protéines	62
En conclusion	64
2 Les lipides	66
La consommation des lipides	67
Le rôle des lipides	72
Les sources de lipides	74
Composition	77
Les acides gras	78
Rôle des acides essentiels (A.G.E.)	79

Les lipides en pratique	85
Les différentes huiles et matières grasses	91
Utilisation des huiles en cuisine	92
Les lipides du fromage	94
Idées fausses	95
3 Les glucides	97
Sucres rapides et sucres lents	99
Les aliments glucidiques	102
L'évolution de la consommation des glucides	103
Place des aliments glucidiques dans la ration	107
Ce qu'il faut retenir sur le besoin en glucides	112
Idées fausses	114



Les nutriments non énergétiques

1 Les fibres	118
2 Les vitamines	121
Vitamines et activité analeptique	123
Les autres vitamines	126
Les sources de vitamines	128
3 Les antioxydants naturels	136
Le rôle préventif de l'alimentation	136
Les antioxydants	138
L'intérêt des légumes et des fruits	140
Les aliments les plus riches en antioxydants	146
Le potentiel antioxydant	147
Où trouver les vitamines ?	151
4 Les éléments minéraux	152
Principaux éléments du corps humain	153
Le sodium	154
Le potassium	159
Le magnésium	162
Le calcium	170
Le phosphore	173

5 Les oligoéléments	175
Rôle physiologique des oligoéléments	177
Le cuivre	179
Le fluor	180
L'iode	181
Le zinc	181
Le cobalt	182
Le manganèse	183
Le molybdène	183
Le chrome	184
Le vanadium	184
L'étain	184
Le nickel	184
Le sélénium	185
Le fer	186



La ration hydrique	195
1 Pourquoi faut-il boire ? Le besoin hydrique	197
Le bilan de l'eau dans l'organisme	204
2 Combien faut-il boire ?	213
3 Quand faut-il boire ?	215
4 Que faut-il boire ?	217
La teneur en glucides	218
Le choix des glucides	221
La teneur en sodium : sel	222
Gaz ou pas gaz	223
Le thé et le café	225
5 À quelle température faut-il boire ?	233
6 Après l'effort, la réhydratation	234
Le sel	235
Le potassium	235
Idées fausses	236



Les menus équilibrés, comment faut-il faire ?	239
Le petit déjeuner	244
Menus d'été	250
Menus d'hiver	252
Le programme national nutrition santé	254
Conclusion	257
 Bibliographie	 259



Introduction

Nous vivons à une époque pleine de contrastes ! Jamais dans l'histoire de l'humanité, nous n'avons aussi bien mangé qu'aujourd'hui... Notre nourriture est abondante, de bonne qualité nutritionnelle en général, pas trop chère (la part du budget consacrée aux repas a baissé de façon régulière dans le budget des ménages) et pourtant, de nouvelles maladies apparaissent, chez des gens de plus en plus jeunes : maladies de surcharge : diabète, hypertension, maladies cardio-vasculaires. On ne mange pas toujours très bien, on effectue de mauvais choix alimentaires car on a justement le choix : on peut manger ce qu'on veut et quand on veut !...

En nutrition, tous les aliments sont bons, il ne faut pas les diaboliser. Seule la répétitivité de certains comportements va entraîner des risques. La diététique devrait être enseignée dans les écoles afin que les enfants et leurs parents puissent acquérir quelques bases simples pour éviter les erreurs nutritionnelles les plus fréquentes et découvrir la multitude de goûts des aliments.

Chez les sportifs, la diététique a un triple intérêt :

- Elle peut éviter les contre-performances.
- Elle peut améliorer l'endurance lors de l'effort.
- Elle peut permettre une récupération rapide après l'effort.

Actuellement, le sport est au goût du jour, sa pratique s'intensifie comme si les gens prenaient conscience d'un besoin d'activité physique dans leur univers de sédentarité croissante.

Plus de la moitié des adeptes d'un sport pense qu'il faut observer des habitudes alimentaires spécifiques sans savoir tout à fait lesquelles.

Bien sûr, il ne suffit pas de s'alimenter correctement pour devenir un champion, mais une éducation nutritionnelle bien comprise permet à chacun de s'épanouir, d'être en bonne santé, en d'autres termes, d'avoir la forme.

Le but de cet ouvrage est d'informer sur les possibilités qu'offre la diététique quant au maintien d'une certaine condition physique. Elle permet une adaptation du mode d'alimentation tout en respectant les goûts et les traditions de chacun.

Souvent la diététique est synonyme de privation (le mot régime fait frémir!...) ; c'est sans doute la raison pour laquelle beaucoup de sportifs ne s'y intéressent pas (d'autant qu'il s'agit d'hommes pour la plupart...). Pour nous, diététique est synonyme d'équilibre et de variété.

Le comportement alimentaire d'un individu obéit à une triple finalité :

- **Énergétique**, c'est le côté biologique. Il faut fournir du carburant à la machine.
- **Hédonique**, c'est le côté émotionnel, affectif. Manger est un des plaisirs de la vie.
- **Symbolique**, c'est le côté socioculturel du repas (la convivialité... le partage du pain...).

Un repas sera complètement satisfaisant s'il est :

- bien élaboré sur le papier (menu),
- préparé dans de bonnes conditions (hygiène, fabrication),
- consommé agréablement.

Les besoins nutritionnels seront différents en fonction des individus, des conditions, de l'activité physique pratiquée. Il est cependant important de rappeler les principes de base utiles à tous, mais aussi, et c'est le but essentiel de cet ouvrage, de répondre aux différents problèmes qui peuvent se poser aux sportifs selon leur discipline, leur niveau, et le type de performance qu'ils auront à accomplir.

L'objectif modeste de cet ouvrage est de participer à l'amélioration des habitudes alimentaires, de remettre en place les idées reçues, non seulement lors de la pratique d'un sport, mais aussi dans la vie quotidienne, de répondre à la curiosité et à une demande croissante émanant du grand public et des sportifs, de haut niveau ou non, afin qu'ils en tirent le plus grand profit.

Jean-Paul Blanc



L'éducation nutritionnelle

Les bonnes habitudes doivent se prendre très tôt, mais il n'est jamais trop tard pour apprendre !

L'information doit se faire à tous les niveaux (familial, scolaire, professionnel...). On dit toujours "prévenir vaut mieux que guérir", mais changer les mauvaises habitudes, comme toutes les habitudes d'ailleurs, sera très difficile. Il faut entre six et dix-huit mois pour changer ses habitudes !...

Il est difficile de se faire entendre par des jeunes de vingt ans « en pleine forme » et de leur faire comprendre qu'une bonne diététique est indispensable. À peine 20 % des sportifs ont une alimentation spontanément équilibrée !

Des individus n'ayant jamais pratiqué un sport, ou sédentaires depuis de longues années, ont du mal à se mettre à une activité physique : la remise en forme doit être adaptée, de même que la ration alimentaire doit être adaptée à l'activité de chacun.

Une alimentation équilibrée est aussi importante qu'un bon E.C.G. (électrocardiogramme). Elle va contribuer pour une large part à vous mener au mieux de votre forme. Par ailleurs, l'activité physique a un rôle lipolytique, un corps plus musclé brûle plus de calories qu'un corps "gras".

On voit ici l'intérêt de l'activité physique dans les problèmes cardio-vasculaires et dans les excès de poids. De plus, la pratique d'un peu de sport pourra éviter bien des régimes restrictifs.

Pour bien des gens, la diététique est une notion obscure, je m'en rends souvent compte dans ma pratique quotidienne : les questions abondent, une partie du



public assimilant la diététique à une sorte de religion avec ses vérités et ses adeptes.

En fait, il s'agit de quelque chose de bien plus simple, et c'est ce que nous allons voir au travers des définitions suivantes :

L'ALIMENTATION

Elle répond, par un apport harmonieux et suffisant d'aliments, à un besoin non seulement physiologique, mais aussi psychologique de l'être vivant. C'est le côté pratique et culturel de la nutrition. Ce sont les traditions gastronomiques d'une civilisation donnée.

LA DIÉTÉTIQUE

Elle est considérée comme la véritable science de l'alimentation. Son but est la conservation ou la récupération de l'état de santé. Elle peut donc être hygiène alimentaire dans le premier cas, ou diététique thérapeutique dans le deuxième.

Elle apprend à manger bien (c'est-à-dire en fonction de ses besoins) et parfois, à bien manger.

La diététique s'attache à connaître la composition des aliments, à la fois du point de vue énergétique (calories), et du point de vue qualitatif (rapport entre lipides, protéides, glucides, vitamines et minéraux), mais aussi à étudier le devenir de ces aliments dans l'organisme, c'est-à-dire, outre la digestion, l'absorption et l'excrétion.

Enfin, à partir de ces données, de l'activité de chacun, de son état de santé, elle permettra de déterminer la ration quotidienne idéale. Il s'agit donc d'un équilibre propre à chaque individu !

La santé est étroitement liée au mode de vie qui est une alternance d'activités et de repos, et à l'hygiène en particulier alimentaire. À plus ou moins long terme, une alimentation déséquilibrée a des répercussions fâcheuses sur l'organisme et on est particulièrement sensible à cet état mal défini, à la fois physique et psychique, que l'on appelle « la forme ».

L'ÉDUCATION NUTRITIONNELLE

C'est ce qui nous intéresse ici : à savoir l'application pratique des données théoriques de la diététique.

1/ Quels sont ses buts ?

L'éducation nutritionnelle comprend toute intervention visant à modifier les connaissances, les attitudes et les comportements d'un individu ou d'un groupe d'individus.

Il s'agit de parvenir à :

- **Rationaliser les modes d'alimentation**, les comportements alimentaires, et à maintenir dans le futur le changement qui a été obtenu, en perturbant le moins possible l'environnement individuel et familial.
- **Apporter une contribution** à la prévention et au contrôle de la malnutrition (sous toutes ses formes) ainsi que de toute erreur alimentaire (y compris dans l'aspect économique).

2/ Comment atteindre ces buts ?

- **Par l'information** : l'information alimentaire ou nutritionnelle consiste exclusivement en la vulgarisation d'informations en matière de nutrition et d'aliments (de leur composition et de leur fonction dans l'organisme).
- **Par une adaptation et une prise de conscience du rôle de chacun** : les notions acquises doivent être adaptées à chaque individu pour être convenablement applicables. Il faudra tenir compte des différentes exigences biologiques, psychologiques, gustatives, économiques et culturelles.

Les habitudes alimentaires sont si profondément enracinées dans la personnalité humaine et dans les traditions socioculturelles que la complexité d'un processus éducatif visant tant soit peu à les modifier apparaît en toute évidence. L'adaptation est nécessaire du fait qu'il s'agit d'un changement non pas à court terme mais à long terme. C'est un processus qui n'est pas facile ; d'où la nécessité d'une bonne compréhension des avantages d'un tel changement et de la meilleure adaptation des principes diététiques pour chacun.

Il faut avant tout respecter la liberté individuelle, la liberté de choix, n'être jamais contraignant ni « moralisateur »... Il faut éviter de culpabiliser en se disant : « je me fais plaisir en mangeant, c'est un péché. » Il faut s'informer afin de mieux s'éduquer. C'est une forme de pédagogie.



Les principales erreurs commises

- *Apport énergétique insuffisant ou excessif*
- *Déséquilibre en pourcentage de l'apport énergétique total, par rapport aux recommandations. Beaucoup mangent de plus en plus mal :*
 - *excès de sucres rapides,*
 - *excès de graisses : apport lipidique excessif avec déséquilibre dans la proportion de graisses animales,*
 - *manque de sucres lents : le pain et les céréales sont souvent négligés,*
 - *apport glucidique globalement insuffisant, ce qui est préjudiciable à la réalisation d'efforts intensifs prolongés.*
- *Consommation excessive de viandes (rouges surtout) ; ce carnivorisme s'oppose chez certains à un végétarisme exclusif.*
- *Carence en fer et en magnésium (surtout chez les filles).*
- *Alcool : il est encore trop consommé par la population.*
- *Insuffisance d'apports hydriques.*
- *Consommation anarchique d'aliments spéciaux pour essayer de corriger sans succès une alimentation habituellement déséquilibrée.*
- *Abus de vitamines (l'efficacité n'augmente pas, hélas, avec la dose, et les urines s'enrichissent).*

Cette question d'éducation nutritionnelle ne se posait pas il y a quelques décennies. Il s'agissait alors pour toute une partie de la population de tenter de manger à sa faim. Les restrictions de la guerre sont venues réactiver les vieilles craintes de « manquer de nourriture ».

Actuellement, les conditions de vie ne sont pas les mêmes : chauffage, sédentarité, diminution du travail physique, surabondance des denrées. Il a fallu un certain temps pour que l'on puisse réfléchir aux problèmes nutritionnels, d'autant que nous sommes toujours confrontés aux carences alimentaires et à la malnutrition dans certains pays du Tiers-Monde.

Paradoxalement, on peut trouver des carences dans notre alimentation de pays riche où nous vivons sous le règne du steak, qui a remplacé le pain quotidien de nos ancêtres et qui a valeur de symbole de richesse et de force.

Jamais aucune société humaine n'a bénéficié auparavant d'une telle richesse en produits alimentaires, d'une telle abondance !





Les mécanismes énergétiques

À une époque où la technologie apporte toutes les facilités matérielles pour nous « économiser », pour nous faire renoncer à l'effort, à une époque où la force physique n'est que peu valorisée, où l'abondance d'aliments pousse les gens à consommer plus d'énergie, l'individu ressent le besoin d'activité physique comme un phénomène compensatoire.

Le bon sens, comme la science, nous montre que les principes nutritionnels qui s'appliquent sont les mêmes pour les sportifs ou les sédentaires.

L'unique différence sera que les besoins caloriques seront plus importants pour celui qui a une activité physique importante que pour le sédentaire. Il faudra toujours différencier le sportif de haut niveau et le sportif « occasionnel ». Les règles diététiques devront être aménagées en fonction du but recherché. Il est à noter que, souvent, le sportif occasionnel fait plus attention à ce qu'il va manger !...

La dépense énergétique peut varier de 2 000 à plus de 6 000 Kcal par jour selon les individus et les sports pratiqués et les besoins de l'organisme peuvent varier du simple au double d'un individu à l'autre pour une



même activité : pour garder un poids stable, Alain Mimoun consommait 1 800 Kcal/j ; Jacques Anquetil en consommait 5 500 ! Les systèmes de régulation énergétiques chez le sujet normal sont suffisamment précis pour qu'il adapte en permanence ses apports alimentaires aux besoins entraînés par l'activité de base et l'activité physique, ceci en fonction de ses goûts et de son appétit. Le diététicien est là pour éviter certaines erreurs majeures et pour donner des conseils de bons sens.

Ce chapitre doit vous permettre de réfléchir sur quelques notions essentielles à la base de la diététique.

Les besoins en énergie

La vie est une fonction chimique. L'homme, pour vivre, a besoin d'énergie.

Le métabolisme est la transformation de matière en énergie. L'énergie chimique contenue dans les aliments est transformée en :

- énergie mécanique,
- énergie électrique,
- énergie thermique,
- énergie chimique.

L'énergie mécanique permettra le fonctionnement des muscles, l'activité physique de la vie quotidienne, professionnelle ou sportive. L'énergie thermique permettra la lutte contre le froid (il faut maintenir la température du corps à 37 degrés).

L'ÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE

Quand le contenu énergétique est égal aux dépenses d'énergie, on dit que le sujet est en équilibre énergétique. Si l'équilibre énergétique n'est pas obtenu, il apparaît soit une variation de température, soit une variation de poids :

**Si énergie > travail : réserves stockées donc
augmentation de poids**

**Si énergie < travail : on brûle les réserves donc
diminution de poids**

Dans les problèmes de prise de poids, il existe en général un apport trop grand d'énergie par rapport à ce que l'on peut dépenser. Faire du sport peut permettre de manger plus pour un individu ayant un surpoids et voulant maigrir. Ce sera toujours préférable à un régime trop strict.

L'homme trouve son énergie dans les aliments. Il met en réserve des calories dans le tissu adipeux. Il pourra y puiser son énergie. L'énergie est aussi stockée sous forme de glycogène dans le foie et les muscles.

Si l'on peut emmagasiner 1200 à 1300 Kcal sous forme de glycogène, on peut stocker jusqu'à 100 000 Kcal sous forme de graisses de réserve !

La prise alimentaire est dictée par la faim et par des signaux psychologiques. Le cerveau envoie des signaux de satiété au bout d'un certain nombre de minutes (15 à 20 en moyenne) et stoppe l'ingestion d'aliments.

La distribution de l'énergie se fait par l'utilisation immédiate de celle-ci (oxydation, chaleur, travail) et par une mise en réserve dans le tissu adipeux.

Dans le besoin énergétique, il est d'usage de constater différents « postes de dépenses » :

- **Dépenses nécessaires à l'entretien de la vie chez l'individu au repos :** c'est le métabolisme de base.
- **Dépenses liées à la thermorégulation** (maintien de la température du corps) en particulier lorsque l'individu est placé en ambiance froide. Ces dépenses varieront suivant la saison et les conditions dans lesquelles on se place (grand Nord, montagne, etc.).
- **Dépenses liées à l'acte alimentaire lui-même :** c'est l'A.D.S., action dynamique spécifique des nutriments. Celle-ci est nettement plus importante pour les protides que pour les lipides et les glucides. L'ingestion d'un repas provoque une augmentation de la dépense énergétique : il y a élévation du métabolisme cellulaire. L'A.D.S. est de 25 % pour les protides et d'à peine 5 % pour les glucides et les lipides.
- **Dépenses énergétiques liées au travail musculaire :** elles vont très largement varier selon la nature de l'activité et aussi dans de très larges proportions d'un individu à un autre ! Cela explique en partie les différences d'équilibre pondéral et de consommation énergétique d'une personne à une autre pour une même activité.
- **Dépenses liées à l'état :** croissance, grossesse ou allaitement chez la femme. Cas des grands brûlés ou de convalescents.



LE MÉTABOLISME DE BASE

On appelle métabolisme de base la quantité de chaleur dégagée par un individu au repos à la température de 20 degrés (neutralité thermique). L'individu allongé confortablement au repos musculaire complet mais éveillé, au repos digestif et métabolique, c'est-à-dire à jeun depuis douze heures.

Ce « besoin de base » correspond aux dépenses d'entretien irréductibles de la « machine » :

- **Contractions cardiaques** (le travail du cœur) : 4 %.
- **Mouvements respiratoires** (travail des muscles respiratoires) : 10 %.
- **Réaction de synthèse et de dégradation de la vie cellulaire** : sans arrêt les cellules meurent et se renouvellent : 70 %.
- **Tonus musculaire** inconscient.

Le maintien de la vie au niveau cellulaire exige une dépense constante d'énergie.

La dépense basale est sensiblement proportionnelle à la surface corporelle. Relativement constante, elle est de l'ordre de 1000 Kcal par m² et par 24 heures (à 10 % près). Ce chiffre est assez élevé et est en moyenne de :

- 1 500 Kcal pour un homme.
- 1 200 Kcal pour une femme.

Ce métabolisme peut varier avec l'âge, le sexe, sous l'influence d'états physiologiques divers (grossesse, lactation, alimentation, exercice, climat...) ou de certains états pathologiques (troubles thyroïdiens, fièvre...).

Les dépenses dues à l'activité représentent la vie de relation. Elles assurent notamment tous les mouvements et exercices effectués dans la journée. Les dépenses dues à l'activité vont croître très vite en fonction de l'intensité et des conditions du travail.

Ainsi un sportif
va voir sa
dépense
énergétique
augmenter de

- 250 Kcal/h pour un entraînement,
- 300 à 500 Kcal/h en période de compétition,
- plus de 500 Kcal/h dans le cas d'épreuves d'endurance.

Les dépenses de thermorégulation servent à lutter contre le froid ou la chaleur. Elles vont dépendre :

- **des saisons** (hiver - été surtout),
- **du climat**,
- **du mode de vie** : les citadins dans un pays comme le nôtre ont des dépenses de thermorégulation beaucoup plus faibles qu'autrefois à cause du chauffage dans les maisons, en voiture, au bureau, de l'air climatisé, etc.



Les dépenses de thermorégulation vont être aussi importantes, il faut que l'organisme lutte pour maintenir sa température corporelle à 37 degrés.

Lutte contre la chaleur

En éliminant au niveau de la peau, soit par évaporation, soit par sudation, cette chaleur. Chaque litre de sueur évacué correspond à une déperdition de 580 Kcal/h. Pour une élimination de 1,7 litre par heure, c'est près de 1 000 Kcal supplémentaires qu'il faudrait ajouter à la ration ! (voir chapitre sur la ration hydrique).

Lutte contre le froid

L'apport calorique devra être plus élevé, le besoin basal s'élevant au fur et à mesure que la température baisse. Il augmenterait de 10 % par tranches de 5 degrés en dessous de 0 degré.

On parle d'anabolisme et de catabolisme

- **Le catabolisme** : c'est la destruction de molécules pour produire de l'énergie :
 - pour faire de nouvelles molécules,
 - pour fabriquer de l'énergie thermique afin de maintenir la température du corps à 37°C,
 - pour fabriquer de l'énergie mécanique.
- **L'anabolisme** : c'est la création de nouvelles cellules, la mise en place de tissus de réserve.

La cellule vivante, telle une usine, utilise l'énergie pour créer ou renouveler la substance.

L'énergie non utilisée est stockée sous forme de glycogène et de graisses de réserve. Les muscles, les os, les différents organes ont besoin d'être « construits » (croissance), « entretenus » (usure normale) et réparés (cicatrisation des blessures, des fractures).

APPORTS ÉNERGÉTIQUES CONSEILLÉS POUR LES ADULTES

		Kilocalories/jour
Activité physique réduite	hommes	2 100
	femmes	1 800
Activité normale	hommes	2 700
	femmes	2 000
Activité physique importante	hommes	3 000
	femmes	2 200



Pour la femme sportive ayant un travail physique très important lors d'entraînements intensifs, la ration peut parfois atteindre 3 300 Kcal. Depuis quelques années, les niveaux caloriques préconisés ont tendance à baisser ; mis à part quelques cas particuliers, il est rare de trouver des rations à 6000 Kcal/j (coureurs cyclistes pendant les tours de France).

Assurer ses besoins énergétiques est la première priorité nutritionnelle pour le sportif

L'activité physique, qu'il s'agisse d'entraînement ou de compétition, augmente la dépense énergétique quotidienne. Pour répondre à ces besoins énergétiques accrus, les sportifs doivent augmenter leurs apports alimentaires en fonction de la dépense énergétique prévue. À noter cependant que pour une majorité de sujets pratiquant des activités physiques ou sportives de loisir, avec au plus 3 heures par semaine d'activité et 3 entraînements hebdomadaires, la dépense énergétique de la semaine est peu augmentée. Ce type d'activité physique n'implique donc pas un apport énergétique différent de celui recommandé pour la population générale dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée.

La détermination des besoins énergétiques et le conseil nutritionnel du sportif se font après une évaluation des apports alimentaires par entretien diététique, comparée à l'évaluation de la dépense énergétique en prenant en compte le type d'activité (intensité, durée, fréquence), le degré d'entraînement et la corpulence du sujet (poids et taille, si possible mesure de la



composition corporelle). Les besoins énergétiques des sportifs sont variables au cours de l'année, élevés lors de la saison de compétition, plus faibles en intersaison.

Les apports énergétiques accrus des sportifs pratiquant des activités d'intensité élevée doivent être consommés sous forme de repas et de collations. Ceux-ci doivent être riches en énergie, apporter suffisamment de protéines et de micronutriments et être facilement digérés et absorbés. Certains sportifs (ex. sports à catégories de poids) peuvent réduire leurs apports alimentaires dans le but de contrôler leur poids et de réduire leur masse grasse. Des apports énergétiques insuffisants peuvent entraîner une perte de masse musculaire, une perte de masse osseuse, une diminution de la performance et une augmentation du risque de fatigue, d'accident, de maladie intercurrente et de troubles du comportement alimentaire. Lorsqu'une perte de poids est souhaitée, elle devrait se faire avant le début de la saison de compétition et être suivie sur le plan nutritionnel. À l'inverse, un excès d'apport énergétique peut entraîner une prise de poids et de masse grasse et altérer le profil de risque cardiovasculaire (glycémie, lipides, pression artérielle). Un suivi médical est alors nécessaire.

2 Notions d'aliments et de nutriments

- Un aliment est une substance en général naturelle et de composition complexe qui, associée à d'autres aliments en proportion convenable, est capable d'assurer le cycle régulier de la vie d'un individu et la persistance de l'espèce à laquelle il appartient.
- L'aliment tire sa valeur nutritive d'un certain nombre de substances qu'on appelle nutriments : substances alimentaires capables d'être complètement digérées sans action du tube digestif, c'est-à-dire sans transformation.

Exemple : Saccharose (« sucre » de table) = Aliment, Glucose = Nutriment.

La digestion permet la transformation des aliments en nutriments. Les nutriments sont la nourriture de nos cellules.

Rôle de la digestion

Aliment Nutriment

L'alimentation a pour rôle de fournir les nutriments indispensables. La notion du nutriment est une notion scientifique.

Les nutriments tirés des aliments seront directement assimilables par l'organisme. Ils entrent dans la composition de l'être vivant et sont utilisés pour les besoins plastiques et énergétiques. Le renouvellement est assuré par l'apport d'aliments. La valeur nutritive de ceux-ci viendra de leur composition en nutriments. Le rôle de la digestion sera de transformer les aliments en nutriments.

L'homme, comme tous les êtres vivants, a besoin de matière pour subsister ; le besoin de nutriments est quotidien chez les mammifères comme l'homme. Le corps humain prélève dans les aliments les combustibles fournisseurs d'énergie que sont les nutriments.

De l'énergie est nécessaire pour synthétiser les molécules et créer des liaisons chimiques (énergie chimique formée...) ; il en faut aussi pour le travail mécanique (énergie mécanique correspondant à l'activité) et pour le travail électrique (osmotique particulièrement) car il faut maintenir un potentiel ionique dans l'organisme.

Les nutriments comportent

■ Principes nutritifs énergétiques :

- les glucides
- les lipides
- les protides
- l'eau

■ Principes nutritifs non énergétiques :

- les sels minéraux et oligoéléments
- les vitamines

Les rôles des principes actifs seront différents

- Les besoins en énergie sont couverts par les macronutriments (glucides, lipides et protides) avec : glucides et lipides fournissant l'énergie et les protides ayant un rôle de soutien et de structure.
- Les besoins métaboliques et enzymatiques sont assurés par les vitamines et les oligoéléments.
- Les besoins hydroélectrolytiques sont assurés par les boissons et les sels minéraux.

L'énergie apportée par les nutriments est mesurée en kilocalories (Kcal ou Cal) ou en kilojoules (Kj ou J). Le kilojoule est l'unité internationale depuis 1978, mais la kilocalorie est toujours très employée aussi bien en France qu'aux U.S.A. et dans d'autres pays.

Pour convertir, on applique la formule suivante :

$$1 \text{ Kcal} = 4,18 \text{ Kj}$$

Contribution des divers groupes de nutriments énergétiques à la couverture des besoins

1 g de protéines 4 Kcal ou 17 Kj

1 g de lipides 9 Kcal ou 37 Kj

1 g de glucides 4 Kcal ou 17 Kj



Dans une alimentation équilibrée, la part de chacun des nutriments a été définie avec précision.

Ainsi

- **Les protéines**
devront représenter 12 à 15 % de l'apport énergétique total.
- **Les lipides**
30 à 35 % de l'apport énergétique total.
- **Les glucides**
50 à 55 % de l'apport énergétique total.

On recommande que l'apport de sucres raffinés ne dépasse pas 10 à 15 % du total énergétique, ceux-ci ne contenant pas de vitamine B1 nécessaire à leur utilisation. Parmi les lipides, 40 % devraient être d'origine végétale. En ce qui concerne les protides, la part des protéines d'origine végétale devrait être plus importante et représenter la moitié de l'apport protidique total. Actuellement, l'alimentation dans nos pays développés est fortement déséquilibrée :

Glucides	46 à 47 % de l'A.E.T. (conseillé : 55 %).
Lipides	42 à 44 % de l'A.E.T. (conseillé : 30 %).
Protides	14 à 17 % de l'A.E.T. (conseillé : 12 à 15 %).

Lorsque l'apport de lipides dépasse 35 % de l'apport énergétique total, la fréquence des maladies cardiovasculaires augmente.

Le muscle

Le muscle va utiliser les nutriments fournis par l'alimentation lors de sa contraction. Il faudra tenir compte de trois éléments :

- l'intensité de l'effort,
- la durée de l'effort,
- le degré d'entraînement.

Il existe un métabolisme particulier dans la cellule musculaire. Celle-ci est une véritable usine de transformation d'énergie. Un homme moyen de 75 kilos possède environ 30 kilos de muscles !

Depuis les travaux en microscopie électronique, la structure du muscle strié squelettique est parfaitement connue : un muscle est constitué d'un grand nombre de fibres musculaires : ce sont des cellules géantes, toutes en longueur (certaines peuvent atteindre plusieurs décimètres comme pour le quadriceps par exemple). À l'intérieur de la fibre, qui est compartimentée en une succession d'unités appelées sarcomères, on observe des protéines contractiles disposées en filaments longitudinaux. On peut distinguer de gros filaments de myosine et de fins filaments d'actine.

Lorsqu'il y a contraction musculaire, on observe un glissement des filaments d'actine entre les filaments de myosine. Ce glissement raccourcit la longueur des sarcomères et, finalement, la longueur de la fibre musculaire. Le muscle va se contracter, se raccourcir et engendrer le mouvement.

On a alors production d'énergie mécanique et de chaleur (énergie thermique) à partir d'une énergie chimique fournie par les nutriments.

Le muscle se comporte donc comme un véritable convertisseur d'énergie. Le rendement est faible, il n'est que de :

- 22 à 25 % de travail mécanique, parfois 30 % pour les sportifs de très haut niveau, la moyenne étant de 10 à 12 % pour un individu non sportif...,
- le reste, soit 70 à 80 %, apparaît sous forme de chaleur qui est perdue (énergie consommée non convertie en travail).

Il est à noter que la locomotive à vapeur du siècle dernier n'avait un rendement que de 15 à 20 %.

La fibre musculaire contient une substance fondamentale qui est le sarcoplasme. Celui-ci contient de la myoglobine et se comporte en réservoir d'oxygène. On y observe aussi des grains de glycogène, réservoir en glucides du muscle. Ce glycogène existe aussi dans le foie.

Au cours de l'effort physique, le sportif a besoin de combustible (fourni par les aliments), d'oxygène et d'eau. En contrepartie, il y aura formation au niveau de l'organisme de molécules énergétiques d'A.T.P., avec un dégagement d'eau (H_2O) de gaz carbonique (CO_2) et de chaleur.

L'A.T.P. ou adénosine triphosphate sera la véritable monnaie énergétique du muscle.



Le combustible permettant la resynthèse de l'A.T.P. fait appel à deux sources parallèles et complémentaires :

- les glucides,
- les lipides.

Ces deux nutriments seront les carburants nécessaires au bon fonctionnement de la machine. En fonction du type d'effort, l'un ou l'autre, l'un et l'autre, seront utilisés préférentiellement.

FIBRES MUSCULAIRES

Il existe une spécialisation des fibres musculaires. Deux sortes de fibres vont être utilisées dans la contraction musculaire :

Les fibres de type I ou *slow type*

Elles sont riches en glycogène et en triglycérides (lipides). Ce sont des fibres longues qui vont servir pour l'endurance. Elles sont très résistantes à la fatigue.

Elles utilisent le glucose (tiré du glycogène) et les A.G.L. (acides gras libres tirés des triglycérides). C'est surtout le carburant lipidique qui sera utilisé. Ces fibres riches en oxygène* sont métaboliquement orientées vers l'oxydation des acides gras. Elles fonctionnent en aérobiose.

* Ces fibres sont riches en mitochondries et très vascularisées.

Les fibres de type II ou *fast type*

Elles sont plus grosses que les fibres de type 1 et particulièrement riches en glycogène. Ces fibres vont servir pour le travail rapide et de haute intensité. Elles utilisent le glucose tiré du glycogène.

Ces fibres sont nettement moins riches en triglycérides que les fibres du type 1 et, l'environnement en vaisseaux capillaires étant moins dense, il y a moins d'oxygène. Elles fonctionnent en anaérobiose.

Ces fibres de type 2 seront les fibres de l'effort intense mais de plus courte durée. Elles répondent plus vite mais se fatiguent plus vite.

Selon l'intensité et la durée de l'exercice, le type de substrat utilisé variera (glucides ou lipides). Le moteur pourra fonctionner au super ou à l'ordinaire selon le cas. Les sports qui exigent un effort court et intense (ex : le saut) favorisent préférentiellement le développement des fibres de type 2. Les sports de demi-fond et de fond favorisent plutôt le développement des fibres de type 1*.

Chez le sujet non sportif, il y a en moyenne 60 % de fibres lentes (type I) et 40 % de fibres rapides. Avec la pratique de sports d'endurance (tels que cross, jogging, ski de fond ou marathon) on verra se développer le capital de fibres lentes ou de type 1. Par contre, des sports comme le saut ou le 100 mètres favoriseront la multiplication des fibres dites rapides ou de type 2 (travaux de Saltin et coll.)



* L'entraînement augmente la vascularisation du muscle et permet un meilleur apport d'oxygène.

- À toute personne ayant un excès de poids, on conseillera un sport demandant un effort prolongé en endurance, même s'il est de faible intensité, de façon à pouvoir développer le capital en fibres de type 1 pouvant utiliser le carburant lipidique (les graisses). Tout sport en aérobie sera salutaire et bien moins frustrant qu'un régime hypocalorique.
- Même si l'effort est soutenu et prolongé, le muscle préserve un certain nombre de fibres de type 2, ce qui explique au cours d'une épreuve cycliste par exemple, la possibilité pour le coureur de pouvoir faire un sprint en fin d'étape. Une fraction du muscle, celle qui est le plus apte à fonctionner en anaérobiose, va intervenir. Elle aura été partiellement préservée pendant l'épreuve, les fibres lentes (type 1) intervenant préférentiellement pendant l'étape en utilisant leur glycogène en parallèle avec les acides gras.



LE CARBURANT DU MUSCLE

Les glucides

Ils peuvent produire de l'A.T.P. selon les deux voies anaérobie et aérobie :

La voie anaérobie

Elle a un faible rendement, est peu rentable et ne produit que 3 A.T.P. (3 molécules d'A.T.P.).

En plus il y a formation d'un déchet : l'acide lactique bien connu.

Le seul avantage est de pouvoir fonctionner en absence d'oxygène ou avec peu d'oxygène, au démarrage par exemple.

La voie aérobie

Le rendement est plus élevé : elle produit 36 A.T.P. soit douze fois plus qu'en anaérobiose.

Les réserves en glucides sont peu importantes dans l'organisme (250 à 400 grammes). Le glucose hépatique, sanguin et musculaire sera utilisé. Selon la durée de l'effort, une alimentation per-compétitive sera indispensable pour renouveler les réserves épuisées.

Les lipides

Ils représentent la seconde source d'énergie. Les triglycérides sont convertis en acides gras, lesquels sont oxydés dans les mitochondries (métabolisme oxydatif). Le rendement est très important : 45 A.T.P. L'unique déchet est le gaz carbonique (CO_2) éliminé par la respiration.

L'oxydation des lipides exige une augmentation considérable de la fonction respiratoire. Nous augmentons les apports d'oxygène en augmentant la ventilation pulmonaire. Le rythme respiratoire s'accélère et il y a augmentation du volume courant : augmentation de la profondeur et de l'amplitude de la respiration.

C'est la possibilité de transporter un maximum d'oxygène du poumon au muscle qui va déterminer la performance lors d'un effort physique, surtout si celui-ci est long. On va définir ainsi, en fonction des individus, la capacité maximale de chacun à consommer de l'oxygène ; on parlera de VO_2 MAX.

La VO_2 MAX est un facteur limitant. Selon la puissance de l'exercice, la consommation d'oxygène augmente jusqu'à un maximum qui est la VO_2 MAX. Ce point limite ne peut être dépassé, même si l'effort augmente encore.

Cette valeur représente pour un individu donné le maximum de son métabolisme oxydatif et des fonctions qui y concourent. La VO_2 MAX augmente pendant l'enfance et l'adolescence, atteint son plafond vers l'âge de vingt ans puis décroît avec l'âge. Elle est aussi plus élevée chez les gens entraînés aux sports d'endurance. Elle peut varier de 1 à 5 : 1,5 à 6,5 l d'oxygène (O_2) par minute).



La capacité maximale à consommer de l'oxygène est liée à un facteur génétique. Mesurée chez des adolescents, elle permet de dépister de futurs champions qui, l'entraînement aidant, pourraient prétendre à de hautes performances. À la consommation d'oxygène maximale correspond le plus grand rendement énergétique.

Au début de l'exercice physique le métabolisme est anaérobique

- La phase anaérobique dure 2 à 3 minutes. Seul le glucose est utilisé comme carburant.
- Au bout de quelques minutes, la phase aérobie commence.

Elle est beaucoup plus rentable et consomme comme carburant à la fois du glucose et des acides gras.

Plus l'exercice est intense, plus le muscle utilisera du glucose.

Dans un premier temps, le glucose stocké sous forme de glycogène dans la fibre musculaire est mobilisé facilement. Dans un second temps, le glycogène hépatique sera utilisé. L'épuisement en glycogène des fibres ne concernera que les muscles qui travaillent.

En matière d'alimentation du sportif en endurance, le stock glycogénique va avoir une importance capitale et va, là aussi, constituer un facteur limitant de la performance. L'importance du stock du glycogène règle l'aptitude à soutenir plus ou moins longtemps un effort physique, la fatigue apparaissant avec l'épuisement du stock.





En moyenne, le foie contient 200 à 250 grammes de glycogène, le glycogène musculaire représente, lui, 400 à 500 grammes.

Le problème est alors de savoir comment augmenter ce stock glycogénique en prévision d'efforts physiques importants : les réserves en glycogène musculaire vont diminuer assez vite en fonction de l'effort (elles s'épuisent en 90 minutes environ, d'où le « trou » du marathonien aux 30-35 kilomètres). De plus, le fait qu'il y ait sécrétion d'acide lactique, diminue l'utilisation des graisses et fait que la consommation de glucose augmente.

Conséquence nutritionnelle : il va falloir faire face au problème des apports en glucides et on va devoir penser à donner une alimentation en cours d'épreuve. Si le fractionnement est régulier, l'effort pourra être maintenu plus longtemps.

LA RATION ÉNERGÉTIQUE

C'est la ration alimentaire quotidienne du sportif. Dans le mot « ration », il y a l'idée de part, de quantité : la ration alimentaire correspond à la quantité d'aliments (qui sont source d'énergie) qu'il faut fournir à une personne donnée pour satisfaire ses besoins face à une activité donnée. Cet apport nutritif doit être quotidien.

Des normes devront être respectées :

L'apport énergétique total (A.E.T.)
devra apporter :

Protides	12 à 17 %
Lipides	25 à 30 %
Glucides	50 à 60 %

La ration varie en fonction des individus car ceux-ci ne sont pas identiques. Les proportions du squelette, des muscles, les facultés de digestion, d'assimilation sont différentes d'une personne à l'autre. De plus les besoins, on l'a vu, varient avec le climat, le degré d'activité, l'état de l'organisme, le sexe, le poids, la taille. Quels que soient ces facteurs de variabilité, la ration devra toujours tendre vers cet équilibre en respectant ces différents pourcentages. Nous avons vu précédemment que la machinerie humaine avait besoin de carburant pour fonctionner : **les calories**.

Ces calories, tous les aliments en apportent, mais pour un même poids ou un même volume, ils n'en apportent pas la même quantité. Leur valeur calorique dépend de leur contenu en principes énergétiques, leur valeur alimentaire dépend de la qualité de ces principes énergétiques. Il faudra les associer en proportion convenable. Ce sont les **macronutriments**.

De plus l'organisme humain doit faire face à des besoins plus spécifiques que le besoin énergétique :

- oligoéléments et sels minéraux,
- vitamines,
- besoin hydrique.

Nous les passerons en revue dans les chapitres suivants.



Les nutriments énergétiques

1 Les Protides

Ce sont nos protéines.

Rôle dans l'organisme

Les protides sont des nutriments indispensables car ils servent de matériaux de construction pour les cellules vivantes : ce sont les éléments plastiques de celles-ci, donc des tissus (muscles, organes...).

Les protides de l'alimentation vont assurer le besoin de synthèse protéique.

Les protéines entrent également dans la composition des enzymes nécessaires à la digestion, des éléments de défense de l'organisme comme les anticorps (immunisants), et des hormones qui assurent la régulation des métabolismes (hypophysaires, pancréatiques, thyroïdiens...).

En cas d'apport insuffisant de substances énergétiques, les protides peuvent être utilisés en remplacement (c'est ce que l'on appelle la néoglycogénèse) ; mais ce sont de mauvais combustibles : leur combustion absorbe 20 % de l'énergie produite et laisse comme résidu de l'azote sous forme d'urée.

Dans une ration bien conçue les protides doivent représenter 12 à 15 % de l'apport énergétique total. Une moyenne de 1 gramme de protides par kilo de poids corporel (pour un adulte) représente une couverture suffisante.

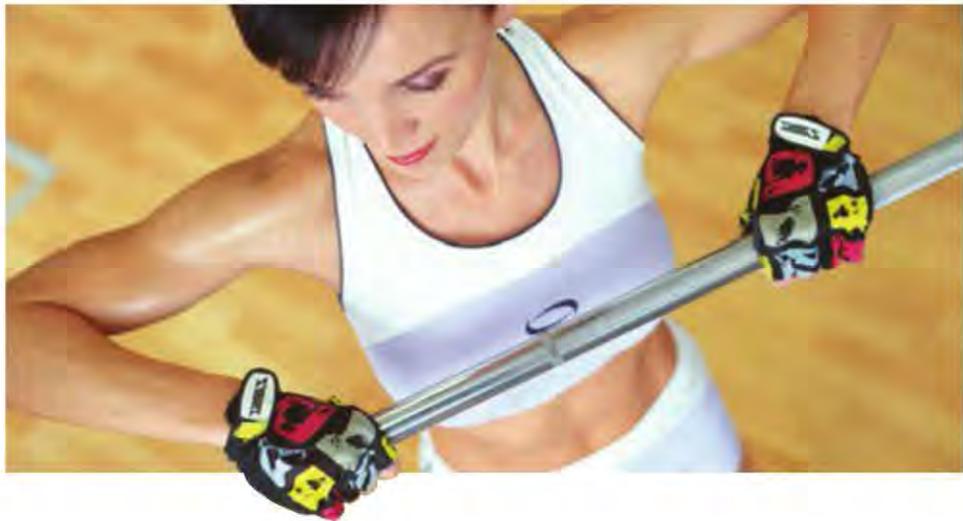
Il est à noter que la ration protidique peut passer du simple au double sans grand inconvénient pour le consommateur. On ne peut pas dire la même chose pour les glucides ou les lipides, c'est pourquoi il faut respecter ces pourcentages. Le besoin protidique est inférieur de 10 % chez la femme par rapport à l'homme.

Les besoins de l'être humain varient quantitativement selon l'âge, l'énergie dépensée, l'état physique, etc. : un régime insuffisant en glucides et en lipides, la croissance, la grossesse, certains états pathologiques caractérisés par une destruction étendue des tissus demandent un apport supplémentaire en protides.

	Protides en g/kg/jour
Minimum absolu	0,25-0,50
Minimum raisonnable (sédentaire)	0,80
Ration observée pour un adulte	1,25
Ration conseillée pour un enfant	4 g
Ration conseillée pour un adolescent	2 g

Remarque

- *Chez la femme enceinte, il faut ajouter 8-9 grammes de protides/jour à la ration normale, chez la femme qui allaite 17 grammes/jour.*
- *Chez le sportif, les besoins sont couverts largement par l'apport de 1,20 à 1,50 grammes de protides/kg/jour.*



Il n'a jamais été démontré qu'un supplément protidique améliorerait les performances. Les haltérophiles constituent un cas particulier, et quand l'effort musculaire est prolongé, il est possible d'ajouter à la ration 15 à 20 grammes de protides.

La consommation de protéines conseillée reste comprise entre 10 et 13 % de la ration énergétique totale pour le sédentaire, et entre 12 à 15 % pour le sportif. Elle augmente en valeur absolue proportionnellement au niveau de la dépense journalière.

Les hommes consomment 25% de produits carnés de plus que les femmes.

D'une manière générale, le sexe a un impact très significatif sur la consommation des produits carnés en volume. Les hommes mangent en moyenne une quantité de produits carnés supérieure d'environ un quart (25%) à celle des femmes. Leur consommation s'élève à 141 grammes/jour pour les hommes et 106 grammes/jour pour les femmes.

LES CARENCES

Une carence en aliments protidiques diminue la résistance aux infections et aux traumatismes. Elle se traduit par de la fatigue avec fonte musculaire.

LES EXCÈS

Une consommation protidique excessive, une fois les besoins d'entretien de l'organisme assurés, peut entraîner la formation de graisses de réserve, mais surtout pas de muscles « plus gros » ! Ce sera aussi une charge supplémentaire pour les reins et le foie qui doivent éliminer les produits toxiques formés (ammoniacque et urée). Chez le rat, l'augmentation de la ration en protides n'est pas anodine et coexiste avec une diminution de la durée de vie. Les enzymes hépatiques dont l'activité est alors accrue sont ceux qui sont impliqués dans les processus de vieillissement.

Cette constatation chez une espèce animale différente de la nôtre ne peut bien sûr constituer une preuve, mais permet de réfléchir sur la double notion de besoin optimum et d'effet à long terme du comportement alimentaire.

On peut également souligner ici le rôle athérogène éventuel des protides d'origine animale.

Tout dépendra des possibilités d'adaptation biologique et de défense contre l'excès d'un métabolite.

LES APPORTS

C'est dans les aliments que l'organisme va trouver ses sources de protéines. L'apport protidique est assuré par deux groupes d'aliments :

Les protéines d'origine animale

Les viandes, les abats, les poissons et les produits de la mer, les œufs, les laitages.

Les protéines d'origine végétale

On les oublie souvent quand on demande à quelqu'un de citer les sources de protéines !

On les trouve dans : les farineux, les féculents, qui sont une source non négligeable et parfois même quasi-exclusive de protéines (végétariens).

Tous ces produits renferment des quantités extrêmement variables de protéines ainsi qu'il apparaît dans le tableau présentant les différentes sources de protéines animales et végétales (page 61).

Une ration équilibrée devra contenir des protéines animales ($\leq 50\%$) et des protéines végétales ($\leq 50\%$). Les aliments sources de protides doivent être présents chaque jour dans la ration.



VALEUR BIOLOGIQUE

Les protéines sont des substances qui, sur le plan biochimique, se révèlent très complexes : chaque protéine est une chaîne formée de groupements (polypeptides), eux-mêmes constitués par l'association de petites unités appelées acides aminés.

Les combinaisons sont complexes et spécifiques de chaque espèce, et même, dans une certaine mesure, de chaque individu. Il existe une vingtaine d'acides aminés (A.A.) dont huit sont dits essentiels et sont donc indispensables. Essentiel signifie que l'organisme ne peut les fabriquer, nous devons donc les puiser dans notre alimentation obligatoirement.

Les acides
aminés
essentiels sont
les suivants :

- *Leucine*
- *Isoleucine*
- *Lysine*
- *Méthionine*
- *Phénylalanine*
- *Thréonine*
- *Tryptophane*
- *Valine*

Composition moyenne en acides aminés donnée en pourcentage pour 16 g d'azote, soit 100 g de protéines.

AA. ESSENTIELS	OEUFS	BOEUF	POISSON	FARINE	LAIT DE SOJA
LEUCINE	9	8,2	7,2	6,7	8,5
ISOLEUCINE	6,9	5	8,1	4,2	4
LYSINE	7,2	8,9	8,1	6,1	7,3
MÉTHIONINE	5,8	4,2	3,8	3,4	3,7
PHÉNYLALANINE	5,9	4,3	3,5	6,1	5,3
THRÉONINE	5	4,7	4,9	4	4,3
TRYPTOPHANE	1,6	1,3	1	1,2	1,4
VALINE	7,4	5,3	5,4	4,8	5,5

Remarque : 1 g d'azote x 6,25 = 1 g de protéines.

La composition en acides aminés indispensables est donc un critère de qualité pour une protéine.

La valeur biologique des protéines dépend de leur composition en acides aminés synthétisables par l'organisme. L'absence ou le déficit de l'un de ces acides aminés est un facteur limitant de la synthèse de la molécule protéique. C'est pourquoi on a intérêt à associer les protéines dans l'alimentation.

Chaque A.A. peut donner lieu à une multitude de combinaisons.

Chaque protéine est donc une combinaison particulière et l'organisme doit « démonter » et transformer les protéines alimentaires pour reformer celles qui lui sont propres.

La présence simultanée et en quantité suffisante des A.A. est essentielle pour une bonne assimilation.

L'absence, le déficit ou le retard dans l'apport de l'un d'eux entravent la bonne utilisation des autres.

Une protéine d'origine animale possède toujours les huit A.A. essentiels en quantité suffisante, ce qui est rarement le cas pour une protéine d'origine végétale. Il faudra donc utiliser ce que l'on appelle « la supplémentation » et associer les protéines quand il le faut.

Exemples

- *Riz + lentilles.*
- *Riz + lait.*
- *Mais + haricots secs.*
- *Semoule de blé + pois chiches.*

Certaines recettes traditionnelles d'Afrique du Nord (couscous), d'Inde ou d'Amérique latine utilisent cette technique sans le savoir !

L'association donne une valeur protidique identique à celle de la viande, mais il faut qu'un végétal soit associé à un autre végétal dans une supplémentation adéquate.

Les protéines d'origine végétale sont amenées à avoir de plus en plus d'importance dans le futur, surtout du point de vue économique, et je pense en l'occurrence aux pays dits « en voie de développement ».

On assiste à un véritable gaspillage de protéines végétales actuellement dans les pays riches. Celles-ci constituent l'alimentation du bétail et l'animal transforme les protéines contenues dans les végétaux qu'il



ingère : le rendement de transformation de protéines végétales en protéines animales est très faible (de 4 à 20 %). Il faudra au minimum 5 kilos de protéines végétales pour fabriquer 1 kilo de protéines animales !

CHOIX DES PROTÉINES

Les protéines animales

On distinguera :

Les protides lactés

Ces produits laitiers vont apporter surtout des protides de haute valeur biologique, du calcium, du phosphore, ainsi que des vitamines du groupe B. Des lipides seront présents aussi en plus ou moins grande quantité :

- Lait entier, écrémé, demi-écrémé, condensé, en poudre...
- Lait fermentés (yaourts, kéfir...)...
- Fromages frais : fromage blanc, petits-suisse, demi-sel...
- Fromages fermentés à pâte molle : Camembert, Brie, Munster, bleus...
- Fromages à pâte dure : Saint-Paulin, Hollande, Cantal, Gruyère, Parmesan...



Les protides non lactés

Ce sont les produits de boucherie, charcuterie, triperie :

- Viandes.
- Volailles.
- Charcuterie.
- Abats.

Également les produits de pêche :

- Poissons de mer et d'eau douce.
- Les mollusques, coquillages et crustacés.

Mais aussi :

- Les œufs

Ils apportent des protides de haute valeur biologique, du fer, du phosphore, des vitamines du groupe B ainsi que des lipides en plus ou moins grande quantité.

Du point de vue protidique

100 g de viande = 100 g de poisson
2 œufs
18 huîtres
1/2 litre de lait
20 g de protéines environ

Place des protéines animales dans l'apport protidique total

1880	27 %	1955	52 %
1900	33 %	1965	67 %
1920	39 %	1980	70%
1935	45 %		

La place des protides animaux si elle doit être importante du fait de la valeur biologique de ses acides aminés, devrait être diminuée au bénéfice des protéines végétales.

On conseille le rapport : $\frac{\text{protéines végétales}}{\text{protéines animales}} > 1$

Les protéines végétales

Les consommateurs de produits carnés ont tendance à consommer plus d'aliments de base tels que les légumes secs et les produits céréaliers (pain, biscottes, pâtes). Leur consommation est aujourd'hui encouragée par les Pouvoirs Publics pour leur apport en nutriments essentiels. Pourtant, une baisse de consommation de ces aliments est observée parallèlement à celle des produits carnés.

Les aliments
les plus riches
en protéines
sont

- *Le soja,*
- *les légumes secs,*
- *les céréales : blé, riz, maïs, tapioca,*
- *les dérivés des céréales : pain, semoule, pâtes.*

L'apport protidique est variable entre 2 et 20 %, et même 35 % pour le soja.

Celui-ci, aliment presque complet (teneur faible en méthionine, A.A. essentiel) est aujourd'hui présent dans de nombreux aliments de consommation quotidienne : pâtisseries industrielles, charcuteries (pâtés, saucisses), sauces préparées, plats cuisinés, en conserve ou congelés.

Dans l'organisme, les protéines devenues acides aminés, subissent le dernier terme de leur dégradation : l'urée, au niveau du rein et du foie. C'est à ce niveau aussi que les déchets dus à la fatigue provenant du travail musculaire sont neutralisés. Si l'alimentation apporte trop de protéines, c'est un surcroît de travail pour le foie et le rein. La ration en eau devra alors être plus importante pour excréter l'urée sanguine, l'ammoniaque et l'acide urique formés. On compte 7 millilitres d'eau par calorie d'origine protidique.

« **Plus on consomme de protéines, plus il faut boire !** »

Au-delà de 18 à 20 % de protéines dans la ration, tout excès est détruit par l'organisme ; mais la surcharge des fonctions d'épuration hépatique peut provoquer une déplétion en vitamines B 6.

À retenir

Il faut boire 7 ml d'eau par calorie protidique.



Il est donc bien inutile pour le sportif d'abuser de poudre de protéines (type Albumine-Caséine) si la ration alimentaire traditionnelle est suffisante. Je pense en l'occurrence aux adeptes du culturisme, body building, etc., qui se jettent sur les préparations protidiques qu'ils payent souvent fort cher, ceci dans l'espoir d'augmenter de beaucoup leur masse musculaire.

La faculté de « faire du muscle » dépend plus de l'entraînement que d'un apport protidique important.

Il est difficile de dépasser 2 grammes de protéines par kilo de poids corporel. Sur une ration de 3 500 Kcal/j, 15 % de protides donne 135 g/j, ce qui est le maximum pour un athlète de 70 kilos par exemple.

Le sportif doit donc diminuer sa consommation de viande si elle est excessive. À l'heure actuelle, on favorise de plus en plus la consommation de légumes secs jusqu'à concurrence de 50 % de l'apport protidique total :

Ce qui donne dans notre ration-type

- 7,5 % de protéines animales
 - 7,5 % de protéines végétales
- pour obtenir 15 % de l'A.E.T.*

Dans le régime américain du diététicien Robert Haas, l'apport de viande n'est possible qu'à un seul repas ou en demi-portion pour les deux repas. Les légumes secs présentent l'avantage d'apporter en plus de leurs protides, des glucides à utilisation lente, et surtout peu de lipides, ce qui n'est pas toujours le cas pour les viandes que nous consommons souvent avec exagération.

Trop souvent les sportifs sont convaincus de la nécessité de consommer beaucoup de protéines pour réaliser de bonnes performances.

En fait les protides sont peu utilisés au cours de l'effort. Ils interviendront dans la reconstruction de la masse musculaire après.

L'augmentation de la consommation d'énergie ne nécessite pas une augmentation parallèle du besoin protéique. Elle se fera au dépend des glucides.

Sources de protéines animales
Composition moyenne pour 100 g d'aliments crus

ALIMENTS	PROTIDES (G)	LIPIDES	GLUCIDES	CARACTÉRISTIQUES
VIANDE	18-20	13 (5-20)	-	Vit. B, fer, phosphore
POISSON	18	11 (2-20)	-	Vit. B, iode, phosphore, minéraux
ŒUFS	7,5	6	-	Riches en fer, phosphore, magnésium, vit. A et D
LAIT ENTIER	3,5	3,5	5	Riche en calcium, vit. B, A et D
FROMAGE	29	30	-	Riche en calcium (type gruyère)

Sources de protéines végétales
Composition moyenne pour 100 g d'aliments crus

ALIMENTS	PROTIDES (G)	LIPIDES	GLUCIDES	CARACTÉRISTIQUES
PAIN BLANC PAIN COMPLET	7	0,8	55	Riche en amidon. Plus riche en vitamines
LÉGUMES SECS (TYPE LENTILLES)	24	-	56	Riches en fer et en vit.B
CÉRÉALES (TYPE RIZ)	7,6	-	77	Riches en amidon
SOJA	35	18	30	Riche en éléments minéraux

Les aliments sources de protides doivent être présents chaque jour dans l'alimentation en proportion convenable, c'est-à-dire moitié d'origine animale, moitié d'origine végétale.

IDÉES FAUSSES SUR LES PROTÉINES

La viande rouge saignante est meilleure pour la santé que la viande cuite : FAUX



La valeur nutritive ne change pas avec la cuisson. Au contraire, celle-ci permet d'éliminer les toxines et les microbes qui peuvent s'y trouver. Les gens associent la vue du sang à une idée de force, c'est purement psychologique !

La quantité de protéines est la même que la viande soit « bleue » ou archicuite ! La viande blanche a la même valeur protidique que la viande rouge, le pot-au-feu la même valeur protidique que le rumsteck.

**Seuls
changent**

- *Le prix,*
- *la teneur en graisses.*

Le poisson est moins « nourrissant » que la viande : FAUX

Le poisson apporte des protéines d'excellente qualité également, et sa teneur en graisses est plus faible en moyenne que pour les viandes, ce qui est important quand on veut obtenir un taux de lipides proche des 30 %. Il contient des acides gras polyinsaturés et a une action efficace dans la prévention des troubles lipidiques sanguins.

Nous n'en consommons pas assez ! Il faudrait faire quatre repas « poisson » par semaine au minimum. Il est dommage qu'il soit si cher et que beaucoup de gens ne sachent pas le cuisiner ! Le congelé peut être une bonne solution du fait de son caractère pratique.

Le foie de veau est plus riche en vitamines que les autres foies d'animaux : FAUX

La teneur vitaminique est aussi bonne dans le foie de veau que dans le foie de génisse. Il est vrai que le foie de veau est meilleur au goût, mais son prix n'a aussi aucune comparaison avec celui des autres !

La viande grillée ne fait pas grossir : FAUX

Le steak grillé apporte, s'il est cuit sans matières grasses, 20 % de protéines et 5 à 10 % de lipides en moyenne.

Ce qui
donne pour
un steak
de 100 g

- 80 calories protidiques
- 90 calories lipidiques

Il y a plus de calories « graisseuses » que de calories protidiques ! et il est rare que le steak présenté fasse moins de 100 grammes ! Des restaurants parisiens proposent même des morceaux de 500 grammes pour une personne dans leur publicité (quand on sait que la côte de bœuf contient de 18 à 21 grammes de lipides aux 100 grammes et qu'elle est souvent garnie de frites...).



Il existe dans le bœuf des morceaux maigres (steak, bavette, rumsteak, macreuse, gîte, paleron) et des morceaux plus gras (entrecôte, plat de côte, côte de bœuf). Ce qui va être important en dehors du type de morceau, c'est la quantité de viande consommée et la façon de la cuire. 240 grammes par jour devraient suffire.

La quantité de viande rouge ingérée doit être surveillée, mais elle doit être présente dans l'alimentation des sportifs au moins trois fois par semaine. Elle ne représente pas la panacée pour le sportif qui devra lui préférer viandes blanches, volailles ou poissons quand cela est possible, la teneur en graisses de ces aliments étant en général plus faible. Attention quand même aux quantités, on a vu plus haut que les lipides augmentent aussi !

EN CONCLUSION

Les protéines ne représentent un substrat énergétique significatif de l'exercice que dans le cas d'exercices d'intensité élevée, de durée très prolongée et/ou lors d'une déplétion préalable des réserves de glycogène. Une éventuelle augmentation des besoins protéiques dépend également du type de sport pratiqué (endurance ou force). En général, l'apport protéique nécessaire est obtenu par l'augmentation des apports énergétiques totaux indispensables au maintien du poids chez les sujets sportifs, sans besoin de supplément en protéines ou en acides aminés. À noter que pour les



sujets pratiquant une activité physique ou sportive d'intensité modérée, sur une base régulière, par exemple trois fois une demi-heure à une heure par semaine, les besoins protéiques seront couverts par les apports nutritionnels conseillés pour la population correspondante. Pour les sportifs d'endurance (ex. coureurs de longue distance), l'objectif est l'obtention d'un bilan azoté équilibré, c'est-à-dire un équilibre entre les apports et les pertes protéiques. Les apports nutritionnels conseillés en protéines dans ce cas ont été estimés à environ 1,5-1,7 fois l'apport nutritionnel conseillé pour la population générale correspondante (soit 1,5-1,7 g/kg/jour) et correspondent à 12-16 % de l'apport énergétique total quotidien équilibrant les dépenses énergétiques. Ces apports sont couverts par les aliments courants dans le cadre d'une alimentation équilibrée et diversifiée.

Pour les sportifs de force (ex. haltérophiles), si le but est le maintien de la masse musculaire, l'objectif est l'obtention d'un bilan azoté équilibré avec des apports de sécurité estimés à 1-1,2 g/kg/j. Si le but est d'augmenter la masse musculaire, l'objectif est de positiver le bilan azoté. Il est possible de conseiller des apports de 2 à 3 g/kg/j pendant des périodes ne dépassant pas six mois, mais sous contrôle médical et diététique. Les deux tiers de ces apports doivent être couverts par des aliments courants, le reste par des suppléments (sans dépasser 1 g/kg/j, sous forme de protéines à haute valeur biologique). Des apports supérieurs ne permettent pas une accréation protéique musculaire supplémentaire et ne sont donc pas justifiés en termes d'efficacité.

Les lipides

Ce sont les graisses. On a longtemps pensé que les lipides ne servaient qu'à lutter contre le froid et n'avaient qu'un pouvoir calorifique. On sait aujourd'hui, qu'ils sont utilisés pour l'effort sportif surtout quand l'athlète subit un entraînement en endurance. Leur utilisation permet d'économiser les précieuses réserves glycoliques. Les réserves lipidiques sont importantes et représentent, elles, plusieurs kilos !

On oublie souvent que si les protéines sont les plus importants constituants des muscles, les lipides, eux, sont les plus importants constituants du système nerveux, cerveau y compris. Pendant longtemps, on n'a pas spécialement considéré que les lipides étaient bénéfiques pour la santé. Depuis le début des années 90 et l'engouement pour l'huile d'olive et son effet bénéfique sur le cholestérol, l'image des lipides a changé. Les choses se sont accélérées depuis 2000 avec la découverte par le grand public (pas par les diététiciens !) des acides gras oméga 3 et de l'huile de colza. Leur rôle de prévention sur le système cardiovasculaire n'est plus à démontrer.

Mais les lipides, c'est quoi au juste ?

Dans quoi les trouve-t-on ?

Combien faut-il en consommer ?

Lesquels faut-il consommer ?

Nous allons essayer de voir quelle doit être leur place dans l'alimentation du sportif.

L'ampleur des connaissances accumulées ces dix dernières années en matière de lipides est telle qu'il est nécessaire d'en résumer les grandes lignes.

LA CONSOMMATION DES LIPIDES

On appelle « lipides » les graisses contenues dans les différents aliments. Le terme de lipides est de plus en plus connu du grand public.

Ainsi, la publicité pour les corps gras, les arguments pour la consommation de tel ou tel produit, les articles de vulgarisation nutritionnelle utilisent des termes familiers pour le consommateur. Tout le monde peut répondre à la question : « - Citez-moi un aliment lipidique ? » par « - le beurre ou l'huile »... et pourtant ce n'est pas tout !

L'alimentation de ce début de XXI^e siècle regorge de sources de lipides, elle est bien souvent excédentaire et les lipides ont plus ou moins mauvaise réputation... À l'heure actuelle, malgré les nombreuses campagnes de prévention, la consommation de lipides va croissant, et il n'est pas rare de voir des rations énergétiques journalières apportant 44 à 48 % de calories sous forme de lipides. La moyenne nationale est de 42 %, soit 143 grammes de graisses/jour, soit 1 278 Kcal sous forme de graisses !... pour une ration de 3 000 Kcal.

Il y a un dérapage certain depuis quelques années. Cela vient du fait qu'avec l'élévation de notre niveau de vie, la consommation de certains produits a changé : en 1910, les lipides représentaient 22 % de l'apport énergétique journalier des Français.

En 1930	28 %
En 1974	42 %
En 2000	42 % [44-48 bien souvent]

Il est recommandé que le pourcentage de lipides soit ramené à 30 % de la ration énergétique !

Nous mangeons en 2007 beaucoup trop de graisses, surtout « cachées », nos aliments en contiennent souvent à l'état naturel. À ces lipides-là, nous ne devrions pas ajouter plus de 20 à 25 grammes de « graisses d'addition » (soit solides, soit liquides).

À titre indicatif, un morceau de beurre moyen pèse 14 grammes et contient 83 % de lipides, et une cuillère à soupe d'huile pèse 15 grammes et contient 100 % de lipides !

Au total, nous absorbons facilement 80 à 100 grammes de lipides par jour, soit 720 à 900 Kcal sous forme de « graisses » (la moyenne nationale est de 143 g/j soit 1 278 Kcal... sans commentaires !).

Origine des lipides dans notre alimentation

La contribution des produits carnés aux apports lipidiques totaux de notre alimentation a considérablement diminué entre 1999 et 2003, passant de 21,3% à 18,3%. La part des viandes de boucherie a également baissé : de 7,9% en 1999, elle se situe désormais à 7%. La viande de bœuf (y compris celle des plats préparés) n'apporte, quant à elle, que 3,5% des lipides totaux de notre alimentation.



En cinq ans, la répartition de la consommation des lipides dans l'alimentation des Français a ainsi connu une évolution significative. En effet, on observe une augmentation des apports en lipides provenant des aliments tels que les pâtisseries, quiches, pizzas, plats cuisinés, sauces, entremets, alors que l'on observe

une diminution des apports lipidiques des viandes de boucherie, des volailles et des charcuteries.

Les corps gras alimentaires jouent pourtant, on ne le sait pas toujours, un rôle primordial dans l'équilibre de notre santé. Ils sont indispensables et nous devons donc savoir les utiliser suivant les règles élémentaires de la diététique.

L'équilibre doit être aussi bien quantitatif que qualitatif. Notre alimentation doit donc, entre autres, ne pas être trop riche en corps gras et réaliser un équilibre entre les différents corps gras, en fonction de leurs qualités spécifiques. Les lipides ne doivent pas être présents en excès dans une ration alimentaire. La trop grande proportion de lipides dans la ration énergétique est caractéristique de notre société d'abondance et est responsable en grande partie des « maladies de surcharge » :

- excès de poids,
- hypertension artérielle,
- développement des processus d'athérome et de thrombose qui conduisent aux cardiopathies ischémiques (ce que l'on appelle la maladie des vaisseaux coronaires),
- diabète gras,
- troubles lipidiques (hypertriglycémie, hypercholestérolémie, c'est-à-dire augmentation des triglycérides, du cholestérol). Il faut rappeler que les maladies cardio-vasculaires sont responsables de 42 % des décès en France,
- rôle dans la genèse de certains cancers, notamment celui du côlon (gros intestin), du sein, dont la fréquence augmente quand l'alimentation est trop riche en graisses.

L'action des sels biliaires a pour but d'émulsionner les graisses afin de faciliter leur digestion. Celle-ci se fait normalement sous l'action d'enzymes spécifiques (lipases) dans l'intestin grêle. Une alimentation trop riche en graisses saturées et en graisses cuites provoque :

- **une stimulation des sécrétions biliaires** et donc une augmentation des sels biliaires dans la lumière intestinale,
- **une accélération du transit,**
- **une digestion des lipides imparfaite.**

Elles ont pour conséquence une moins bonne absorption au niveau de l'intestin grêle. Ces lipides se retrouvent alors dans le côlon où ils stagnent. La digestion dans le côlon est principalement bactérienne. Sous l'effet des bactéries, il y aurait formation de composés toxiques à partir des sels biliaires, appelés stéroïdes, qui augmentent le risque de cancer.

Plus encore que le manque de fibres dans l'alimentation, c'est l'excès de consommation de corps gras, notamment de graisses cuites, qui serait mis en cause dans la genèse du cancer colique.

Le cholestérol

Il a fallu attendre la fin des années 80 pour voir apparaître les résultats d'enquête portant sur le cholestérol et le développement des maladies cardio-vasculaires. On possède des preuves formelles qu'une réduction du taux de cholestérol sanguin entraîne une baisse des maladies cardio-vasculaires. Aux U.S.A., des efforts d'information sans précédent auprès de la population ont permis de faire décroître la maladie coronarienne

de 30 % en quelques années. On espère, là-bas, le double pour les années 2010. Il y a peu à peu modification des comportements alimentaires. (Actuellement, le taux de cholestérol sanguin conseillé est de 2 g/l).

Le cholestérol peut avoir une double origine

- soit exogène et apporté par l'alimentation,
- soit endogène et fabriqué par nos cellules.

Le cholestérol circule dans le sang sous forme de lipoprotéines. On peut doser la cholestérolémie qui est le taux de cholestérol sanguin.

Aujourd'hui, on fait la différence entre le bon cholestérol et le mauvais cholestérol, vous avez dû en entendre parler. Le « bon cholestérol » ou H.D.L. est lié à des lipoprotéines de haute densité qui le transportent. Le « mauvais cholestérol » ou L.D.L. est lié à des lipoprotéines de basse densité.

Lorsqu'un taux de cholestérol est limité, il est bon d'évaluer le rapport cholestérol total H.D.L.

La fraction H.D.L. ramène le cholestérol des artères au foie. La fraction L.D.L. « colle » le cholestérol à la paroi artérielle. Le H.D.L. est favorable et protecteur quand il est élevé ; inversement, un excès de L.D.L. est plutôt défavorable.

La pratique sportive, l'entraînement surtout en endurance, ont un effet positif sur le métabolisme du cholestérol et augmentent la fraction favorable (H.D.L.) de celui-ci. En général, il représente 1/5 du cholestérol total.

Un exercice physique en endurance (de type course à pied, cyclisme) pratiqué régulièrement, sans interruption et associé à une bonne diététique, sera une bonne protection contre les maladies cardio-vasculaires !

Une consommation excédentaire compromet donc la santé du sportif au même titre que celle de l'individu moyen. Elle n'est pas toujours due comme on pourrait le penser à une trop grande quantité de beurre et d'huile dans nos assiettes (graisses visibles), mais à une trop grande consommation de viandes, charcuteries et fromages (graisses invisibles). Certains auteurs, à l'heure actuelle, recommandent même des rations en lipides inférieures à 30 % de l'apport énergétique total, ce qui devient difficile à faire en pratique si on veut conserver un apport de viande aux deux repas.

Une ration bien construite doit comporter environ 30 % de son énergie sous forme de lipides. Bien les utiliser, c'est d'abord bien les connaître.

LE RÔLE DES LIPIDES

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

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).

Un gramme de lipide fournit 9 kilocalories ou 37,6 kilojoules (1 g de glucide ou de protide ne fournit que 4 Kcal ou 16,7 Kj).

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. On trouve des triglycérides au niveau des dépôts adipeux, dans le plasma, mais également dans la fibre musculaire.

Cette utilisation métabolique, on l'a vu, 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 énergétique diminue, c'est la dégradation du glucose et du glycogène musculaire qui fournit alors la quasi-totalité de l'énergie.

L'épuisement du glycogène musculaire étant considéré comme un facteur limitant de l'endurance, l'utilisation de ces 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 aérobie, et d'une intensité moyenne, les réserves en glycogène diminuant, la libération des acides gras des triglycérides de réserve est accrue (sous l'action lipolyti-



que de l'adrénaline). 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.

LES SOURCES DE LIPIDES

La nature propose des lipides végétaux et animaux sous forme visible ou cachée. Dans notre alimentation, nous absorbons des corps gras sous deux formes.

Les graisses de structure : « Les aliments gras »

Ce sont les lipides invisibles qui rentrent dans la composition des aliments. On les trouve dans tous les organes de réserve animaux ou végétaux (fruits oléagineux, graines oléagineuses, tissus adipeux...) ainsi que dans la plupart des aliments préparés ;

La teneur est très variée

Lait entier	3,5 % de matières grasses
Fromages	20-30 %
Œuf	12%
Viande de bœuf	15 %
Viande de porc	20-25 %
Poissons	5-12 %
Noix et amandes sèches	55-60 %
Biscottes	4-6%
Frites	16%
Gâteaux secs	10-15 %
Biscuits sablés	20-25 %
Chocolat	30-50 %
Charcuteries	10-70 %

Ces matières grasses représentent environ la moitié de la ration lipidique conseillée.

Les graisses d'addition

L'homme a appris à les extraire pour les transformer en corps gras alimentaires.

**Les graisses
alimentaires
se présentent
sous trois
consistances**

- *Fluide*
- *Solide*
- *En émulsion*

Les graisses fluides sont d'origine végétale, par exemple les huiles d'arachide, d'olive, de tournesol, etc.

Les graisses solides sont soit d'origine végétale comme l'huile de palme ou de coprah, soit d'origine animale comme le suif ou le saindoux. Elles sont vendues sous forme de pain.

Les émulsions sont des matières grasses qui contiennent de l'eau. C'est le cas des beurres, des margarines.

Les constituants majeurs des graisses que nous absorbons sont des triglycérides.

Les graisses d'addition sont les graisses visibles, ainsi appelées car nous les ajoutons à nos aliments. Ce sont les huiles, les beurres, les graisses mélangées (margarines) qui servent à cuire ou à accommoder nos aliments.



Ces graisses d'addition seront principalement de deux origines bien distinctes :

D'origine animale

Beurre	Vache
Saindoux, lard	Porc
Suif	Bœuf, mouton
Graisse d'oie	
Huile de poisson	(ex. hareng)

D'origine végétale

Huiles d'olive, d'arachide, de tournesol, de colza, de soja, de carthame, de germes de blé, de maïs, de pépins de raisin, de palme, de noix de coco...

D'origine mixte

Les margarines sont des mélanges, soit d'huiles végétales et de graisses animales, soit seulement d'huiles végétales émulsionnées avec de l'eau ou du lait écrémé.

Les nouvelles matières grasses allégées à 25, 38 ou 65 % de matières grasses sont en général des émulsions de lait écrémé, de beurre et d'huiles végétales (soja, colza ou tournesol principalement).

N.B : Actuellement la consommation de corps gras par jour et par personne en France comporte 2/3 de lipides d'origine animale et 1/3 d'origine végétale ; il faudrait plutôt respecter une proportion de 1/2-1/2.

COMPOSITION

Les lipides sont constitués de différents acides gras. En fonction du produit, ils seront distincts ; les acides gras apportés par le beurre ne sont pas les mêmes que ceux de l'huile de tournesol par exemple.

Tous sont nécessaires. Il existe une vingtaine d'acides gras groupés en triglycérides. Chaque triglycéride contient trois molécules d'acides gras unies à une molécule d'alcool : le glycérol. Il existe donc une très grande variété de triglycérides.

Les acides gras se différencient par

- *La longueur de leur chaîne (composée de groupements à base d'atomes de carbone).*
- *La quantité des liaisons entre les différents atomes de carbone : selon si elles sont fragiles ou solides.*
- *La position de ces différentes liaisons sur la chaîne.*

On parle ainsi de triglycérides à chaîne moyenne, d'acides gras saturés ou insaturés en fonction de la composition chimique de chacun d'eux.

Parmi les acides gras saturés, on remarque :

- Acide butyrique (beurre).
- Acide stéarique (graisses des viandes).

Parmi les acides gras insaturés :

- Acide oléique (huile d'olive).
- Acide linoléique (huile de tournesol).

Parmi les acides gras insaturés, certains sont dits essentiels comme :

- **L'acide linoléique :**
18 atomes de carbone (C 18 : 2n-6).
- **L'acide alpha linoléique :**
18 atomes de carbone (C 18 : 3n-3).
- **L'acide gamma linoléique :**
18 atomes de carbone (C 18 : 3n-6).

Tous les corps gras sont constitués d'acides gras. Un acide gras, c'est un collier de perles plus ou moins long dont chaque perle serait un atome de carbone. Toutes les perles sont attachées entre elles, bien sûr. Mais il s'y attache aussi des perles d'une autre couleur qui sont des atomes d'hydrogène.

Quand chaque « perle carbone » a deux « perles hydrogène », qu'il ne reste aucune place, on dit que le collier acide gras est saturé.

S'il reste « de la » ou « des » places, il est insaturé (mono-insaturé ou poly-insaturé).

LES ACIDES GRAS

La notion d'acides gras essentiels a été mise en évidence il y a un peu plus de cinquante ans (travaux de Burr) : un régime sans lipides entraîne des troubles cutanés, oculaires, cérébraux et métaboliques divers chez l'animal jeune. Le métabolisme des acides gras essentiels a été élucidé entre 1965 et 1975. Ils participent à la membrane cellulaire et à la synthèse des prosta-glandines, dérivés bio-actifs jouant un puissant

rôle dans différents domaines : notamment la fécondation (dans l'élaboration des hormones sexuelles), les glandes endocrines, le tube digestif... pour citer les principaux.

RÔLE DES ACIDES ESSENTIELS (A.G.E.)

Ils étaient appelés il y a quelques années vitamine F.

- Ils sont indispensables au maintien des membranes et à leur fonctionnement (membranes des cellules, des noyaux des cellules, des mitochondries).
- Ils interviennent dans l'édification des cellules nerveuses et du tissu nerveux aussi bien pendant la gestation qu'après la naissance.
- Ils sont nécessaires à la croissance, à l'intégrité de la peau, et à la régénération des tissus blessés.
- Par l'intermédiaire de leurs dérivés, ils modulent l'action de plusieurs hormones et exercent des effets directs sur certains tissus dont les vaisseaux et le tissu musculaire.
- Ils jouent un rôle complexe sur les phénomènes d'agrégabilité plaquettaire et de thrombose vasculaire, d'où leur action possible dans la prévention des accidents vasculaires cérébraux ou coronariens.

La carence en acides gras essentiels entraîne des modifications structurelles et fonctionnelles des mitochondries, des troubles dans le transport de lipides sanguins et surtout une inhibition de la production de prostaglandines et prostacyclines, puissants modulateurs chimiques. En effet, elles contrôlent l'agrégation des plaquettes et interviennent dans la contractibilité

du muscle cardiaque, dans le maintien de la tension artérielle et dans le besoin en insuline. Pour prévenir cette carence en A.G.E., 5 à 10 grammes d'acide linoléique suffiraient.

L'organisme ne pouvant le synthétiser, l'acide linoléique devra être présent dans l'alimentation.

On le trouve
en quantité
intéressante
dans les huiles
végétales
telles que
les huiles de

- *Tournesol*
- *Pépins de raisin*
- *Maïs*
- *Soja*
- *Noix*

qui constituent les sources les plus économiques.

- En ce qui concerne l'**acide gamma linoléique**, les huiles et les corps gras de consommation courante n'en contiennent pas en quantité mesurable. Par contre, il est présent dans l'huile extraite de grains de différentes plantes qui peuvent espérer avoir un avenir dans le domaine alimentaire :
 - **Huile d'onagre** : l'onagre est aussi appelée l'herbe aux ânes et commence à être cultivée en Europe pour l'extraction de son huile.
 - **Huile de bourrache** : la bourrache est une plante à fleur bleue assez courante en Europe (elle est appelée aussi langue de bœuf).

Cet acide est également présent dans le lait maternel. On l'a aussi mis en évidence dans le groseillier, le groseillier à maquereau et le pépin de cassis. C'est un acide gras mineur mais qui a un rôle majeur.

- **L'acide alpha linoléique** que l'on trouve dans les huiles de noix, colza, soja, germe de blé. La législation française interdit l'utilisation en friture des corps gras contenant plus de 2% d'acide α -linoléique. L'huile de colza nouvelle formule (déjà citée) est une des huiles d'avenir.

- **L'acide arachidonique**, matière grasse de structure très importante. Malgré son nom qui évoque l'arachide, il n'est présent que dans les produits animaux :

- Les abats (cervelle, foie, rognons, coeur),
- les lipides de la partie maigre des viandes en quantité moindre que dans les abats,
- les œufs, les poissons d'eau douce et les animaux marins, un bon apport est aussi constitué par le lait de femme d'où l'importance de l'allaitement au sein pour le nouveau-né.



Ces graisses insaturées sont apparemment les moins mauvaises mais... il ne faudra pas en abuser.

Dans les problèmes d'artériosclérose et de maladies de cœur, on avait noté que la richesse du régime en graisses, la suralimentation et la quantité d'acides gras saturés jouaient un rôle prépondérant.

D'autres
facteurs
interviennent
aussi,
notamment
le mode de vie

- *La sédentarité excessive.*
- *L'augmentation du tabagisme.*
- *L'élévation des apports en sodium et en alcool.*
- *Le manque de fibres dans l'alimentation.*

La meilleure façon de réduire l'incidence des maladies cardio-vasculaires est d'agir simultanément sur tous ces facteurs ; la mesure diététique la plus efficace consiste en une réduction de l'apport calorique global s'il est excédentaire et à diminuer les calories lipidiques aux alentours de 30 %.

Les acides gras saturés n'ont pas que des inconvénients toutefois et il faudra savoir les utiliser dans notre ration.

On pourra noter aussi que si une ration est trop riche en graisses, en glucides et même en protéides dans une certaine mesure, par rapport aux besoins, l'organisme formera des acides gras qui se transformeront en triglycérides de réserve et qui seront stockés dans le tissu adipeux composé de cellules spécialisées : les adipocytes. Ce sont les cellules graisseuses de l'organisme. C'est la graisse de notre corps, notre réservoir d'énergie !

Le système nerveux est aussi très riche en graisses. C'est le tissu qui, après la masse adipeuse, contient la plus forte proportion de lipides. Cette grande richesse en lipides qui distingue très nettement le système nerveux de tous les autres tissus est due au fait que les lipides y jouent un rôle essentiellement structural et non pas énergétique.

Richesse en graisse saturée
(en % par ordre décroissant)

Graisse de coco (Végétaline)	98,5 %
Beurre	63 %
Margarines « dures »	60 %
Beurre de palme	55 %
Saindoux	37 %
Huile d'arachide	21 %
Huile d'olive	17 %
Margarine au tournesol « molle »	17 %
Huile de soja	15 %
Huile de maïs	12,5 %
Huile de pépins de raisin	11 %
Huile de tournesol	9,5 %
Huile de nouveau colza	8 %

En général, à température normale, les produits riches en graisses saturées ont une consistance dure contrairement aux graisses insaturées de consistance molle.

Attention

Il ne faut pas confondre graisses animales et graisses saturées et graisses végétales et graisses insaturées.

Le poisson par exemple apporte des graisses d'origine animale, mais insaturées. (Il faut insister absolument pour que l'on augmente la consommation de poisson.)

Plusieurs études récentes ont montré qu'un régime riche en graisses non saturées, qu'elles soient d'origine végétale et riches en acide linoléique ou dérivées de poisson et riches en acide éicosapentaénoïque (C20 : 5)

et docoso-hexaénoïque (C22 : 6), avait un effet hypolipidémique : le cholestérol baisse, les triglycérides aussi.



Le risque de décès par coronaropathie est réduit de 50 % chez les sujets qui mangent plus de 30 grammes de poisson par jour, par rapport à ceux qui n'en consomment pas. Une consommation de 30 grammes de poisson par jour équivaut à deux repas de poisson par semaine. Elle doit d'ores et déjà être recommandée à tous les sujets.

Le poisson est moins gras que la viande, même ceux que l'on considère comme gras (saumon, sardines, maquereaux...) et les acides gras apportés sont bien plus bénéfiques.



LES LIPIDES EN PRATIQUE

Les graisses apportées par les aliments

Les aliments sont plus ou moins riches en lipides. Certains sont uniquement composés de lipides, ce sont les graisses (huile, beurre, margarines).

D'autres les contiennent en proportions importantes

- *Les viandes.*
- *Les fromages.*
- *Les charcuteries (10 à 70 %).*
- *Les produits laitiers non écrémés, la crème fraîche.*

Ou en proportions moins importantes :

- *Les viandes maigres.*
- *Les poissons maigres.*
- *Les laitages écrémés.*

Ou en sont pratiquement dépourvus :

- *Pain, légumes secs, légumes verts et fruits (à l'exception des fruits oléagineux qui servent parfois à faire de l'huile !).*

Tous les lipides, d'origine animale ou végétale, apportent 9 Kcal/g.

Le beurre et les margarines végétales contiennent 83 % de lipides, donc fournissent le même nombre de calories !

Simplement les acides gras qui les composent ne sont pas les mêmes ; mais du point de vue calorique, c'est la même chose (cf. 1 kg de plume = 1 kg de plomb).

À l'heure actuelle, sont mises sur le marché des margarines contenant 38 % de lipides (soit deux fois moins que les margarines habituelles), fabriquées à partir de matières grasses, du beurre, et d'huiles végétales.



Outre l'avantage d'être « moins grasses », la teneur en vitamine A est garantie (les margarines « normales », végétales, en sont quasi-dépourvues). Il faut choisir « non hydrogénées » et dépourvues d'acides gras « trans ».

Il n'y a pas de mauvaises graisses et vous devez en consommer de chaque sorte. En revanche, il ne faut pas en privilégier certaines au détriment des autres, ce que chacun fait sans le savoir, en mangeant trop de viande, trop de charcuterie et trop de fromage (trop d'acides gras saturés et... cachés).

- **Matières solides à utiliser crues ou fondues :** le beurre, la margarine à 38 % de matières grasses pour avoir de la vitamine A et des acides gras à chaînes courtes et moyennes (importants pour la contraction musculaire).

- **Graisses d'assaisonnement :**

- Une huile riche en acides gras insaturés. Les huiles de colza et de soja ont le meilleur rapport en acides gras.
- Une huile riche en acides gras mono-insaturés (telle que l'huile d'olive).

Une huile idéale pour assaisonner les crudités serait composée de 4/5^e d'huile d'olive et de 1/5^e d'huile de colza.



● Graisses de cuisson :

- Une huile comme l'arachide ou l'olive en faisant attention à la quantité. L'idéal est de mettre un filet d'huile dans la poêle et d'essuyer celle-ci avec un papier absorbant de cuisine. Les graisses cuites, surtout le beurre, devront être proscrites ou très limitées car, d'une part, une haute température peut modifier leur structure et former des composés nocifs et indésirables, d'autre part, la digestibilité sera moins bonne.

Le premier déséquilibre à corriger est de ramener la ration lipidique au tiers des calories journalières, mais tout aussi grave est le déséquilibre engendré par une consommation excessive de corps gras saturés par rapport aux corps gras mono-insaturés et polyinsaturés.

Attention

Il ne servirait à rien, ou du moins à pas grand-chose, de n'acheter que telle ou telle huile de régime, sans prêter attention aux charcuteries, pâtisseries que l'on consomme. Il peut être plus efficace de remplacer une viande ou une charcuterie par une viande maigre ou du poisson que de se priver de beurre sur le pain. Il est très important de surveiller la consommation que l'on fait de certains aliments très gras sans négliger pour autant le rôle que peuvent jouer les aliments ne contenant que quelques pour-cent de matières grasses, mais que l'on consomme en grandes quantités !

Un véritable régime de prudence est conseillé avec :

- La limitation de la ration totale en graisses à 30 % de l'A.E.T.
- Le respect du rapport

$$\frac{\text{Lipides d'origine animale}}{\text{Lipides d'origine végétale}} = 1$$

- Une répartition équilibrée en acides gras avec :
 - 10 % de graisses saturées,
 - 10-13 % de grasses mono-insaturées,
 - 7-10 % de graisses polyinsaturées.
- La limitation de l'apport exogène de cholestérol à moins de 300 mg/jour.

Les lipides
dans
l'alimentation
vont
représenter

- *Une source d'énergie non négligeable.*
- *Un secteur de vitamines liposolubles.*
- *Un rôle de structure (système nerveux).*
- *Un rôle de précurseur des prostaglandines.*

Note

Selon les experts internationaux de la F.A.O. et de l'O.M.S., les acides gras essentiels devraient couvrir 3 % de l'A.E.T., ce qui correspond à 7 à 10 grammes d'acide linoléique par jour. Les besoins peuvent être accrus selon les cas (femmes enceintes, allaitantes, sujets à haut risque du fait d'une maladie cardio-vasculaire). L'apport préconisé pourra ainsi s'élever de 10 à 30 g/jour environ.

Les besoins en acides gras essentiels doivent aussi respecter une certaine proportion entre eux ; il faudrait dans certains cas, environ six à sept fois plus d'acide linoléique que d'acide α -linoléique :

N.B. : La nature est bien faite : le lait de femme a un rapport moyen entre 0,40 et 0,85 !

En conclusion à ce chapitre, nous pouvons dire qu'une alimentation variée, avec diminution de la consommation totale des graisses et substitution d'une partie des graisses saturées par des graisses polyinsaturées et mono-insaturées, semble être la meilleure recommandation possible pour le sportif de même que pour la majorité des gens. Une analyse de la consommation moyenne de chacun permet de déceler les erreurs et de les corriger. Un meilleur équilibre et une prévention des désordres lipidiques grâce à des impératifs alimentaires relativement faciles à respecter constituent un objectif raisonnable pour la diététique.



Les huiles en fonction de leur composition en acides gras



Riches en acides gras mono-insaturés

Huile d'olive
Huile d'arachide
Huile de nouveau colza

Riches en acides gras polyinsaturés

Huile de tournesol
Huile de maïs
Huile de soja

Riches en acides gras saturés

Beurre
Coprah
Saindoux
Huile de palme

L'huile d'olive présenterait l'avantage d'être plus digeste et de ne pas retarder l'évacuation du contenu gastrique. De plus les acides gras mono-insaturés seraient susceptibles de faire baisser le taux de cholestérol total en préservant la fraction H.D.L. du cholestérol.

La nouvelle huile de colza se distingue par une composition remarquablement équilibrée (8 % d'acides gras saturés, 62 % d'A.G. mono-insaturés, 30 % d'A.G. poly-insaturés dont 10 % d'acide linoléique).

LES DIFFÉRENTES HUILES ET MATIÈRES GRASSES

Les graisses sont composées d'acides gras de 4 sortes :

- **Les acides gras** solides à la température ambiante, comme le beurre ou la végétaline. Ils sont à éviter ou limiter fortement.
- **Les acides gras mono-insaturés.** Les huiles de colza et d'olive en contiennent beaucoup. Ils sont bénéfiques pour la santé.
- **Les acides gras polyinsaturés de type oméga 3.** On les trouve dans les huiles de colza, de noix et de soja. Ils sont particulièrement bénéfiques en matière de santé.
- **Les acides gras polyinsaturés de type oméga 6.** On les trouve dans l'huile de tournesol, de maïs, d'arachide et de palme ainsi que dans la plupart des margarines. Ils sont dangereux s'ils dépassent trop le taux d'oméga 3.

Les acides gras saturés artificiellement. On les appelle souvent acides gras trans ou graisses hydrogénées. Ce sont des graisses végétales liquides auxquelles on fait subir un traitement pour les rendre solides. Elles sont particulièrement toxiques et néfastes pour la santé, plus encore que les graisses comme le beurre ou l'huile de palme naturellement saturées.

Il est nécessaire de respecter un certain équilibre entre les oméga 3 et les oméga 6, dans un rapport de 1 à 2. L'huile de colza contient un peu d'oméga 6 par exemple. Le problème qui se pose aujourd'hui est que l'ali-

mentation « moderne » augmente considérablement les apports en oméga 6 (notamment avec les plats préparés) et le rapport est très déséquilibré au détriment des oméga 3 : 1 à 15 en moyenne !

Quand les apports sont équilibrés dans notre organisme, les oméga 3 et 6 sont complémentaires, mais en cas de déséquilibre, les effets des oméga 6 sont très néfastes : ils s'opposent à l'effet des oméga 3 sur la fluidification du sang et à leur effet anti-inflammatoire. Les oméga 6 participent à l'élaboration de molécules favorisant l'inflammation, les prostaglandines.

UTILISATION DES HUILES EN CUISINE

Il ne faut pas se tromper sur les huiles et il est impératif de savoir les choisir en fonction de l'utilisation prévue :

- **L'arachide** : elle a une température critique de 220°. Elle s'emploie aussi bien à froid qu'à chaud en fritures prolongées.



- **L'huile de maïs** : elle est un peu moins résistante à la chaleur mais recommandée pour sa richesse en acide linoléique.
- **L'huile de coco** : elle est vendue en pains blancs (végétaline). Elle est utilisée pour les fritures et les préparations sautées.
- **L'huile d'olive** : elle doit être réservée aux assaisonnements (salades, crudités...) et pour les petites fritures rapides.

- **L'huile d'olive vierge** : consommée toujours crue, elle doit être réservée aux assaisonnements.
- **L'huile d'olive raffinée** : elle peut être employée à chaud et pour certaines préparations.
- **L'huile de tournesol** : elle s'emploie en assaisonnements et cuisine. Il est préférable de ne pas l'employer pour les fritures car elle résiste mal aux chauffages prolongés et répétés.
- **L'huile de soja** : elle ne doit pas être chauffée car elle est très instable à la chaleur et à la lumière. Elle convient parfaitement pour les assaisonnements.
- **L'huile de colza** : pour les assaisonnements. Elle résiste mal à la chaleur. Longtemps décriée à cause de l'acide érucique, elle est aujourd'hui d'une qualité impeccable et la variété actuelle est exempte de cet acide. De nouvelles variétés ont vu le jour qui sont plus stables à la chaleur et ne donnent pas de corps indésirables.
- **L'huile de pépins de raisins** : elle provient des marcs après vinification. On la réserve pour les assaisonnements, compte tenu de sa fragilité. Elle est employée toutefois en pâtisserie où elle assouplit la pâte et l'aide à lever.
- **L'huile de noix** : consommée crue car très fragile au niveau de l'oxydation, elle est réservée aux assaisonnements et il faut la conserver à l'abri de la lumière.



LES LIPIDES DU FROMAGE

Le taux de matières grasses indiqué sur l'étiquette correspond à la teneur en graisses de la matière sèche.

Le consommateur bien souvent ignore quel est le pourcentage d'humidité et d'extrait sec du fromage ; nous consommons pourtant la matière totale ! L'étiquetage est mal fait !

Ainsi 100 grammes de camembert à 45 % de matières grasses apporteront plus de lipides que 100 grammes de petits-suisse à 60 % ! Tout dépend de l'extrait sec du produit !

(Par contre, plus celui-ci est important et plus le fromage est riche en calcium)

NOM DU FROMAGE SUR L'ÉTIQUETTE	% DE M.G. INDICÉ	% D'EXTRAIT SEC	% DE M.G. DANS LA MATIÈRE TOTALE
CAMEMBERT	45	52	26
CANTAL	45	55	24,95
EMMENTAL	45	62	27,9
SAINT-PAULIN	40	44	17,6
ROQUEFORT	50	60	30
PETITS-SUISSES	60	30	18
FROMAGE BLANC	40	20	8
FROMAGE BLANC	20	20	4

Les lipides sont utilisés préférentiellement comme substrat énergétique lors d'exercices d'intensité modérée (40-60 % du VO₂max) et lors de l'entraînement en endurance. L'importance des apports en lipides dans l'alimentation du sportif découle de l'énergie, des vitamines liposolubles et des acides gras essentiels qu'ils apportent.

Les apports nutritionnels conseillés en lipides pour le sportif d'endurance correspondent à 20-30 % de l'apport énergétique total quotidien, compte tenu du fait que les apports en glucides sont nettement favorisés (cf. ci-dessus). Des apports insuffisants en lipides (< 15% des apports) ou au contraire hyperlipidiques, de même que la prise d'un repas riche en lipides (60 %) dans les heures précédant l'exercice, **n'apportent pas de bénéfice en termes de performance.**

Les apports nutritionnels conseillés en acides gras essentiels pour la population générale s'appliquent aux sportifs (10 g/j d'acide linoléique, au moins 2g/j d'acide alpha-linolénique).

IDÉES FAUSSES

L'huile de tournesol est plus légère et moins grasse que les autres huiles : FAUX

La publicité a semé le doute. L'huile de tournesol amène autant de calories que les autres huiles. Elle est plus fluide, sa viscosité est moindre. Seule la nature des acides gras qu'elle contient fait la différence, c'est une huile très riche en acides gras oméga 6 et aujourd'hui, devant l'excès, on a tendance à limiter son utilisation ou mieux, à l'éviter.

L'huile d'olive est « plus grasse » : FAUX

Là aussi la teneur en lipides est la même que les autres (100 %). L'huile d'olive a une viscosité plus élevée, ce qui la fait paraître plus épaisse. On pourra ainsi en mettre moins, une cuillère à soupe (10 à 15 g) permettant d'assaisonner le contenu d'un saladier. Avec l'huile de colza, c'est la meilleure huile.

La margarine végétale est moins calorique que le beurre : VRAI et FAUX

La teneur en lipides est la même : 83 %. Le beurre apporte graisses animales et vitamine A. La margarine apporte graisses végétales, vitamine A et vitamine E. De nouvelles préparations diététiques sont présentes sur le marché ; elles apportent de 25 à 65 % de M.G. soit deux fois moins que les margarines et elles sont composées de beurre (25 %), de graisses végétales non hydrogénées, de lait écrémé et d'eau. Elles présentent l'avantage, outre le fait d'être moins caloriques, d'apporter un bon équilibre en acides gras et en vitamines liposolubles.

Les graisses animales sont des graisses saturées : FAUX. Les graisses végétales sont des graisses insaturées : FAUX

Ce n'est pas toujours juste !

Les poissons gras (hareng, maquereau), l'huile de poisson (foie de morue) apportent des acides gras partiellement insaturés. L'huile de palme contient des acides gras saturés (palmitique et stéarique).

3 Les glucides

Les glucides sont, avec les lipides, la source d'énergie incontournable du muscle. Les aliments en contiennent différents types soit sous forme de glucides lents (certains amidons), soit sous forme de glucides rapides (glucose). Ces types de glucides présentent des caractéristiques nutritionnelles complémentaires. Il faudra les associer pour avoir un effet « starter » combiné à un effet « libération prolongée ».



Une notion encore trop répandue dans le public est celle de l'intérêt d'une restriction de l'apport d'hydrates de carbone (glucides). Cette restriction volontaire d'aliments glucidiques peut entraîner, chez le sportif qui se l'impose, une compensation énergétique obligatoire à base d'aliments lipidiques, laquelle est très défavorable. Par contre, il faut absolument être vigilant sur la qualité des glucides que nous ingérons et sur la façon dont nous les ingérons.

Nous avons vu précédemment que la nature du combustible utilisé par le muscle dépendait de l'intensité et de la durée de l'effort :

- Lors d'exercices musculaires très intenses et de courte durée, c'est pratiquement le glucose qui est le seul combustible employé.
- Lors d'exercices prolongés de moindre intensité, type endurance, le glucose, mais aussi les graisses, sont alors utilisés (les graisses sont libérées à la demande par le tissu adipeux et sont véhiculées sous forme d'acides gras libres dans le plasma sanguin).

Quand on a besoin d'énergie rapidement mobilisable, le glucose reste le nutriment de base de l'activité métabolique.

L'origine de ce glucose nécessaire au muscle effectuant un travail intense provient pratiquement exclusivement des réserves propres en glycogène que l'on trouve dans le foie, mais aussi dans les muscles. Ces réserves sont bien faibles face au stock énergétique important accumulé sous forme de graisses : 1 000 à 1 200 Kcalories contre 50 000 à 60 000 Kcalories, parfois même plus... !

Le caractère limité de ces réserves en glucides sous forme de glycogène (200-300 g) 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 quelque sorte) 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 devenir une fois qu'il auront été mangés : leur vitesse d'absorption.

Certains se transformeront en glucose (glucide de base) 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.

Les apports recommandés en glucides varient de 5 à 12 g/kg de poids corporel par jour.

SUCRES RAPIDES ET SUCRES LENTS

On a longtemps fait la différence entre les sucres « rapides » et les sucres « lents » en basant cette distinction sur les vitesses d'absorption des glucides des différents aliments que nous ingérons : leur capacité de se transformer en glucose plus ou moins vite. Cette notion est tout à fait discutable aujourd'hui comme nous allons le voir plus loin.

- Le sucre, les produits sucrés, le miel et la confiture, les pâtisseries, le chocolat apportent des glucides de digestion rapide. Ils se transforment très vite en glucose,





- Le pain, les pâtes, le riz, les céréales et les légumes secs apportent des glucides de digestion lente. Ils se transforment aussi en glucose, mais beaucoup moins vite.

L'essentiel des ingestas glucidiques devra être sous forme d'amidons et de féculents.

Les légumes verts et les fruits contiennent aussi les glucides en plus ou moins grande quantité. Leur digestion sera assez rapide également.

La distinction entre vitesses d'absorption, à la lumière de nombreux travaux, est à réviser. En effet, lorsque l'on prend un repas, on ne mange pas qu'un aliment glucidique en général ; de ce fait, les résultats concernant l'absorption de telle ou telle source de glucides vont être faussés. Tout va dépendre du séjour dans l'estomac, lui-même influencé par la concentration calorique du repas.

La composition du repas et sa densité énergétique vont être un facteur fondamental dans l'évacuation gastrique : elles vont régler la quantité de glucides évacués vers la muqueuse duodéno-jéjunale où ils sont absorbés.

La rapidité de la transformation des glucides alimentaires dépendra donc de plusieurs facteurs, notamment de la nature chimique des glucides bien sûr, mais aussi du mode de cuisson et du mode de consommation : la façon dont l'aliment est consommé (s'il est pris seul ou avec d'autres aliments) sera très importante. La digestion sera plus ou moins lente selon la richesse en fibres du repas, selon la qualité des nutriments non glucidiques présents dans l'estomac (protéides, lipides...).

La disponibilité du glucose pourra varier en fonction de la mixité du repas.

Cette plus ou moins grande rapidité va jouer un rôle notable dans notre équilibre : l'apport de glucose provoque la sécrétion d'une hormone synthétisée par le pancréas : l'insuline. L'insuline règle l'utilisation du glucose par les cellules. Les repas mixtes demandent un travail moindre au pancréas. La sécrétion d'insuline est plus faible et plus durable.

En pratique

Les glucides ne se comportent pas de la même façon si le repas est mixte ou pas. Ainsi, à l'exception des activités sportives, il vaudra mieux éviter la prise isolée de sucreries en dehors des repas.

La différence entre sucres rapides et sucres lents n'est plus tout à fait de mise : des expériences américaines d'il y a quelques années (Crapo et Olefski, 1980 et 1981) ont montré que l'ingestion de 50 grammes de glucose ou 50 grammes de pommes de terre donnaient la même hyperglycémie, l'aliment étant pris seul.

Les sucres lents ne seraient donc pas si lents !

De même les sucres rapides ne seraient pas si rapides que ça : le fructose est absorbé trois fois plus vite que le glucose. De même, une adjonction d'aliment protido-lipidique (type jambon ou fromage) à un aliment riche en glucides (type pain ou biscottes) fera retarder l'assimilation des glucides de cet aliment.

Ces nouvelles données très importantes pour le diabétique par exemple, vont être très utiles dans l'alimentation des sportifs chez qui les glucides constituent le carburant de prédilection.

LES ALIMENTS GLUCIDIQUES

Les aliments glucidiques vont devoir constituer plus de la moitié de la ration énergétique du sportif : on recommande depuis les travaux de Creff, de fournir au moins 55 % de l'apport énergétique total sous forme de glucides.

Ce pourcentage, on le verra plus loin, pourra être augmenté dans certains cas, en période de préparation à une compétition d'endurance.

Une ration à
2 500 calories
se doit
d'apporter par
exemple

- 55 % de glucides soit 1 375 calories ;
sachant qu'un gramme de glucides apporte
4 calories : $1\ 375/4 = 344$ grammes de glucides.

On devra toujours favoriser dans cette ration les sucres complexes tels que les amidons (pain, pâtes, farine, riz,...).

Les principaux apports de glucides vont être

- *Les crudités (les légumes ou les fruits crus).*
- *Les légumes et les fruits cuits.*
- *Les sucres complexes (féculents, farineux, légumes secs).*
- *Les sucres simples dits rapides (sucre, confiture, miel, sodas, pâtisseries, bonbons).*

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DES GLUCIDES

Les glucides ont longtemps constitué la plus grande partie de la ration calorique journalière pendant un grand nombre de générations.

L'amidon était l'apport alimentaire primordial parmi ces glucides (ce qui est toujours préférable d'ailleurs)... Le pain était alors la base de l'alimentation : on allait gagner sa « croûte », son pain quotidien (maintenant, on va gagner son bifteck... !). Le sucre (saccharose) n'est venu ensuite que pour le plaisir.

À l'heure actuelle, on assiste à une baisse de la consommation de glucides globale ; alors que dans des pays comme ceux du Tiers-Monde, les glucides représentent 80 % de l'apport énergétique total, en Europe, il n'est pas rare de voir des consommations en glucides inférieures à 45 % de la ration. (La ration globale journalière en glucides est passée de 295 grammes à 212 grammes par habitant, soit une chute de 28 % dans la consommation des glucides par jour par habitant entre 1965 et 1981).

Depuis un siècle, la consommation du pain et des dérivés des céréales connaît une formidable dégradation.

Elle est passée pour le pain de :

600 g/j/habitant	en 1880
500 g/j/habitant	en 1910
400 g/j/habitant	en 1950
236 g/j/habitant	en 1965
169 g/j/habitant	en 1980
160 g/j/habitant	en 2002

Comme on le voit en ce début de XXI^e siècle, elle dépasse à peine les 150 grammes par jour alors que les diététiciens recommandent 300 grammes par jour ! Le pain et les céréales ne représentent aujourd'hui qu'à peine 17 % des calories journalières.

Il en est de même pour les pommes de terre, qui passent de 488 g/j/h en 1925 à 230 grammes aujourd'hui. Quant aux légumes secs, l'effondrement est spectaculaire, de 20 g/j à 3,8 g/j dans la même période. Seule la consommation de riz a légèrement augmenté.



Ce qui est plus grave, c'est que parmi ces glucides, la part des sucres simples ne cesse d'augmenter alors qu'elle ne devrait pas dépasser 10 % du total des calories de la journée. Elle est de 16 % en moyenne en France et de 25 % aux U.S.A. L'apport en mono et di-saccharides (sucres simples) est à l'origine d'une hyperglycémie brutale (ils sont absorbés très vite s'ils sont pris seuls) qui induit à son tour une sécrétion brutale d'insuline.

Le glucose ingéré en excès est transformé en lipides, puis stocké sous forme de graisses dans le tissu adipeux.

D'où l'erreur à éviter pour les sportifs

- *Se suralimenter en sucre =
risque de surcharge pondérale.*

Ces sucres « simples », s'ils sont consommés de manière exagérée, si l'apport alimentaire est supérieur aux dépenses d'énergie, participent à la constitution de l'obésité chez les sujets prédisposés, de même qu'ils sont à l'origine de nombreuses caries (d'autant plus s'ils sont pris en dehors des repas).

La mesure exacte des consommations en sucres simples par habitant et par an est plus difficile à établir que pour les sucres complexes car il existe de nombreux glucides cachés. La consommation de fruits a plus que doublé ces vingt dernières années, et atteint près de 75 kilos par habitant par an. Les jus de fruits, eux, très prisés par les enfants, ont vu leur consommation tripler en l'espace de deux décennies. La consommation de saccharose est plus ou moins stabilisée à l'heure actuelle à 100 g environ/j/hab., soit l'équivalent de 20 morceaux de sucre tous les jours par personne... Et il paraît que la France est l'un des pays industrialisés qui consomme le moins de sucre et le moins de boissons sucrées !! (voir tableau).

À l'apport en sucres simples, il faudra préférer un apport glucidique sous forme d'amidon qui permettra une libération de glucose plus lente mais plus régu-

lière dans le temps, donc plus durable : l'amidon étant hydrolysé sur une période assez longue, le glucose libéré permettra de maintenir la glycémie (taux de sucre sanguin) à un bon niveau sans provoquer de grosses sécrétions d'insuline. Cet apport autorisera la réalisation d'efforts intensifs prolongés en donnant l'énergie nécessaire à la contraction musculaire.

Consommation comparée de sucre
(saccharose) dans divers pays
(en kilos de sucre blanc par habitant en 2002)

51,7	Australie	35,8	Canada
47,0	Autriche	29,8	U.S.A.
56,2	Israël	37,4	Allemagne Fédérale
42,5	Angleterre	36,4	France
41,7	Irlande	29,5	Italie
40,3	Suède	27,2	Espagne

Évolution de la consommation
du sucre (saccharose)
par personne et par an

1900	17 kg
1930	19 kg
1938	22 kg
1953	26 kg
1968	36 kg
1980	36,4 kg
2002	36,4 kg

Depuis quelques années, la consommation de sucre semble se stabiliser. La moyenne européenne est de 37 kg/an.

PLACE DES ALIMENTS GLUCIDIQUES DANS LA RATION

Ils seront présents dans chacun des repas de la journée.

Sucres complexes dits lents

On peut citer :

- Les céréales et leurs dérivés : pain, biscottes, riz, pâtes, pommes de terre, maïs, tapioca, semoule, flocons d'avoine.
- Les légumes secs. Ces derniers devront être présents au moins une fois par semaine dans le menu du sportif.



Note : ces produits sont assez riches en protéines avec des teneurs variables entre 7 et 25 % pour l'aliment cru. La cuisson prolongée des légumes secs les rend plus digestes. Ainsi la présentation sous forme de purée est la mieux tolérée en raison de la très longue cuisson nécessaire à l'écrasement mécanique des parois cellulosesiques.

Sucres simples dits d'absorption rapide

- **Le saccharose :** c'est notre sucre raffiné habituel que l'on trouve sur les tables. Il est composé de glucose et de fructose. On l'extrait soit de la betterave, soit de la canne à sucre. Le saccharose se trouve à l'état visible, mais aussi dans les confiseries et les boissons sucrées (moins visible !). Ces produits sont dépourvus de vitamines et de minéraux.

- **Le lactose** : il est composé de glucose et de galactose. C'est le sucre du lait. Le lait contient en effet 5 % de glucides s'il est sous sa forme liquide et 50 % de glucides s'il est en poudre ! Il faudra donc faire attention, dans le cas où l'on utilise de la poudre, à respecter une dilution correcte sous peine de voir augmenter la quantité de glucides ingérés. On trouve le lactose dans le lait et les laitages. Les fromages en sont dépourvus.

- **Le glucose et le fructose** : on les trouve dans les fruits et dans le miel. Dans le cas des fruits, l'apport glucidique se complète d'un apport en fibres, minéraux et vitamines. L'absorption du fructose ne nécessite pas de sécrétion d'insuline comme dans le cas du glucose, mais, en contrepartie, la disponibilité du fructose est moins rapide que celle du glucose (environ les deux tiers).



Ces sucres simples (saccharose et glucose surtout, fructose à un degré moindre) ne devront pas excéder 10 à 15 % de la ration énergétique totale du sportif.

On trouve des glucides dans bien des aliments :

TENEUR MOYENNE EN GLUCIDES (EN %)	
FROMAGES, CEUFS, GRAISSES, VIANDES ET POISSONS	0 %
LAIT, LAITAGES FRAIS	5 %
LÉGUMES VERTS	6 %
ARTICHAUT, BETTERAVE, CAROTTES, CÉLÉRI, NAVET, ORANGE	9 %
FRUITS FRAIS (À JUS), POMME, POIRE, PÊCHE, ABRICOT	14 %
BANANE, RAISIN, LÉGUMES SECS CUIITS, POMME DE TERRE, PÂTES, RIZ CUIITS	20 %
PAIN	50-58 %
BISCOTTES, FRUITS SECS	75 %
SUCRE BLANC	100 %
MIEL	80 %
BISCUITS SECS	75 %
PAIN D'ÉPICES	72 %
CONFITURE	71 %
CHOCOLAT	63 %
CRÈME GLACÉE	55 %
CROISSANT	52 %
CORN FLAKES	85 %
POP-CORN	76 %
CACAHUÈTE	23 %
NOISETTE	18 %
NOIX	16 %
SODA	12 %

Les sucres rapides ne devraient jamais excéder 25 % de la ration en glucides.

**Une ration
idéale se
composera
donc**

- *D'un quart de sucres rapides soit 10 % des calories de la ration et trois quarts de sucres lents soit 45 % des calories journalières.*

Certains aliments sont complètement négligés comme les légumes secs, les fruits cuits. D'autres retiennent moins l'attention : fruits crus, légumes crus, légumes cuits, pommes de terre. Il faut les réhabiliter. Les glucides doivent représenter 55 % de la ration énergétique totale et ceci est un minimum. Une ration de 3 500 Kcal devra par exemple contenir 1 925 Kcal sous forme de glucides, soit 480 grammes de glucides.

Les sucres raffinés ne devront pas dépasser 10 % de la ration calorique totale. La notion de sucre rapide est aujourd'hui discutable, les sucres rapides n'étant pas toujours aussi rapides selon le contexte :

- teneur en fibres du repas,
- présence de protéines (mixité du repas).



Quoi qu'il en soit, en dehors de l'effort physique et de compétitions longues, il faudra **limiter toute consommation de produits riches en sucres raffinés en dehors des repas.**

Composition de différents aliments riches en glucides (pour 100 g de partie combustible)

ALIMENTS	PROTIDES	LIPIDES	GLUCIDES	CARACTÉRISTIQUES
SUCRE	-	-	100	Absence de vit. et de minéraux
CHOCOLAT	2-6	20-30	50-65	Riche en magnésium
MIEL	-	-	82	Traces de vit. et de minéraux
CONFITURE	-	-	70	Traces de vit. et de minéraux
PAIN BLANC	7	0,2	55	Amidon
PAIN GRILLÉ	11	4	79	
BISCOTTES	10	4	75	
PÂTES, RIZ	7-12	-	72-77	Très digestes. Dépourvus de cellulose. Pauvres en vit. et minéraux
MAÏS	9,5	4	71	Riche en phosphore
LÉGUMES SECS	24	-	56	Riches en fer, phosphore, vit. B, protéines et cellulose
POMMES DE TERRE	2	-	20	Riches en potassium et en vit. C (pommes de terre nouvelles)
SOJA	35	18	30	Riche en protides, lipides, minéraux

Apports moyens en sucre de quelques produits sucrés de consommation usuelle

PRODUITS SUCRÉS	POIDS MOYEN	APPORT DE SUCRE D'UNE PORTION EN G
MORCEAU DE SUCRE N° 4	5	5
SACHET DE SUCRE EN POUDRE	10	10
BARQUETTE DE CONFITURE	25	12
BARRE DE CHOCOLAT	30	18
CARRÉ DE CHOCOLAT	7	4
BONBON	5-7	5-7
BISCUIT SEC (7-10 G PIÈCE)	20-40	5-8
PAIN D'ÉPICES (TRANCHE)	15	6
TARTE	140	28-45
FLAN PÂTISSIER	130	20-30
MILLE-FEUILLE (UNITÉ)	100	31
FLAN AUX OEUFS	100	24
YAOURT SUCRÉ	125	12
YAOURT AUX FRUITS	125	20
PETIT POT GLACE	50	8-11
FRUITS AU SIROP	80-100	13-16

CE QU'IL FAUT RETENIR SUR LE BESOIN EN GLUCIDES

Les glucides représentent le principal substrat énergétique pour la réalisation d'activités sportives de haut niveau d'intensité élevée. Les apports en glucides sont essentiels pour maintenir la glycémie pendant l'exercice et pour remplacer le glycogène musculaire.

Les apports nutritionnels en glucides conseillés pour le sportif d'endurance peuvent représenter 55 à 65 % voire 70 % de l'apport énergétique total quotidien équilibrant la dépense énergétique. Les apports recom-

mandés en glucides varient de 5 à 12 g/kg de poids corporel par jour en fonction de l'intensité de l'activité prévue. Le type de glucides est variable en fonction du délai par rapport à l'exercice (avant ou après) : plus ce délai est long, plus les glucides seront de type complexe et à index glycémique faible ; inversement, plus ce délai est court, plus les glucides seront de type simple et à index glycémique élevé.

Avant la compétition, différents régimes ont été proposés pour obtenir des taux maximaux de glycogène musculaire au départ de l'épreuve. Le principe est de « saturer » l'organisme en glucides pendant la semaine précédant l'épreuve. Ceci est obtenu par la prise de 600-800 g/jour de glucides, représentant 60-70 % de l'apport énergétique total, principalement sous forme de glucides complexes et d'index glycémique moyen à faible (pâtes surtout, riz, pommes de terre...). Parallèlement le volume quotidien d'exercice est progressivement diminué.

NB : ce type de régime n'est indiqué que pour des compétitions d'une durée minimum de 1,5 à 2 heures.

Pendant la compétition, des glucides simples et d'index glycémique élevé comme le glucose, le saccharose et les maltodextrines sont d'efficacité égale pour le maintien de la glycémie. Les glucides en solution sont plus efficaces que sous forme solide accompagnée d'eau. En pratique, pour des efforts de plus d'une heure, l'ingestion de boissons glucidiques est conseillée, correspondant à la prise régulière toutes les 15 à 30 minutes de 150 à 300 millilitres d'une solution (30 à 100 g/l) de glucose ou de polymères de glucose ou de saccharose. À noter que la prise de glucides pendant

l'effort ne paraît pas augmenter la performance pour des épreuves d'une durée inférieure à une heure.

Après l'effort, il est important pour le sportif de consommer des glucides le plus rapidement possible après la fin de l'exercice. En pratique, est conseillée dès la fin de l'exercice la prise de boissons contenant du glucose (à raison de 0,15 à 0,25 g/kg toutes les 15 minutes pendant 2 à 4 heures). Au-delà d'une heure après l'exercice, des apports en glucides sous forme solide peuvent être ajoutés ; poursuivis toutes les 2 heures, sur 6 heures ou plus, ils permettront en 24 heures une régénération presque complète des réserves de glycogène musculaire et hépatique.

IDÉES FAUSSES

Le pain fait grossir : FAUX

Le pain est un excellent aliment qui doit absolument retrouver une place de choix dans notre assiette, ainsi que dans l'assiette des diabétiques et des obèses...

Le pain est pauvre en graisses (0,8 % de lipides), apporte des protéines végétales (7 à 8 %) et des glucides (55 à 58 %). Il vaudrait mieux manger un peu plus de pain et un peu moins de viandes et de fromages, la ration lipidique serait moins importante.

Note : Il est bon de rappeler qu'un gramme de lipide apporte 9 Kcal., alors qu'un gramme de glucides n'en apporte que 4.

Les légumes en conserve n'ont plus de vitamines : FAUX

Souvent ils en ont bien plus que ceux achetés sur le marché où ils sont stockés à l'air, à la lumière et à la chaleur parfois. Le temps de stockage est très court dans le cas des conserves et les procédés de fabrication permettent de garder la plus grande partie des qualités nutritionnelles de l'aliment. Un bon produit donnera un bon produit (idem pour les congelés).

Le lait écrémé 0 % M.G. ne contient pas de « sucre » : FAUX

S'il est en poudre, sa teneur en glucides est de 50 % ; 20 grammes de poudre apporteront donc 10 grammes de glucides soit l'équivalent de deux morceaux de sucre. Le sucre du lait est un sucre rapide qui favorise les sécrétions d'insuline. Attention donc au lait, même écrémé 0 % !

On peut manger des fruits à volonté ! : OUI et NON

Un fruit moyen apporte 12 à 15 % de glucides, c'est-à-dire 12 à 15 grammes de glucides pour 100 grammes de fruit. En général, une pomme moyenne (par exemple) pèse bien 150 à 160 grammes, ce qui représente un apport de 20 grammes de glucides soit l'équivalent de cinq morceaux de sucre !... Les fruits apportent des fibres, des vitamines et de nombreux éléments protecteurs (voir chapitre sur les antioxydants naturels) ; ils ont une importance capitale mais il ne faut pas en abuser (deux à trois fruits par jour sont recommandés pour les sportifs).



Les nutriments non énergétiques

Les fibres

On ne mange plus assez de fibres !

Les fibres jouent un rôle extrêmement important dans l'alimentation.

Elles servent de lest, permettent une bonne motricité de l'intestin, se gonflent d'eau comme une éponge, et de ce fait sont indispensables au fonctionnement du tractus digestif. Elles régularisent, en la ralentissant, l'absorption intestinale des glucides et des lipides. Un des reproches que l'on fait à l'alimentation actuelle, c'est sa pauvreté en fibres. En effet, les aliments comme les légumes verts, les crudités, les légumes secs, le pain complet, sont de moins en moins consommés au fil des années au profit d'aliments plus raffinés : c'est le cas du saccharose (sucre) par rapport aux sucres complexes.

Les légumes verts ne sont pas toujours très prisés. Il faut les nettoyer, les faire cuire, c'est laborieux... En plus, ils coûtent très cher car les gens ne les produisent plus dans leur jardin. Les légumes secs gardent aujourd'hui une image d'austérité, de restriction ; les lentilles évoquent les cantines scolaires et internats d'antan, plus personne ne sait préparer lentilles, pois chiches, etc. Du fait de leur faible demande, leur prix s'est envolé et ils sont chers aujourd'hui, alors qu'ils constituaient la base de l'alimentation autrefois : la consommation par habitant et par an est passée de 7,5 kg à 2 kg.

Quant aux pommes de terre, la consommation a diminué de moitié.



Le résultat de cette évolution est que la teneur en fibres de l'alimentation des pays industrialisés est passée de 11 à 4 grammes par jour contre plus de 20 grammes en général dans les pays en voie de développement. Il est recommandé 33 grammes par jour.

De nombreuses études démontrent le rôle protecteur des fibres dans certaines maladies intestinales (cancer du côlon, diverticulose, constipation chronique) et dans les maladies métaboliques telles que le diabète ou l'hypercholestérolémie.

Dans leur grande majorité, les fibres n'apportent pas de calories. La digestion des fibres ne se fait pratiquement pas dans l'intestin grêle, nous n'avons pas d'enzymes pour les digérer. Elle se fait pour une partie sous l'effet des bactéries dans le côlon, en fin de digestion.

Certaines fibres, pectines et hémicelluloses, sont digestibles, d'autres, celluloses, lignines, sont des fibres brutes et seront non digérées.

Les régimes pauvres en fibres sont aussi pauvres en potassium. On sait toute l'importance de celui-ci chez le sportif (voir sels minéraux).

TENEUR EN FIBRES	
FRUITS FRAIS	0,5 à 3 % de fibres
FRUITS SECS	20 %
LÉGUMES FRAIS	2 à 4 %
LÉGUMES SECS	7 %
BLÉ	14 %
RIZ	< 3 %
PAIN BLANC	3 %
PAIN COMPLET	9 %
PAIN ENRICHÉ EN SON*	à 30 %
CAROTTES	
BETTERAVE	
POIREAUX	3,1 %
CONCOMBRE	0,4%
CÉLÉRI	1,8 %

*** Remarque : le son contient :**

- 10 % de cellulose,
- 40 % de fibres alimentaires.

Un gramme de son a la possibilité de retenir 4 à 8 grammes d'eau.

Les vitamines

Pour traiter ce sujet complexe, il faut rappeler que les vitamines sont indispensables à la vie et au maintien de l'organisme en bonne santé. La meilleure preuve, ce sont les troubles qui apparaissent lorsque l'organisme est privé de telle ou telle vitamine.

Il existe des vitamines liposolubles (solubles dans les graisses) A, D, E, K et des vitamines hydrosolubles (solubles dans l'eau) C et B.

Les vitamines n'apportent pas de calories. Elles interviennent dans toutes les réactions métaboliques de nos cellules et ont toutes des rôles différents. Elles ont une fonction de catalyseur : à l'origine de réactions biochimiques, elles sont des activateurs qui permettent la transformation des aliments, facilitant ainsi la libération et l'utilisation de l'énergie qu'ils contiennent. Une carence en vitamines peut causer des perturbations d'ordre métabolique en interrompant une chaîne de réactions. Il peut alors apparaître des produits intermédiaires dont la présence est indésirable.

Chaque aliment apporte une ou plusieurs vitamines. Aucun aliment ne les contient toutes. On voit encore ici l'importance d'avoir une alimentation diversifiée, variée.

L'état vitaminique de chacun va dépendre donc de différents paramètres liés au niveau de vie et au mode de vie de chacun. Il serait illusoire de penser qu'il suffise de compenser par un apport de vitamines en comprimés une alimentation déséquilibrée et carencée. Une carence vitaminique se traduit souvent par des modifi-

cations d'ordre psychique avec fatigue, baisse de rendement et instabilité, voire dans certains cas, troubles de la conscience.

Chez les hommes, la carence la plus notable est celle de la vitamine C à cause du tabac qui fait baisser la concentration plasmatique en vitamine C.

Les enquêtes montrent que les personnes ayant un revenu plus élevé mangent plus de fruits et plus de légumes, qu'elles font plus attention à leur santé et à leur poids.

Le stock de vitamines de l'organisme diminue avec l'âge : 3,5 % par décennie à partir de l'âge de vingt-cinq ans.

L'effort physique étant gros consommateur de vitamines, le sportif devra veiller à avoir un apport vitaminique suffisant, cet apport étant fourni par une alimentation variée et équilibrée : l'habitude d'exclure de son alimentation certains produits clés au niveau des apports, peut induire un statut vitaminique marginal ou à peine suffisant pour un sujet moyennement actif et totalement insuffisant pour des personnes actives.

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, leur apport énergétique est également supérieur et ils devraient normalement y trouver leur compte.

Il faut distinguer deux types de vitamines dans notre cas

- *Celles dont l'activité analeptique est réelle, c'est-à-dire qui ont un effet reconstituant et stimulant : les vitamines du groupe B (B1, B2 et PP, et surtout B6 et Bit) et la vitamine C.*
- *Et les autres, principalement liposolubles, dont le rôle dans le domaine sportif est encore mal élucidé.*

LES VITAMINES À ACTIVITÉ ANALEPTIQUE

● Les 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 bon fonctionnement de la machine.

● La vitamine B1 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'A.T.P. Elle est nécessaire au bon fonctionnement des systèmes nerveux et musculaire. Elle évite les crampes musculaires et intervient dans la conduction auriculo-ventriculaire (cœur).

- **La vitamine B2 ou riboflavine**

Elle intervient dans le métabolisme des lipides et des glucides. Un apport de vitamines B1 et B2 aurait une action synergique et éviterait les problèmes de crampes musculaires.

Elle joue aussi un rôle dans les phénomènes de vision.

- **La vitamine B6 ou pyridoxine**

Elle participe au métabolisme des glucides en favorisant la néoglycogénèse : 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. Sur le plan physiologique, il s'avère qu'elle améliore le métabolisme musculaire qui bénéficie de son action activatrice des combustions oxydatives.

- **La vitamine B12 ou hydroxycobalamine**

Elle intervient dans l'anabolisme protidique, c'est-à-dire la fabrication de tissu vivant à partir des 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 un 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.

• La vitamine PP ou nicotinamide

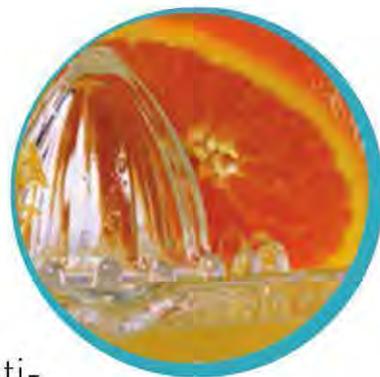
Proche de la vitamine B2, elle joue un rôle essentiel dans la production et l'utilisation de l'énergie dans toutes les réactions métaboliques de l'organisme. Elle est nécessaire à la croissance.

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.

• La vitamine C ou acide ascorbique

Elle intervient dans le fonctionnement de la surrénale qui joue un rôle prépondérant dans la lutte de l'organisme contre les agressions.

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. 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 : c'est la vitamine « antifatique ». Par ailleurs, elle stimule l'action du fer au niveau intestinal.

LES AUTRES VITAMINES

● La vitamine A

La vitamine A est parfois appelée la vitamine de croissance, elle joue un rôle majeur dans ce processus.

Mais elle intervient aussi dans d'autres domaines :

- Elle participe au mécanisme de la vision : les pigments visuels qu'elle forme au niveau de la rétine sont des récepteurs de lumière. Une carence en vitamine A se manifeste d'abord par une difficulté à voir dans l'obscurité.
On voit ici l'importance d'un apport correct en vitamine A pour les compétitions en nocturne.
- Elle maintient un bon état de la peau et des muqueuses. Une hypovitaminose peut induire une sécheresse et une rugosité de la peau.
- Elle participe à la lutte contre les infections.

La vitamine A est sensible à la lumière (rayons U.V.), aux oxydants, aux acides et à la chaleur.

● La vitamine D

La vitamine D est la vitamine de la calcification, de la rigidité du squelette. C'est la vitamine anti-rachitique. L'absence de cette vitamine provoque des troubles du calcium et du phosphore ; elle est donc essentielle pour éviter la déminéralisation des os.

La vitamine D est sensible à la chaleur, aux acides, à la lumière et aux oxydants.

● La vitamine E

L'importance de la vitamine E est reconnue depuis longtemps, notamment 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'antioxydant biologique : elle protège de l'oxydation les substances essentielles au métabolisme cellulaire et contribue ainsi au bon état des tissus. C'est un agent de lutte contre le vieillissement. Ceci 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.

On attribue à la vitamine E un rôle stimulant des défenses immunitaires ; mais si cette action est bien démontrée chez l'animal, elle est plus discutée chez l'homme.

Les mammifères ne synthétisent pas la vitamine E (c'est donc une vitamine essentielle) ; elle est présente dans les germes de grains et les huiles végétales, en grande quantité. Les fruits et les légumes en contiennent, mais beaucoup moins.

LES SOURCES DE VITAMINES

Les vitamines, il y en a partout ! Mais, où les trouve-t-on ?

Aliments riches en vitamines B1 (Thiamine)

- La levure de bière,
- tous les légumes secs, nature ou en conserve,
- les céréales complètes,
- le pain complet,
- le riz brun ou blanc prétraité,
- les germes de blé,
- les oranges, pommes, poires, prunes, abricots, bananes,
- les petits pois, choux, épinards, artichauts, asperges, carottes,
- les poissons et fruits de mer,
- le jaune d'œuf.

Attention :

La thiamine est hydrosoluble et s'élimine avec une cuisson à l'eau ; il faudra toujours préférer une cuisson à la vapeur à moins qu'on puisse consommer l'aliment cru comme dans le cas de certains légumes ou pour les fruits. La chaleur et la lumière lui sont également néfastes.



Aliments riches en vitamine B2 (Riboflavine) :

- Le foie, les rognons,
- camembert, bleu, fromages à moisissures,
- les œufs,
- le poisson,
- le lait,
- les céréales, les germes de céréales,
- la levure.

La vitamine B2 est sensible à la lumière et aux rayons U.V.



Aliments riches en vitamine B6 (Pyridoxine) :

- Abats (foie, rognons, cervelle),
- viandes,
- poissons,
- céréales,
- légumes verts,
- fruits (banane, raisin, prunes),
- levures.

Aliments riches en vitamine B12 :

- Viande de bœuf,
- foie, rognons,
- jaune d'œuf,
- coquillages, crustacés,
- poissons.

Aliments riches en vitamine PP :

- Foie, rognons,
- poissons,
- viandes,
- céréales, légumes secs,
- fruits (avocats, dattes, figes, prunes),
- levures,
- champignons.

Aliments riches en vitamine C :

- Fruits (particulièrement les agrumes, les fraises, les cassis),
- légumes verts (surtout choux, poivrons, fenouil, légumes à feuilles),
- salade,
- abats (foie).

Aliments riches en vitamine A :

- Le foie,
- jaune d'œuf,
- le beurre et la matière grasse du lait (lait entier, crème, fromages),
- les margarines à 41 % M.G.,
- carottes (sous forme de carotène ou provitamine A que l'organisme transforme partiellement en vitamine A),
- épinards, cresson, abricots.

Aliments riches en vitamine D :

- Foie (de toutes les espèces animales y compris les poissons),
- jaune d'œuf,
- beurre,
- fromage gras,
- lait entier,
- poisson gras.

Aliments riches en vitamine E :

- Huiles végétales (tournesol, maïs, soja et surtout colza),
- margarines végétales contenant ces huiles,
- germes de céréales,
- légumes verts (épinards, salade, choux),
- lait,
- beurre,
- œufs.

Teneur moyenne par ordre décroissant
de vitamine E en mg/100 g

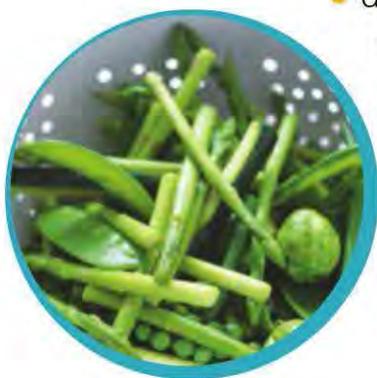
Huile de germe de blé	150 à 500
Huile de soja	140
Huile de tournesol	30 à 45
Germes de céréales	14 à 16
Huile d'arachide	13
Huile d'olive	8
Beurre	2,6
Chou	2,5
Foie	1
Œuf	1,2
Lait de femme	0,7
Lait de vache	0,1

Pour profiter au maximum des vitamines

Les vitamines sont des substances fragiles. Certaines sont sensibles à la lumière, d'autres à l'oxygène. La vitamine B1 est particulièrement sensible à la chaleur.

Les différents traitements que vont subir les aliments peuvent dégrader les vitamines. Il faudra donc s'entourer de quelques précautions nécessaires.

- Éviter de stocker trop longtemps les légumes (perte de vitamine C) ;
 - utiliser le moins d'eau possible pour la préparation. Ne laisser les légumes dans l'eau que le temps nécessaire au lavage ;
 - éviter les cuissons prolongées. Si la cuisson est inévitable, il faudra préférer une température élevée pendant un temps plus court ;



- consommer les produits immédiatement après la cuisson. Il faudra éviter de maintenir les plats au chaud ou de les réchauffer ;
- préférer la cuisson à la vapeur ou au four à micro-ondes à la cuisson à l'eau. Les pertes en vitamines seront minimisées. La vitamine B1 est la plus fragile. Pour les viandes, les vitamines B2, B6, B12 et PP sont nettement mieux conservées dans les rôtis et les grillades que dans les viandes braisées ou bouillies.

La congélation ne modifie pas les teneurs en vitamines, de même que les conserves présentent en général des teneurs en vitamines équivalentes et parfois supérieures à celles des légumes frais achetés sur les marchés !

Alors, sportifs, n'ayez pas peur de consommer légumes congelés ou en conserve !

Les produits diététiques de l'effort ont une composition bien définie par la législation française. En particulier, ils doivent contenir certaines vitamines en quantités bien précisées : B1/B6/C ou B1/B2 ou B1 seule.



Deux destructeurs de vitamines : l'alcool et le tabac

Les méfaits de l'alcool sont nombreux et bien connus*. En particulier, il détruit une partie du stock de vitamines par sa toxicité directe sur la cellule hépatique ; outre les effets nocifs sur les différentes fonctions hépatiques, il réduit les capacités de stockage dans le foie en perturbant la transformation en leur forme active des différentes vitamines fournies par la ration alimentaire.

* Bien sûr, une petite consommation d'alcool, par exemple un verre de vin au cours du repas, n'est pas toxique.

De plus, il consomme certaines vitamines du groupe B, particulièrement la thiamine, vitamine B1, lors de son métabolisme.

Bien sûr, une petite consommation d'alcool, par exemple, un verre de vin au cours du repas, n'est pas toxique.

Le tabagisme fait baisser la teneur en vitamine C dans le sang.

Chaque cigarette fumée détruit environ 25 milligrammes de vitamine C. Le gros fumeur d'un paquet par jour voit son taux sanguin de vitamine C chuter de 30 % !

Selon les experts, une carence en vitamine C induite par la consommation du tabac pourrait expliquer, partiellement du moins, l'apparition de la maladie athéromateuse chez les grands fumeurs. Il pourrait donc exister un lien entre vitamine C et maladies cardio-vasculaires.

Pour les fumeurs, le sport est une excellente chose : il éloigne du tabac qui provoque gêne respiratoire et amputation de la fonction respiratoire.



En terminant ce chapitre sur les vitamines, il est bon de revenir sur un point important : il faut mettre en garde le sportif (comme le non-sportif) contre **l'abus de vitamines**.

Vitamines est synonyme d'innocuité et de fortifiant pour beaucoup de gens ; or, l'emploi de vitamines n'est pas sans danger et, si un excès de vitamine C est facilement éliminé par le rein dans 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 grandes quantités dans l'organisme. Les vitamines sont aujourd'hui facilement obtenues en pharmacie et les adeptes de l'automédication sont de plus en plus nombreux, surtout parmi la population sportive.

Il est bon avant d'acheter des vitamines de prendre l'avis d'un médecin du sport ou d'un diététicien.

3 Les antioxydants naturels

Dans l'organisme, les **radicaux libres** sont responsables du dommage cellulaire lié au vieillissement, aux maladies cardio-vasculaires, au cancer et à la plupart des maladies dégénératives... quelle que soit la toxine à l'origine du processus. Ces radicaux libres s'attaquent à l'ADN à un rythme alarmant. Plus ils sont nombreux à assaillir votre ADN, plus le « taux d'oxydants » est élevé. À l'intérieur de l'organisme, ils sont générés par le métabolisme des lipides. Parmi les sources externes, environnementales, on compte aussi bien les rayonnements solaires et ionisants que la fumée de cigarette, les pesticides et les additifs alimentaires.

Les chercheurs constatent un taux d'oxydants considérablement plus élevé dans la poitrine des femmes atteintes du cancer du sein que chez les autres.

Plus le taux d'oxydants est bas, plus le risque de cancer est faible et on sait que certains aliments réduisent considérablement le taux d'oxydants.

LE RÔLE PRÉVENTIF DE L'ALIMENTATION

On a l'habitude de traiter le cancer par quatre moyens : la radiothérapie, la chimiothérapie, la chirurgie et la thérapie biologique. Aujourd'hui, on connaît mieux le rôle de ce que l'on peut appeler la chimioprévention. Il s'agit d'empêcher un cancer de se développer dès le départ ou de le traiter à son stade pré-clinique. Le cancer est souvent traité à l'aide de toute une panoplie

d'agents chimiques dans le but de diversifier au maximum les menaces pesant sur le cycle de vie du cancer. Si nous avons tendance à oublier que les aliments peuvent nous servir de remèdes c'est parce qu'ils nous sont devenus trop familiers. Pourtant, si l'on en croit les travaux menés sur leur efficacité contre le développement du cancer, ils sont en mesure de :

- interrompre le métabolisme des hormones qui déclenchent le cancer ;
- réparer la structure génétique de l'ADN ;
- désactiver les produits chimiques nocifs et éliminer de notre organisme les toxines d'origine exogène mais aussi endogène ;
- désactiver les enzymes qui catalysent les réactions chimiques ;
- évacuer les cellules mutantes ;
- réduire les taux d'oxydants grâce aux antioxydants ;
- inhiber la croissance des tumeurs.

Il existe désormais des preuves totalement convaincantes des bénéfices apportés par les fruits et légumes, même si les niveaux de preuves ne sont pas les mêmes pour chaque type de cancer et chaque variété de fruit ou de légume. Les études épidémiologiques montrent clairement que la consommation fréquente de fruits et de légumes pourrait réduire le risque des cancers épithéliaux, dont les carcinomes du pharynx, du larynx, du poumon, de l'œsophage, de l'estomac et du côlon.

On dispose de très nombreuses études chez l'animal dans lesquelles des aliments ou des constituants isolés modifient la cancérogenèse. Toutes apportent la



preuve que l'alimentation joue un rôle réel dans les mécanismes qui contrôlent le développement tumoral. On ne peut pas actuellement complètement les extrapoler à l'homme, mais cela permet de dégager des pistes intéressantes pour l'avenir.

LES ANTIOXYDANTS

Certains aliments apportent des substances antioxydantes bénéfiques pour la protection cardio-vasculaire ou la prévention de certains cancers. Ce sont les caroténoïdes, la vitamine E, la vitamine C et diverses molécules phénoliques. Les végétaux contiennent de nombreuses molécules de type polyphénols. Ces



polyphénols sont présents dans les légumes à feuilles en quantité importante (chou, épinard, poireau, laitue...), dans l'oignon, dans les fruits (cassis, cerise, pomme, prune...) et dans certaines boissons (vin rouge, jus de fruits, thé, cidre). Les flavonoïdes sont susceptibles de neutraliser les radicaux libres, d'exercer un rôle de protection cardio-vasculaire et de favoriser l'élimination de substances toxiques.

Quand on consomme régulièrement des légumes, crus ou cuits, on protège son organisme, grâce à un éventail de micronutriments bénéfiques pour la santé. La consommation de crudités entraîne celle de la vinaigrette qui apporte, grâce à l'huile d'addition, de la vitamine E, autre antioxydant.

Selon sa densité en micronutriments, l'alimentation est plus ou moins protectrice. On comprend tout l'intérêt d'une alimentation variée, contenant suffisamment de légumes et de fruits.

Antioxydants à dose nutritionnelle : un cancer sur trois évité chez l'homme

L'actualité récente, marquée par les résultats de l'étude SUVIMAX, a montré qu'une supplémentation en vitamines et minéraux antioxydants apportait de réels bénéfices en matière de santé humaine. Cette étude clinique, menée selon une méthodologie rigoureuse, donne des résultats très significatifs et montre de façon très nette que l'apport de vitamines et de minéraux antioxydants à doses nutritionnelles réduit le risque de cancers ainsi que la mortalité globale chez les hommes. Cette baisse du taux des cancers est très importante car près d'un cancer sur trois est évité en moins de 8 ans :

124 cancers dans le groupe placebo contre 88 dans le groupe antioxydants !

La différence entre les deux groupes est retrouvée pour la majorité des localisations des cancers, principalement digestifs, ORL, respiratoires et cutanés. La randomisation permet d'affirmer que la réduction observée est bien liée à la prise d'antioxydants.

Pourquoi les végétaux contiennent-ils autant de substances antioxydantes ?

Étant perpétuellement exposées aux rayons ultraviolets captés lors de la photosynthèse, les plantes fabriquent des substances antioxydantes pour se protéger des effets délétères des radiations solaires. Comme dans le règne animal, leurs membranes sont constituées de phospholipides et sont très sensibles aux phénomènes de peroxydation. Pour se protéger, des

vitamines (C, E, caroténoïdes) et des enzymes (catalases, peroxydases) sont synthétisés par les végétaux. Ils élaborent en plus des flavonoïdes qui préviennent l'oxydation. La synthèse de ces substances est influencée par l'exposition lumineuse. Elles jouent deux rôles au niveau de la plante : celui d'un filtre solaire et celui d'un anti-oxydant vis-à-vis des radicaux libres produits par les radiations. Ces flavonoïdes sont directement assimilables par notre organisme quand on consomme des végétaux ou des produits dérivés de végétaux. L'industrie pharmaceutique les utilise pour leurs propriétés protectrices en matière de vaisseaux sanguins, leurs vertus antiviellissement et leurs implications probables dans la prévention des pathologies liées au stress oxydatif.

L'INTÉRÊT DES LÉGUMES ET DES FRUITS



Les légumes et les fruits sont indispensables. Souvent mal aimés, les légumes sont aussi mal connus, et pourtant, ils méritent d'être aimés et connus. Ces aliments contiennent des glucides, de l'eau, des sels minéraux et des fibres indispensables au tractus digestif et à un bon transit. Ils apportent des vitamines, notamment de la vitamine C. L'autre point commun à l'ensemble des légumes est leur pauvreté extrême en lipides, ce qui leur confère une très faible densité énergétique, c'est-à-dire très peu de calories aux 100 grammes. Les légumes et les fruits ont un effet de volume dans l'estomac et l'intestin, effet qu'il faut rechercher quand on souhaite perdre du poids. La sensation d'être rempli arrive assez vite alors que l'apport énergétique est plutôt faible. Une portion de légumes crus ou cuits d'environ 200 grammes n'apporte que 30 à 80 kcal environ.

Légumes et fruits contiennent des minéraux variés (magnésium, fer, potassium, sodium, calcium), des vitamines (vitamine C, B9, Bêta-carotènes, E..). Ils nous apportent aussi ces fameux micronutriments que sont les polyphénols (flavonoïdes, tanins, anthocyanes) et les caroténoïdes (lycopène, luteïne).

On a mis en évidence une corrélation entre la consommation de légumes et de fruits et une moindre incidence des maladies cardio-vasculaires et des cancers. Les maladies cardio-vasculaires sont aujourd'hui la première cause de mortalité en France : 32% des décès, soit 170 000 cas. Les tumeurs cancéreuses représentent 29% des décès chez l'homme et 23% chez la femme. Bien que les traitements actuels soient plus efficaces, 240 000 nouveaux cas de cancer apparaissent chaque année. L'enjeu est important en matière de santé publique.

La consommation régulière d'ail et d'oignon est associée à une diminution de l'incidence de certains cancers. Les composés soufrés de l'ail (sulfure d'allyle) et de l'oignon (sulfure d'alkyle) ont un effet anticancérogène puissant. Des travaux récents ont démontré que ces composés de l'ail, de l'oignon et de l'échalote sont capables d'altérer de façon remarquable la croissance de cellules précancéreuses (in vitro et in vivo chez la souris).

De nombreuses équipes françaises sont engagées dans l'étude des relations entre alimentation et cancer : le réseau NACRE (National Alimentation Cancer Recherche) fédère 22 équipes !

Une consommation plus importante de légumes et de fruits permet de diminuer l'apport lipidique et entraîne une diminution de la densité énergétique de la ration alimentaire. Ces aliments de moyen ou faible index glycémique induisent une plus grande satiété. Outre leur rôle protecteur, ils sont à encourager chez tous les gens en surpoids.

Un slogan simple pourrait être :
6 par jour ! soit 6 portions de végétaux tous les jours !

Il faudrait
consommer
chaque jour
dans le cadre
d'une
alimentation
idéale

- 2 portions de fruit
(2 fruits ou un fruit et un jus de fruit)
 - 2 portions de légumes cuits (2 légumes
ou un légume cuit et un potage de légume)
 - 2 crudités
- 6 par jour !**



Les légumes ne sont pas appréciés par les enfants à cause de leurs caractéristiques sensorielles particulières, de leur goût prononcé. Les enfants ont une réticence à goûter des produits inconnus, ils disent « j'aime pas ! .. ». Il faut les familiariser, les mener au marché, les faire participer à la préparation du légume et augmenter peu à peu le nombre de consommations de l'aliment « inconnu » sous différentes recettes.

Il est possible de combiner plusieurs stratégies diététiques pour atteindre la plupart des objectifs de chimioprévention. Certaines, telles les régimes riches en fibres ou pauvres en lipides, influent sur plusieurs étapes du processus à la fois car elles exercent plusieurs actions anticancéreuses.



Il s'agit de réduire le taux d'oxydants. Le moyen le plus efficace de faire baisser ce taux consiste à consommer les fruits et les légumes présentant les plus grandes propriétés antioxydantes.

Une alimentation riche en fruits et en légumes offre le moyen le plus efficace de diminuer son taux d'oxydants.

Combien faut-il en consommer ?

Si vous souhaitez réellement faire baisser votre taux d'oxydants, comptez 5 à 9 portions de légumes et de fruits par jour. C'est ce qui est recommandé par le PNNS (programme national nutrition santé) et l'institut américain de cancérologie. Cela peut effectivement sembler beaucoup, mais il faut savoir que les légumes sont la source la plus importante de minéraux, de vitamines et autres nutriments essentiels. Ils présentent en outre **une valeur nutritive maximale pour une valeur calorique minimale**. Avec une consommation de 5 à 9 portions par jour, les taux sanguins de caroténoïdes peuvent doubler chez les personnes en bonne santé. Les caroténoïdes sont les pigments qui donnent leur couleur (verte, jaune ou rouge) aux légumes et aux fruits. Ils présentent d'importantes qualités antioxy-

dantes et anticancéreuses. Le bêta-carotène en est le meilleur exemple, avec la lutéine, la zéaxanthine et le lycopène.

Tous ces caroténoïdes sont de plus en plus reconnus scientifiquement comme de puissants antioxydants. Il leur faut six jours pour entraîner un pic dans les taux sanguins.

L'apport en légumes et en fruits doit être réparti tout au long de la journée. En voici la raison : le taux d'oxydants est réduit dès que l'aliment est ingéré et digéré car les nutriments sont absorbés dans le sang. Les caroténoïdes sanguins augmentent juste après le repas. Ainsi, on décèle une hausse de lycopène six heures après un repas de tomates, ensuite le taux redescend. Le lycopène donne aux tomates leur couleur rouge. Les rats de laboratoire auxquels on administre une formule à la tomate enrichie en lycopène développent beaucoup moins de cancers du sein, sinon moins importants, que les rongeurs ne consommant pas de lycopène. De nouveaux travaux montrent que le lycopène est sans doute le caroténoïde responsable de la protection contre les maladies cardio-vasculaires et le cancer que l'on attribuait depuis longtemps à la bêta-carotène. Le lycopène est un inhibiteur du développement du cancer du sein beaucoup plus puissant que le bêta-carotène. Curieusement, il ne s'absorbe pas très bien à moins d'être cuit et concentré. C'est pour cette raison que la sauce tomate, la purée de tomate, le ketchup et le jus de tomate chaud en sont les meilleures sources. Ce sont les tomates en grappe qui en contiennent le plus.

La consommation de cinq fruits et légumes suffit à désamorcer les canons oxydatifs chez certaines personnes alors que neuf portions ne suffisent pas chez d'autres.

Des aliments si agréables au palais tels que l'ail, le chou frisé, les oignons, le maïs et les patates douces se classent dans les premiers rangs du tableau.

Si le bêta-carotène a été à l'honneur pendant des années, aujourd'hui c'est au tour du lycopène d'être sous le feu des projecteurs.

La consommation de fruits et légumes figure parmi les dix recommandations du comité des experts européens en cancérologie. Associée à l'activité physique, elle réduirait de façon significative le nombre de cancers.

LES ALIMENTS LES PLUS RICHES EN ANTIOXYDANTS

(classés en ordre décroissant de teneur)

Vitamine C

- Cassis
- Persil
- Poivron cru
- Raifort râpé
- Kiwi
- Papaye
- Citron
- Ciboulette
- Chou-fleur
- Cresson
- Fraise
- Chou rouge cru
- Brocoli cuit
- Chou de Bruxelles
- Orange
- Jus d'orange / de citron
- Groseille
- Pamplemousse
- Pissenlit
- Mandarine / Clémentine
- Chou vert
- Melon
- Prune



Caroténoïdes

- Carotte
- Pissenlit
- Persil
- Épinard
- Abricot frais / sec
- Cresson
- Jus de carotte
- Blette
- Brocoli
- Melon
- Mangue
- Chicorée
- Foie de génisse
- Pot-au-feu
- Laitue
- Sauce tomate



- Persil
- Ciboulette
- Chou frisé
- Laitue
- Oignon
- Endive
- Poireau
- Céleri
- Haricot vert
- Chou de Bruxelles
- Brocoli
- Tomate
- Orange
- Pamplemousse
- Myrtille
- Cerise
- Raisin
- Cassis
- Abricot
- Mûre
- Pomme
- Groseille
- Framboise



LE POTENTIEL ANTIOXYDANT

La valeur indiquée pour chacune des substances listées ci-après correspond à une comparaison avec le potentiel antioxydant de la vitamine E. Le terme technique approprié est en réalité « activité antioxydante équivalente au trolox ».

Le trolox est un analogue hydrosoluble de la vitamine E et sert d'antioxydant de référence.

À titre d'exemple, la quercétine affiche donc une capacité antioxydante 4,7 fois supérieure à celle de la vitamine E. C'est dire car la vitamine E est considérée comme un antioxydant puissant et efficace, surtout chez les sujets souffrant de maladies cardio-vasculaires.

Les capacités antioxydantes

ANTIOXYDANT	VALEUR	ALIMENTS
QUERCÉTINE	4,7	Oignons, peau des pommes, baies, raisin noir, thé, brocolis
CYANIDINE	4,4	Raisin, framboises, fraises
DELPHINIDINE	4,4	Peau d'aubergine
ÉPIGALLOCATÉCHINE	3,8	Thés
LYCOPÈNE	2,9	Tomates
(ÉPI)CATÉCHINE	2,4	Raisin noir, vin rouge
ACIDE P-COUMARIQUE	2,2	Raisin blanc, tomates, épinards, chou, asperges
LUTÉOLINE	2,1	Citrons, olives, céleri, poivrons rouges
BÉTA-CRYPTOXANTHINE	2,0	Mangue, papaye, pêches, paprika, oranges
BÉTA-CAROTÈNE	1,9	Carottes, patate douce, tomates, paprika, légumes verts
TAXIFOLINE	1,9	Agrumes
ACIDE FÉRULIQUE	1,9	Céréales, tomates, épinards, chou, asperges
CÉNINE	1,8	Raisin noir, vin rouge
LUTÉINE	1,5	Banane, écorce de satsuma, jaune d'œuf, légumes verts
APIGÉNINE	1,5	Céleri, persil
ZÉAXANTHINE	1,4	Paprika, écorce de satsuma
CHRYSLINE	1,4	Peau des fruits
ALPHA-CAROTÈNE	1,3	Tomates, carottes, légumes verts
CAMPFÉROL	1,3	Endives, poireaux, brocolis, pamplemousse, thé
ACIDE CAFÉIQUE	1,3	Raisin blanc, olives, épinards, chou, asperges
ACIDE CHLOROGÉNIQUE	1,3	Pommes, poires, cerises, prunes, tomates, pêches
VITAMINE C	1,0	Fruits, légumes
VITAMINE E	1,0	Céréales, fruits secs, huile
ÉCHINÉNONE	0,7	Armoise
NARINGÉNINE	0,24	Zeste des agrumes
ASTAXANTHINE	0,03	Saumon, colorants alimentaires, crabe
CANTHAXANTHINE	0,02	Carottes, chou frisé, colorants alimentaires, poivrons rouges

Adapté de Biochemical Society Transactions 24 [1996] : 790-794.

Potentiel antioxydant de certains légumes

LÉGUMES	POTENTIEL ANTIOXYDANT
AIL	19,4
CHOU FRIÉ	17,7
ÉPINARDS	12,6
CHOUX DE BRUXELLES	9,8
ALFAFA	9,3
BOUQUETS DE BROCOLIS	8,9
BETTERAVE	8,4
POIVRON ROUGE	7,1
OIGNON	4,5
MAÏS	4,0
AUBERGINE	3,9
CHOU-FLEUR	3,8
POMME DE TERRE	3,1
PATATE DOUCE	3,0
CHOU	3,0
LAITUE	2,6
CAROTTE	2,1
HARICOT VERT	2,0
POTIRON	1,5
LAITUE ICEBERG	1,2
CÉLERI	0,6
CONCOMBRE	0,5

Tableau adapté du Journal of Agricultural and Food Chemistry 44 (1996) : 3426-3431.

Potentiel antioxydant de certains fruits

FRUITS	POTENTIEL ANTIOXYDANT
FRAISE	15,36
PRUNE	9,49
ORANGE	7,50
RAISIN NOIR	7,39
KIVI	6,02
PAMPLEMOUSSE ROSE	4,83
RAISIN BLANC	4,46
BANANE	2,21
POMME	2,18
TOMATE	1,89
POIRE	1,34
MELON	0,97

Tableau adapté du Journal of Agricultural and Food Chemistry 44 (1996) : 701-705.

Le thé vert, qui présente l'une des plus fortes valeurs antioxydantes connues, est actuellement utilisé dans les tests cliniques.

OÙ TROUVER LES VITAMINES ?

Il y a **13 vitamines** dans la nature et nous avons besoin de chacune pour vivre.

On les trouve dans l'alimentation, à condition qu'elle soit suffisamment variée :

- **Vitamine B9 (acide folique)** : céréales, pain complet, légumes à feuilles, tomates, fromages fermentés, viande, foie...
- **Vitamine B1** : céréales, légumes, fruits secs, abats, œufs...
- **Vitamine B12** : poisson, viande, œufs, foie, fromages, lait...
- **Vitamine B6** : poissons, fruits de mer, céréales, noix, patates douces, pruneaux...
- **Vitamine C** : fruits (kiwis, agrumes, fraises...), légumes (brocolis, chou vert, épinards...)
- **Vitamine A** : fruits rouges, carottes, épinards frais, foie, œufs...
- **Vitamine E** : lait entier, beurre, œufs, huiles végétales, margarines végétales, germes de céréales, épinards, choux.



4 Les éléments minéraux

Le corps humain contient tous les minéraux et oligo-éléments existant dans la nature en plus ou moins grande quantité. Grâce à de nouvelles méthodes d'analyse, quelques soixante éléments sont retenus comme étant les principaux constituants de l'organisme humain. Les besoins peuvent être de l'ordre du gramme, de l'ordre du milligramme (minéraux), ou de l'ordre du micro ou picogramme (oligoéléments). Tous sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.

Les principaux minéraux sont : le soufre, le phosphore, le chlore, le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium.

Les principaux
oligoéléments
sont

- *Le fer,*
- *le zinc,*
- *le cuivre,*
- *le manganèse,*
- *l'iode.*

Les oligoéléments sont pour la plupart des métaux. Douze d'entre eux sont considérés comme indispensables à la vie. On les trouve à l'état de traces au niveau des tissus. Tous les minéraux et oligoéléments se renouvellent sans cesse dans l'organisme. Ils sont apportés par les aliments et ne contiennent pas, à l'inverse des protides, lipides et glucides, de calories.

Le besoin minéral est étroitement lié à l'apport hydrique.

Il faut une fois de plus souligner qu'une ration équilibrée suffit aux besoins électrolytiques journaliers, bien que les avis soient toujours controversés.

Les minéraux sont des constituants importants des cellules et 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 jouent un rôle dans le maintien des équilibres (jeu des pressions osmotiques et pH notamment).

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU CORPS HUMAIN

Pourcentage du poids sec

Oxygène	62,81 %
Carbone	19,37 %
Hydrogène	9,31 %
Azote	5,14 %
Calcium	1,38 %
Soufre	0,64 %
Phosphore	0,63 %
Sodium	0,26 %
Potassium	0,22 %
Chlore	0,18 %
Magnésium	0,04 %
Fer	0,005 %

LE SODIUM



C'est le « sel », qui est de son vrai nom chimique : le chlorure de sodium (1 gramme de sel = 400 grammes de sodium).

Le sel (NaCl) comporte 60 % de chlore (Cl⁻) et 40 % de sodium (Na⁺). Ces éléments minéraux sont indispensables à l'organisme humain et jouent un rôle considérable dans la vie des cellules et tissus. Ils assurent les échanges intercellulaires et participent notamment à la répartition de l'eau dans l'organisme : le sodium, par le jeu des pressions osmotiques, règle les mouvements de l'eau de part et d'autre des cellules : grâce à l'osmose, l'eau (et ce qu'elle véhicule) peut entrer ou sortir de la cellule ; elle est toujours attirée d'un milieu moins concentré vers un milieu plus concentré jusqu'à ce que les pressions de part et d'autre s'égalisent.

Le sodium est nécessaire au bon fonctionnement des muscles et contribue à l'excitabilité du cœur et au cheminement de l'influx nerveux.

Le besoin journalier est de 3 à 5 grammes de sel par jour pour une activité normale, dans des conditions normales. Une alimentation de type occidentale apporte de 12 à 15 grammes de NaCl par jour, les besoins sont donc couverts. Cet apport de 3 à 5 grammes/jour est nécessaire pour une température et une humidité moyennes. En équilibre physiologique, les pertes obligatoires dans les selles, les urines et la sueur sont très minimales, se situant autour de 115 milligrammes de sodium, soit 0,30 grammes de sel.

Dans les circonstances particulières de l'effort physique, lorsque la transpiration est plus intense, les pertes en sodium augmentent.

Par temps très chaud, et surtout lorsque l'humidité relative est importante, au cours d'efforts prolongés ou en début de périodes d'entraînement, les déperditions en sodium s'accroissent essentiellement par la transpiration. Elles sont évaluées en moyenne à 1 gramme - 1,5 grammes (400 à 600 milligrammes de sodium).

**Les sportifs
sont amenés
à se poser
la question
au sujet du sel**

- *Faut-il absorber plus de sel au cours d'un effort prolongé ?*
- *Un complément de sel est-il nécessaire chez les athlètes que leur sport fait abondamment transpirer ?*

La réponse n'est pas si facile que ça !

L'effort musculaire, s'il est prolongé, entraîne une concentration sudorale qui peut quintupler par rapport à la normale. Dans la salive, on enregistre aussi une excrétion de sodium triplée, ce qui représente une source supplémentaire d'élimination du sodium. L'activité physique s'accompagne de pertes d'eau et de sels minéraux (sueur). Le sodium est toujours lié à l'eau et le sportif élimine de grandes quantités d'eau (voir chapitre sur la ration hydrique), parfois très rapidement.

Un coureur cycliste, lors d'un tour de France par exemple, perd à un à deux litres d'eau par heure. Lors du Mondial, au Mexique, pour le match France-Canada, Platini avait perdu trois kilos et Papin quatre kilos !

Or un litre de sueur équivaldrait à une perte de 1,5 grammes de sodium chez un individu non entraîné.

Des études récentes ont montré que même lorsque la sudation est très importante (2 litres/heure), chez un sportif bien entraîné, les pertes en sodium ne sont pas si élevées, la sueur étant de moins en moins riche en sodium.

L'athlète bien entraîné a la possibilité (et la facilité) de transpirer plus (pour faire baisser la température corporelle) et sa sueur est de plus en plus pauvre en sel.

La sueur est essentiellement de l'eau salée dont la concentration varie de 0,5 à 3 grammes/litre. Cette teneur change en fonction des individus, de la région du corps où elle est prélevée, des conditions climatiques extérieures, du moment de la journée, et surtout en fonction de l'entraînement du sportif. En effet, la concentration en sel diminue au fur et à mesure que l'athlète progresse dans son entraînement.

Parallèlement, l'élimination du sel urinaire diminue. La nature est bien faite et les phénomènes compensatoires jouent leur rôle.

Une carence en sel pourrait entraîner chez le sportif, de façon aiguë ou chronique, une asthénie (fatigue intense), une baisse de la tension artérielle, des signes de déshydratation (maux de tête, malaises, coups de chaleur), des crampes musculaires. Heureusement, cela est rare, mais peut survenir chez des individus non entraînés, lors d'un effort intense dans des conditions défavorables (chaleur, humidité). On voit ici toute l'importance de l'entraînement et de la préparation diététique à l'effort.



En pratique

Lors des trois périodes de la vie sportive, entraînement, compétition et récupération, il faudra veiller à ce que le sportif ait un bon apport hydrique et minéral ; en particulier la constitution d'un bon stock chloro-sodé doit être une nécessité élémentaire.

Au cours de l'entraînement, l'absorption de potages salés ou de boissons contenant du sodium est une habitude adoptée par les sportifs. La concentration de la boisson est variable.

Le taux de sel qui paraît le meilleur tourne autour de 0,10 à 0,15 % soit 1 à 1,5 g/l d'eau, ainsi l'eau n'a pas de goût, surtout si elle est fraîche.

Les expériences récentes ont montré qu'ajouté à l'eau de boisson en petite quantité, le sel favoriserait la vidange gastrique en cours d'effort et permettrait ainsi une meilleure et plus rapide disponibilité de l'eau (et éventuellement du glucose qu'elle contient) au niveau cellulaire (voir chapitre « la ration hydrique » p. 193).

En dehors de la boisson, une alimentation équilibrée en qualité et en quantité, en période d'entraînement, suffit à couvrir les besoins. À l'heure actuelle, il est largement admis que les pertes sodiques obligatoires (urines, peau, fèces et transpiration) n'excèdent pas chez le sportif entraîné 1 à 1,5 grammes. Les besoins sont largement couverts par l'alimentation. Ces pertes dues à l'effort se corrigent très bien lors de la ration de récupération si on prend quelques précautions élémentaires.

Après l'effort, le sportif devra veiller à se réhydrater (la perte de poids correspondant grossièrement à la quantité d'eau perdue), puis à reconstituer le stock de

sodium en salant normalement les aliments et en prenant une boisson bicarbonatée qui apportera du sodium et qui combattra l'acidose résultant de l'effort.

La soupe de légumes salée, riche en sodium et potassium, constitue une excellente boisson de récupération.

Chez le sportif ayant à fournir des efforts musculaires en pleine chaleur, il faut prévoir un apport en sel complémentaire, en l'ajoutant à la boisson, aussi bien avant la compétition qu'au cours de celle-ci et surtout lors de la période de récupération qui suit l'épreuve sportive ou le match.

Principales sources de sodium en mg/100 g

VIANDES	Jambon fumé	2 100
	Saucisses	1 000
POISSONS	Sardines à l'huile	760
	Thon en conserve	360
	Homard	300
	Huîtres (1 douzaine)	200
FARINEUX	Pain blanc	500
	Biscottes	280 à 400
LÉGUMES	Choucroute	650
	Haricots verts (conserves)	410
	Haricots blancs (conserves)	310
	Petits pois (conserves)	270
MATIÈRES GRASSES	Margarines	270 à 300
	Beurre	200
FROMAGES	Gruyère	420
	Camembert	340
PRODUITS SUCRÉS	Biscuits secs	300
	Pain d'épices	200
BOISSONS	Eau de Vichy	1 600-1 728
	Cidre	100

Sources principales de sodium :

- Sel de cuisine,
- jambon fumé,
- charcuteries,
- olives,
- choucroute,
- poissons et coquillages,
- fromages (fermentés surtout).

Sources secondaires :

- Lait,
- pain,
- conserves.

La plupart des fruits et des légumes sont pauvres en sodium.

LE POTASSIUM

Il a un rôle essentiel dans l'organisme : il empêche la fuite de l'eau hors des cellules. Un système d'équilibre de part et d'autre de la membrane cellulaire maintient le potassium à l'intérieur et le sodium à l'extérieur des cellules ; le potassium joue donc un grand rôle dans les mouvements de l'eau entre la cellule et le milieu extérieur. Les carences sont rares*.

* Des perturbations de la kaliémie (taux sanguin de potassium) peuvent être induites assez souvent par des médicaments (diurétiques), à un moindre degré par un régime hypocalorique strict.

Un manque de potassium se traduit par des crampes, une altération de la contracture musculaire et une modification de l'électrocardiogramme. Une hypokaliémie peut être très grave de même qu'une hyperkaliémie, car le potassium a une action excessivement importante dans la contraction du muscle et plus particulièrement dans la contraction du myocarde (muscle cardiaque).

Un trop grand apport de potassium dans la boisson ne semble pas indiqué : il ralentirait la vidange gastrique et par conséquent, l'absorption de l'eau au niveau intestinal. L'apport minimal nécessaire serait d'environ 0,5 g/j. On considère que le besoin journalier est de 1-1,5 g/j. L'alimentation normale en apporte 2 à 4 g/j.

Sources principales de potassium

Tous les fruits et légumes :

- Les légumes secs : lentilles, haricots, pois, fèves,
- les fruits secs : abricots secs, figues sèches, pruneaux, amandes,
- les fruits frais : cassis, groseilles, abricots, bananes,
- les légumes « verts » : artichauts, champignons, épinards, choux,
- le chocolat (voir tableau page ci-contre).

Principales sources de potassium en mg/100 g

LÉGUMES	Levure sèche	1 900
	Lentilles	1 200
	Pois cassés	930
	Champignons	520
	Pommes de terre	500
	Petits pois frais	315
	Chou-fleur, chou	300
	Carotte	300
	Tomate	280
	Haricots verts frais	260
FRUITS	Abricot sec	1 600
	Figue sèche	983
	Amande	800
	Raisins secs	700
	Datte	650
	Noix, noisette	600
	Banane	380
	Abricot frais	300
	Groseille	280
	Cerise	250
VIANDES	Jambon fumé	610
	Veau, foie de veau	300
	Mouton	300
	Bœuf	300
	Porc	160
POISSONS	Sardines à l'huile	510
	Thon en boîte	480
	Huîtres (une douzaine)	315
SUCRERIES	Chocolat	420
	Biscuits secs	200
BOISSONS	Vin	1 040
	Cidre	750
	Coca-Cola	520
	Bière	300-450
	Vichy	130

LE MAGNÉSIUM

Vous êtes fatigué ? Vous manquez sûrement de magnésium !... Le magnésium : mythe ou réalité ?

Ces derniers temps, le magnésium est mis à toutes les sauces si j'ose dire. Jusqu'à ces dernières années, les besoins en magnésium étaient, pensait-on, couverts, et personne ne se préoccupait de ce cation (Mg^+), présent dans l'organisme. Alors est-ce une mode ?

Il n'en est rien, et au-delà de la mode actuelle, le magnésium s'avère être un élément très important ; 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.

Pour le sportif, une consommation de magnésium est indiquée. Une carence est toujours possible et plus fréquente que chez les autres sujets ; avec le fer, le magnésium représente la carence la plus souvent rencontrée dans nos pays industrialisés.

Le dosage du magnésium présent dans les cellules n'est pas aisé, et depuis une dizaine d'années, on se contente d'un dosage par spectrophotométrie du magnésium érythrocytaire et plasmatique, ce qui, pense-t-on, donne un reflet du magnésium de l'organisme.

Les besoins

Le besoin journalier en magnésium est actuellement estimé à 400 à 450 milligrammes/jour pour un individu de poids moyen, soit environ 5 à 6 milligrammes/kilo/jour.

La ration alimentaire serait insuffisante dans les pays développés.

Le manque de magnésium (hypomagnésémie) se traduit par une hyperexcitabilité neuromusculaire. La manifestation habituelle en est la fameuse « spasmodophilie » à la symptomatologie bien connue ; on peut distinguer :

- **des manifestations d'origine centrale** comme l'anxiété, l'émotivité, la migraine, les vertiges, les insomnies et la fatigue ;
- **des manifestations périphériques** comme des fourmillements, des picotements dans les mains, des crampes, des contractures musculaires, voire des crises tétaniformes ;
- **des troubles trophiques** : fragilité des ongles, perte des cheveux, des dents.

Le déficit en magnésium est assez fréquent chez les femmes en période d'activité génitale.

Les causes des carences en magnésium

Plusieurs facteurs sont impliqués dans les carences en magnésium ; le calcium et le magnésium sont très liés.

Les apports en magnésium se font grâce à l'alimentation (boissons + aliments).

L'absorption a lieu au niveau de l'intestin grêle (jéjunum) de façon passive par simple diffusion.

L'élimination du magnésium sérique est rénale, en fonction de l'apport quotidien. Cette excrétion n'est jamais inférieure à 12 milligrammes/jour.

Dans
les causes
d'hypo-
magnésémie
on va donc
trouver

- *Un manque d'apports,*
- *un trouble de l'absorption,*
- *une élimination excessive.*



Le manque d'apports :

- Une alimentation déséquilibrée : céréales, légumes secs, légumes verts et crustacés sont très riches en magnésium. Certains de ces aliments sont, hélas, beaucoup moins consommés qu'autrefois ;
- la teneur en magnésium est abaissée dans les produits raffinés ;
 - les engrais diminuent la teneur en magnésium de l'eau ;
 - les adoucisseurs d'eau contribuent également à faire décroître la concentration en calcium et en magnésium de l'eau.

Les troubles de l'absorption :

Ils peuvent être dus à une résection intestinale, à une insuffisance pancréatique ou à une maladie coeliaque. Plus simplement, la forte consommation de graisses saturées et de cholestérol diminue l'absorption du magnésium.

Une élimination excessive :

- La forte consommation de sucres simples peut augmenter les sorties de magnésium ;
- plus l'apport en calcium augmente, plus les pertes en magnésium s'élèvent. Il ne faudrait donc pas consommer trop de calcium, cela créerait une élimination accrue de magnésium.

Certaines maladies organiques (hypothyroïdie, hypo ou hyperparathyroïdie) peuvent être également responsables d'une carence en magnésium.

Mais surtout l'alcoolisme chronique est en cause, et sans doute le tabac qui jouerait un rôle non négligeable.

Il faut donc surveiller l'apport alimentaire de magnésium (quantitativement et qualitativement). Le rôle du diététicien sera de corriger les erreurs alimentaires et d'enrichir éventuellement la ration en aliments riches en magnésium ; il faut noter que ceux-ci sont souvent riches en calories !

En pratique : pour avoir le maximum de magnésium, il faudra :

- réduire les sucres simples dans la ration,
- diminuer la consommation d'alcool et de tabac,
- réduire les graisses saturées et les apports de cholestérol,
- réintroduire le plus souvent possible les céréales en favorisant les céréales complètes (ex. pain complet, légumes secs),
- éviter les aliments dépourvus de magnésium (charcuteries, pâtisseries...).

L'alimentation sera ainsi plus équilibrée, plus conforme à notre mode de vie.

Principales sources de magnésium (en mg/100g)

TRÈS RICHES
= 100 mg/ 100 g
Chocolat noir, cacao, noix, amandes, fruits oléagineux.
Légumes secs : lentilles, pois cassés, pois chiches, haricots, blé complet, pain complet.

RICHES
= 50 mg/100 g
Fruits de mer, crustacés (crevettes...), escargots.

MODÉRÉMENT RICHES
= 25-50 mg/100 g
Poissons, foie, artichaut, pomme de terre.
Banane, raisin, figues, pain blanc.

PAUVRES
< 25 mg/100 g
Œufs, eau, agneau, lait, produits laitiers, pâtes, riz blanc morue, fruits et légumes frais.

Il ne faut pas oublier une très bonne source de magnésium qui est constituée par les eaux de boisson. Là, tout dépend de la nature géologique des sols. L'eau du robinet est en général pauvre en magnésium, mais il n'en est pas de même pour certaines eaux minérales.

Le magnésium est mieux assimilé en solution hydrique.

TENEUR EN MAGNÉSIUM DES EAUX MINÉRALES PAR ORDRE DÉCROISSANT EN MILLIGRAMMES	MAGNÉSIUM
CHATEL-GUYON (LITRE)	310
APOLLINARIS (LITRE)	172
HÉPAR (LITRE)	110
GEROLSTEINER SPRUDEL (LITRE)	108
QUÉZAC (LITRE)	100
ARVIE (LITRE)	92
PAROT (LITRE)	88
BADOIT (LITRE)	85
CONTREX (LITRE)	84
CONTREX EAUX PLUS TONUS (LITRE)	84
TALIANS (LITRE)	77
COURMAYEUR (LITRE)	67
SAN PELLEGRINO (LITRE)	56
TAILLEFINE DANONE (LITRE)	50
SELTERS (LITRE)	40
BIOVIVE (LITRE)	38
VITTEL (LITRE)	36
VITTEL ENERGIE+ (LITRE)	36
PUITS ST GEORGES CASINO MONOPRIX (LITRE)	31,5
EVIAN (LITRE)	24
WATTWILLER (LITRE)	21
PLANCOËT (LITRE)	18
AQUAREL NESTLÉ SOURCE FRESNES (LITRE)	16
THONON (LITRE)	16
SAINTE-MÉDARD MONTJOIE EAU DE SOURCE (LITRE)	11
SAINTE-YORRE (LITRE)	11
SALVETAT (LITRE)	11
VICHY CÉLESTINS (LITRE)	9
AQUAREL NESTLÉ SOURCE DES PINS (LITRE)	8,7
VOLVIC (LITRE)	6
AQUAREL NESTLÉ SOURCE ACACIAS (LITRE)	3,9
PERRIER (LITRE)	3
VALVERT (LITRE)	2

On conseille donc au sportif de boire un minimum de deux litres d'eau tous les jours en choisissant au moins un litre d'eau de source riche en magnésium.

Remarque : la bière contient une quantité non négligeable de magnésium, mais il faut se rappeler que l'alcool contribue à faire baisser la magnésémie.

On recommande 600 à 700 milligrammes de magnésium par jour pour un sportif, soit le double de la ration normale conseillée. L'obtention de cette ration de 700 milligrammes de magnésium ne va pas sans problèmes : les aliments riches en magnésium sont pour la plupart assez difficiles à digérer : fruits secs, oléagineux, chocolat, féculents. On forcera de préférence sur les céréales et le pain complet pour avoir une alimentation plus « légère ».

À titre indicatif, on s'est rendu compte, dans une enquête récente, que les repas complets de cantines contenaient en moyenne 113 milligrammes de magnésium ; dans les hôpitaux, des repas équivalents n'apportaient pas plus de 105 milligrammes (ceci pour un seul repas).

Dans un régime amaigrissant, la teneur journalière n'excède pas 192 milligrammes !

Le manque de magnésium n'est pas un faux problème. Il faut éduquer le sportif et lui permettre d'acquérir les réflexes d'une nouvelle alimentation, même si on dit souvent qu'il n'y a pas de pathologie particulière pour celui-ci. Des biopsies musculaires chez des sujets à l'entraînement n'ont pas mis en évidence de déficit magnésien ; toutefois, on a signalé récemment qu'un manque de magnésium peut apparaître chez des sportifs de fond. Un tel déficit aurait été signalé aussi chez des escrimeuses (J.-P. Lacour).

LE CALCIUM

Le calcium est un élément essentiel de l'os. Il est lié au phosphore et au magnésium. Il agit en présence de la vitamine D qui permet son absorption au niveau intestinal.

Le calcium assure la croissance, la solidité et l'entretien du squelette. Il existe plus de un kilo de calcium dans l'organisme. Il joue aussi un rôle important dans le processus de coagulation du sang et la régulation du rythme cardiaque. Il règle l'excitabilité neuromusculaire.

Il est généralement admis que les besoins chez l'adulte sont de l'ordre de 800 milligrammes/jour. En fait, un apport de 400 à 500 milligrammes serait suffisant (ration proposée par la F.A.O. et l'O.M.S.). Chez l'enfant et chez la femme enceinte ou allaitante, les besoins sont accrus.

Les sources de calcium sont très variées dans l'alimentation. En pratique, l'essentiel de l'apport calcique est assuré par les fromages et les laitages ainsi que l'eau de boisson. Les fromages « durs » sont les plus riches en calcium, celui-ci se trouvant dans l'extrait sec du produit.

Les pertes de calcium se font par :

- les selles,
- les urines,
- la sueur,
- le lait chez la femme allaitante.

Le calcium de la sueur représente normalement 100-150 milligrammes/jour. Chez le sportif, en cas de sudation importante, la perte peut atteindre 300-400 milligrammes.

La vitamine D joue un rôle majeur dans l'absorption intestinale du calcium. Une carence en vitamine D peut provoquer une carence en calcium, et une ostéoporose.

Environ la moitié du calcium ingéré est absorbée (le C.U.D. ou coefficient d'utilisation digestive du calcium est de 40 à 45% maximum). Le reste du calcium est éliminé dans les selles.

En pratique

Il faut enrichir la ration alimentaire en calcium avec des aliments comme le lait ou les fromages, certains légumes, sans oublier les eaux calcaïques telles que Vittel et Contrex.

Sources principales de calcium :

- Lait et laitages,
- fromages tels que le gruyère, le saint-paulin, le cantal,...

Sources secondaires :

- Fruits secs : figes, pruneaux, noix,
- légumes secs,
- cresson, endives, betteraves, persil.

Facteurs inhibiteurs de l'absorption de calcium :

- Le phosphore en excès,
- les acides gras (formation de savons calcaïques),
- les fibres alimentaires en excès,
- l'excès de sodium (l'élimination du calcium et celle du sodium dans les urines sont liées).

Principales sources de calcium (en mg/100g)

LAIT FROMAGES	Gruyère	1 010
	Hollande	777
	Cantal	776
	Roquefort	700
	Pont-l'Évêque	560
	Camembert	154
	Yaourt	140
	Lait	130
	Lait concentré sucré	270
	Crème glacée	130
LÉGUMES	Cresson	211
	Persil	200
	Haricots blancs	137
	Épinards	81
	Endives	80
	Lentilles	60
FRUITS	Amandes sèches	254
	Figues sèches	160
	Noix, abricots secs	80
	Datte	71
BOISSONS	Vittel Hépar	581
	Contrex	545
	Vittel grande source	215
	Badoit	70
	Perrier	140
	Eau du robinet	70

LE PHOSPHORE

Il est étroitement lié au calcium et au magnésium et est un des principaux constituants de l'os (trame minérale de l'os).

Par ailleurs, il favorise le bon fonctionnement des cellules nerveuses, notamment celles du cerveau.

Le rapport phospho-calcique dans l'alimentation doit être compris entre 0,5 et 2, un excès de phosphates précipitant le calcium sous forme insoluble.

**Le rôle
du phosphore
est essentiel,
il agit**

- *Dans le métabolisme énergétique en créant des liaisons riches en énergie (A.T.P.) ;*
- *dans la constitution des cellules (sous forme de phospho-protéines) ;*
- *dans l'activité enzymatique.*

La teneur de l'organisme en phosphates est d'environ 700 grammes (600 grammes dans le squelette et le reste dans les tissus mous).

Les besoins

Ils sont évalués à :

- 800 milligrammes/jour chez un adulte,
- 1 000 milligrammes/jour chez un enfant,
- 1 400 milligrammes/jour chez un adolescent.

Une alimentation bien conduite satisfait ces besoins dans l'immense majorité des cas.

Les sources : presque tous les aliments contiennent du phosphore.

Principales sources de phosphore (en mg/100g)

FRUITS	Amandes	470
	Noisettes	400
	Noix	400
SUCRERIES	Chocolat	400
VIANDES ET POISSONS	Poulet	220
	Veau, bœuf Poissons	200
LÉGUMES	Soja	580
	Petits pois	122
	Pommes de terre	60
FARINEUX	Haricots blancs	400
	Lentilles	400
	Riz	300
	Pâtes	165
PRODUITS LAITIERS & ŒUFS	Gruyère	600
	Jaune d'œuf	560
	Roquefort	360
	Œuf	200
	Camembert	139
	Lait	90

Les aliments les plus riches sont :

- Les fromages surtout gruyère, roquefort, camembert,
- les fruits secs (noix, noisettes, amandes),
- le chocolat,
- le lait,
- la cervelle,
- le poisson,
- les légumes secs (lentilles, pois, haricots),
- le jaune d'œuf.

Les sources secondaires :

- Les légumes verts.

5 Les oligoéléments

Ce terme peut se définir selon les mots de Forssen :
« Tout élément de la matière vivante dont la teneur représente moins de 0,01 % du poids sec du corps humain » (définition quantitative).

Les oligoéléments ne semblent représenter que peu de choses, mais pourtant leur fonction est très importante.

Ils jouent
un rôle dans

- *La structure des protéines,*
- *l'activité des mitochondries,*
- *les fonctions membranaires,*
- *l'influx nerveux.*

Qualitativement, ils remplissent des conditions bien définies (travaux de Forssen et Cotzias) :

- Présence dans les tissus sains,
- teneur constante,
- leur carence provoque des anomalies structurales et physiologiques,
- ils préviennent et guérissent les troubles engendrés par leur carence.

Leur excès est aussi préjudiciable que leur carence, si les concentrations s'éloignent des valeurs normales.

On peut citer : le fluor, l'iode, le sélénium, le cobalt, le chrome, l'étain, le fer, le molybdène, le nickel, le vanadium, le zinc, le silicium, le cuivre, le manganèse et le lithium.

L'absorption des oligoéléments a lieu au niveau intestinal. Le transport sanguin se fait grâce aux protéines jusqu'aux tissus où ils jouent un rôle majeur. Ils sont souvent incorporés à des enzymes.

Leur élimination est :

- Urinaire, cutanée, pulmonaire (iode, fluor, cobalt, sélénium, chrome, molybdène),
- biliaire et fécale (fer, zinc, cuivre).

Les besoins nutritionnels sont étudiés par les physiologistes et les biologistes. Ils correspondent à la quantité minimale d'un nutriment nécessaire pour compenser les pertes de l'organisme. Pendant longtemps, on a négligé les oligoéléments, car on se heurtait à de nombreuses difficultés, notamment la mesure de leur concentration plasmatique était impossible en raison

de leur présence à l'état de traces dans l'organisme. Les progrès pratiqués en matière de techniques d'analyses en permettent le dosage et une meilleure connaissance.

RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES OLIGOÉLÉMENTS

La croissance

Qu'il s'agisse de croissance cellulaire ou osseuse, interviennent le manganèse, le fer, le cuivre, le zinc, le sélénium et le vanadium.

Le zinc agit sur le métabolisme du collagène et permet une cicatrisation des plaies plus rapide.

La dentition

Nul n'ignore plus à l'heure actuelle le rôle préventif du fluor dans les caries dentaires. Il forme des cristaux d'hydroxy-apatite qui protègent la dent. Interviennent aussi le molybdène et le vanadium.

Le développement sexuel et la reproduction

Zinc et manganèse agissent dans le développement des organes sexuels et des caractères sexuels secondaires.

Le goût - La gustation

Le maintien d'une fonction gustative normale dépend du cuivre, du zinc et du nickel.

Le sang

Le fer est un constituant essentiel de l'hémoglobine, protéine qui assure le transport de l'oxygène et du gaz carbonique au sein des globules rouges.

Cobalt, cuivre, molybdène et zinc interviennent dans la formation des globules rouges (érythropoïèse).

Le manganèse joue un rôle dans le processus de la coagulation.

Les métabolismes

Chrome, manganèse, zinc et vanadium participent dans les métabolismes glucidiques et lipidiques.

Zinc, manganèse et cuivre jouent un rôle dans le métabolisme cérébral.

Les hormones

Le chrome intervient dans l'élaboration de l'insuline, le cuivre et l'iode dans celle de l'hormone thyroïdienne.

Les vitamines

Le sélénium a des interactions avec la vitamine E. Le zinc a des interactions avec la vitamine A. Le cobalt a des interactions avec la vitamine B12.

Apports alimentaires et rôle des oligoéléments

L'alimentation nous permet d'assurer un apport régulier en oligoéléments. Nous étudierons plus particulièrement le fer, dont la carence est assez fréquente dans nos pays « industrialisés ».

Ces minéraux en minidoses sont indispensables aux mécanismes vitaux. On les trouve dans de nombreux aliments (animaux ou végétaux), inégalement répartis selon leur nature. Il faut retenir que les produits de la mer sont très riches en oligoéléments.

LE CUIVRE

Aucune carence n'a été décrite chez l'homme adulte. L'organisme d'un individu en contient 100 à 150 milligrammes :

- 64 mg dans le muscle,
- 23 mg dans l'os,
- 18 mg dans le foie.

On le trouve aussi dans les globules rouges et dans le plasma.

Dans notre corps, il a un rôle antianémique comme le fer. Il semble agir aussi dans les états infectieux plus particulièrement d'origine virale.

Sources principales :

- Foie,
- coquillages,
- légumes secs (pois, haricots).



Sources secondaires :

- Volaille,
- œufs,
- épinards, betteraves, asperges,
- banane, noix.

LE FLUOR

Son rôle anticarie solidifie la dent et la protège ; il empêche le développement des bactéries qui se nourrissent de sucre et produisent un acide dangereux pour l'émail. Le fluor favorise aussi la croissance.

On le retrouve dans l'os à raison de 100 à 200 mg/kg d'os. Il est surtout nécessaire à l'enfant.

Sources principales :

- Produits de la mer,
- légumes secs et céréales (haricots secs, lentilles),
- thé,
- tomates, pommes de terre, cerises.

Sources secondaires :

- Radis, cresson, endives, chou-fleur,
- agrumes, bananes.



Depuis peu, le sel fluoré est autorisé dans l'alimentation ; il va se retrouver de plus en plus souvent sur nos tables !

L'IODE

Le rôle de l'iode comme antioxydant est bien connu. L'iode assure le bon fonctionnement de la glande thyroïde ; il permet la fabrication de l'hormone thyroïdienne. L'iode participe à la croissance et au développement du système nerveux.



Sources principales :

- Sel marin ou sel de cuisine iodé,
- poissons de mer et crustacés,
- coquillages,
- algues.

Sources secondaires :

- Ail,
- œufs,
- farine de soja.

LE ZINC

C'est un oligoélément essentiel dans le corps humain, le second après le fer.

Il a une action importante de catalyseur dans l'organisme. Il entre dans la composition de plusieurs enzymes et permet à l'insuline d'agir avec retard en freinant sa libération et, de ce fait, augmente la tolérance au glucose.

Il intervient aussi dans la synthèse de la protéine qui transporte la vitamine A.
Il est éliminé par la sueur notamment.

Sources principales :

- Viandes,
- produits de la mer (huîtres, crabes),
- céréales,
- fruits,
- noix.

Sources secondaires :

- Les conserves étamées.

LE COBALT

Oligoélément essentiel chez l'homme, il est contenu dans la vitamine B12 (4 % de cobalt) et indissociable de celle-ci. Il agit comme régulateur du système nerveux sympathique. Il existe des interactions entre le cobalt et l'iode. Il agit sur le goitre endémique.

Le corps humain en contient 0,01 mg/kg. Il est principalement stocké dans le foie sous forme de vitamine B12.

Sources :

- Viandes (foie, rein),
- produits de la mer (huîtres, moules),
- céréales.

LE MANGANÈSE

Il agit au niveau de nombreux métabolismes et en particulier celui des lipides. C'est un activateur d'enzymes, on le retrouve au niveau cellulaire dans les mitochondries. Le pool global de l'organisme représente 12 à 30 milligrammes. Il participe aussi à la lutte contre les allergies.



Sources :

- Légumes,
- céréales,
- noix,
- thé.

LE MOLYBDÈNE

Indispensable à la vie animale et végétale, c'est le constituant de plusieurs enzymes qui participent au processus de détoxification.

Le corps en contient 9 milligrammes. On le trouve surtout dans le foie, les reins, la rate et dans le sang.

Sources :

- Viandes,
- légumes,
- céréales.

LE CHROME

C'est un activateur de l'insuline ; il est donc essentiel dans le métabolisme des glucides.

C'est également un activateur d'enzymes : il favorise la captation des acides gras et du cholestérol par le foie. Le taux de réserve corporelle est de 6 milligrammes.

Sources :

- Légumes,
- céréales,
- sucre roux,
- graisse.

LE VANADIUM

- Huiles végétales,
- légumes.

L'ÉTAIN

- Viandes,
- produits de la mer,
 - céréales,
 - conserves étamées.

LE NICKEL

- Légumes,
- céréales,
- cidre.



LE SÉLÉNIUM

Oligoélément essentiel chez l'homme, il fait partie des antioxydants : il protège les lipides des membranes cellulaires contre l'oxydation.

Il joue un rôle important dans le métabolisme des acides gras des plaquettes sanguines : son déficit augmente l'agrégation plaquettaire.

Il a des interactions avec la vitamine E qui est également un antioxydant. Il intervient dans le bon fonctionnement musculaire. Il jouerait un rôle capital dans la protection contre certains cancers.

Sources :

- Lait,
- viandes,
- produits de la mer.

Sélénium et vitamine E ont un rôle protecteur de la cellule, par le biais de systèmes enzymatiques. Ces systèmes permettent de neutraliser les peroxydes toxiques qui sont des produits de dégradation de l'oxygène et qui s'accumulent dans la cellule au cours des métabolismes. Cette protection est nécessaire à la longévité de la cellule et au maintien de son intégrité : le sélénium ralentit le processus de vieillissement.

Il a une action capitale dans tous les tissus du corps humain, particulièrement dans les cellules des tissus à haute activité métabolique tels que le cœur, le foie, les reins et les muscles qui sont, du reste, les plus riches en sélénium.

Tous les oligoéléments peuvent être toxiques selon l'importance de l'apport. **La marge entre la dose toxique et la dose bénéfique est souvent minime.** Par exemple, la toxicité du sélénium a été établie avant que soit démontré son rôle. Un apport trop élevé peut s'opposer à l'action de certains enzymes. On constate alors éruptions cutanées, œdèmes, perte de cheveux et troubles intestinaux.

Attention donc aux supplémentations intempestives.

LE FER

Le terme d'oligoélément utilisé pour ce métabolite est discuté, étant donné son abondance dans le corps.

Le fer est vital pour notre organisme. Il est présent dans le sang, c'est lui qui constitue le noyau central de la molécule d'hémoglobine, protéine essentielle des globules rouges. C'est l'hémoglobine qui véhicule l'oxygène de nos poumons à nos tissus, à nos muscles. Si nous en sommes privés, nous perdons toutes nos forces.

La carence en fer est un des troubles les plus répandus : elle concerne 10 à 20 % de la population mondiale, touche surtout les pays en voie de développement où c'est la première cause d'anémie. Cependant, nos pays ne sont pas exempts.

Une enquête récente, faite dans la région parisienne, a montré la fréquence des carences martiales (carence en fer), surtout chez les femmes. Ce phénomène est paradoxal étant donné l'opulence de notre alimentation.

En règle générale, les apports doivent compenser les pertes, c'est ce que l'on appelle la balance en fer. Quand la balance est négative, les réserves diminuent ; quand elles sont épuisées, on assiste à une altération de la synthèse de l'hémoglobine et à une diminution des enzymes riches en fer.

Le fer est indispensable à la vie bien qu'il soit présent dans l'organisme en quantité très faible.

Le corps d'un adulte renferme environ 4 g de fer, soit 0,005 % de son poids en moyenne dont

- *2 300 mg dans les globules rouges,*
- *1 000 mg dans les réserves (moelle osseuse et foie),*
- *500 mg dans les tissus.*

Selon le sexe, les besoins seront différents.

L'originalité du fer, c'est qu'il fonctionne en circuit fermé. Le fer qui a pénétré dans l'organisme y reste. Au fur et à mesure que les globules rouges sont détruits, le fer qu'ils contiennent est en majeure partie récupéré. Il est stocké dans le foie, la rate et la moelle osseuse.

Les pertes

Le fer est très peu éliminé par les urines, la sueur, la bile, la desquamation de l'épithélium intestinal (0,8-1 mg/j chez l'homme). Les seules déperditions physiologiques importantes interviennent en cas d'hémorra-

gies accidentelles ou sont constituées chez la femme par les hémorragies menstruelles (1,6 à 2 mg/j au moment des règles).

Chez la femme enceinte, les pertes peuvent être supérieures à 3 mg/j surtout au cours des derniers mois, car elle doit céder son fer au fœtus et au placenta.

Lorsque la femme allaite, les besoins en fer augmentent énormément : le lait qu'elle donne à son bébé contient 0,04 à 0,05 milligrammes de fer pour 100 millilitres, soit plus de deux fois la teneur du lait de vache. C'est une perte supplémentaire de 2,8 à 3,2 milligrammes de fer par jour.

Même si la capacité d'absorption du fer au niveau intestinal augmente pendant la grossesse et l'allaitement, même si l'absence de règles représente une économie de fer, cela n'est pas suffisant pour compenser l'augmentation de besoins. Nous avons donc besoin de reconstituer nos réserves de fer.

Les apports

Ils dépendent de deux choses : de la teneur en fer des aliments, de la biodisponibilité du fer.

Un aliment a beau être riche en fer, l'absorption intestinale du fer dépend des autres aliments consommés pendant le même repas. Parfois même le fer contenu dans l'aliment n'est pas assimilable...

- **Fer héminique** (que l'on trouve dans les produits animaux) : 20 à 25 % peuvent être absorbés au niveau intestinal.
- **Fer non héminique** (végétaux) : l'absorption est plus réduite : 0,5 à 5 %. La membrane cellulosique empêche le passage du fer.

Il existe des activateurs qui facilitent ce passage :

- **L'acide ascorbique** (vitamine C).
Un jus d'orange ou de citron peut multiplier par trois ou cinq l'absorption du fer dans un repas.
- **Les tissus animaux :**
Si on ajoute au repas des protéines animales (viandes ou poissons), le taux d'absorption est multiplié par deux ou trois. Les produits d'origine animale, en dehors du fait que leur fer est très disponible, augmentent l'absorption du fer non hémérique.

Il existe aussi des inhibiteurs importants :

- **Le thé :**
C'est un des plus puissants qui ait été identifié. Il contient des tanins qui créent dans l'intestin des précipités de tanates de fer. Une tasse de thé prise pendant un repas peut faire chuter l'absorption de fer de 11 % à 2,5 % !





- **Le café :**

Il a un effet inhibiteur aussi, mais moins puissant que le thé. Les polyphénols sont mis en cause. Dans les pays où le thé et le café sont servis avec le repas principal, il est probable que l'on améliorerait la disponibilité du fer en les consommant en dehors des repas principaux.

Parmi les autres substances ayant un effet inhibiteur, on peut citer l'ovalbumine du blanc d'œuf qui aurait un effet dépresseur et aussi les protéines de soja. Le son et les fibres, en accélérant le transit, diminuent de fait l'absorption du fer, mais en moindre proportion.

Au total, on peut évaluer le coefficient d'absorption moyen du fer à 10 % environ (CNERNA). Les enquêtes montrent que les apports réels sont toujours inférieurs aux apports conseillés en France et la baisse de consommation des viandes n'améliore pas les choses.



BESOINS

Apports conseillés en fer pour la population française

Nourrissons (3 à 12 mois)	6 à 10 mg/j
Enfants (1 à 12 ans)	7 à 10
Adolescents	13 à 16
Hommes adultes	9
Femmes en période d'activité génitale	16 à 18
Femmes ménopausées	9
Femmes enceintes	25 à 35
Femmes allaitantes	10

Apports nutritionnels conseillés pour la population française
C.N.E.R.N.A. 2001 (Editions Tec & Doc).

Pour connaître les réserves en fer de l'organisme, on dose la ferritine sérique avec du sang capillaire ; un dosage d'hémoglobine donnant un résultat inférieur à la normale (13-16 g) est le stade le plus important du manque de fer. L'anémie est responsable d'une pâleur, d'une fatigue, d'un essoufflement : devant toute fatigue inexplicquée, il faut rechercher chez le sportif et encore plus chez la femme sportive, une anémie par la numération des globules rouges et un épuisement des réserves en fer. L'abaissement de ces réserves est le tout premier signe d'une carence martiale. Une enquête sur des femmes travaillant en région parisienne et en âge de procréer, a montré que 22 % d'entre elles n'avaient pas de réserves en fer !

Une enquête menée dans six maternités de la région parisienne indique que quatre femmes sur cinq sont carencées dès le sixième mois de grossesse. De même, cette carence touche un enfant de dix mois sur deux, un enfant de deux ans sur trois, et un enfant de quatre ans sur cinq. On retrouve des chiffres équivalents dans d'autres pays industrialisés (Suède, U.S.A., Canada).

Pourquoi une telle carence ?

Parce qu'il existe une insuffisance des apports ! La femme sportive doit être particulièrement vigilante. L'évolution des conditions de vie fait qu'on assiste à une diminution des dépenses énergétiques, d'où une diminution des apports énergétiques et une réduction des apports totaux en fer.

Il est difficile avec 2 000 Kcal d'avoir un apport de 18 milligrammes de fer par jour.

En ayant une activité physique plus intense, la ration alimentaire doit être augmentée et les apports en fer de ce fait, accrus. Actuellement, il est de plus en plus question d'enrichir l'alimentation en fer.

N.B. : L'anémie des coureurs à pied est connue. On l'attribue au choc plantaire répétitif, cause d'une petite hémolyse, réduisant le capital en hématies. Cependant, cette anémie serait attribuée aujourd'hui à une anomalie de la transferrine et ce problème n'est toujours pas élucidé.

Les aliments riches en fer



Les aliments riches en fer sont les viandes et en particulier certains abats tels que le foie et les rognons, également les huîtres, les algues marines, les œufs, ainsi que le cacao, les légumes secs, le soja, le cresson et les fameux épinards dont la réputation est usurpée : leur teneur en fer est loin d'être exceptionnelle (4 mg/100 g), et de plus, ce fer n'est pas assimilable car complexé par l'acide oxalique ! Un pour cent à peine de leur fer est absorbé alors que 20 % du fer du muscle de veau est lui assimilé par l'organisme.

Pour couvrir nos besoins en fer, la connaissance de la teneur en fer des aliments n'est pas suffisante. Il faut tenir compte, comme nous l'avons déjà vu, des différents taux d'absorption qui varient d'un aliment à l'autre, et ne pas oublier que le fer d'origine animale est mieux assimilé que le fer d'origine végétale.

ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE	TENEUR MOYENNE EN FER	TAUX D'ABSORPTION DU FER (EN MG/100 G)	QUANTITÉ DE FER ASSIMILABLE (EN MG/100 G)
VIANDE	2	16-22 %	0,3-0,44
FOIE, ABATS	9 à 12	16-22	1,44-2,5
POISSONS	0,7	10-15	0,07-0,10
POULET	0,8	16-22 %	0,13-0,17
OEUFS	2,5 à 3,2	3,5-5	0,09-0,15
LAIT MATERNEL	0,07	20	0,014
LAIT DE VACHE	0,035	indéterminé	
MOULES	24	"	
HÛTRES	6 à 7	"	
ALIMENTS D'ORIGINE VÉGÉTALE			
CACAO	12		
RIZ	0,4	1-2	0,004-0,008
LÉGUMES SECS	7 à 9	3-4	0,24-0,32
LÉGUMES VERTS	1	3-5	0,03-0,05
ÉPINARDS	3 à 4	1-13	0,04-0,052
MAIS	1	3-8	0,03-0,08
SOJA	1,2	6-20	0,07-0,24
PAIN BLANC	0,6		
PAIN COMPLET	2	indéterminé	
FRUITS SECS	4	"	
FRUITS FRAIS	0,35	"	

En pratique

Il faut veiller à consommer du foie au moins une fois par semaine ; en plus de sa richesse en fer, il est plein de vitamines.

Ne pas oublier les légumes secs dont 100 grammes apportent autant de fer que 100 grammes de viande, mais sans les acides gras saturés et le cholestérol ! Ne pas boudier les oranges, les citrons et autres agrumes, sources de vitamine C, qui permet une meilleure absorption du fer. Éviter le thé et le café pendant les principaux repas.

Pour conclure ce chapitre sur les oligoéléments, une alimentation comprenant foie, légumes secs, produits de la mer et céréales, permet d'éviter bien des déséquilibres nutritionnels.

Trop de gens aujourd'hui n'aiment pas le poisson, les légumes secs, les céréales (sans parler des fruits et des légumes...). Une alimentation bien conçue est comme un puzzle. Au cours de la digestion, le puzzle est disloqué en éléments de plus en plus petits. Ces différents éléments, une fois absorbés par l'intestin, passent dans la circulation générale pour occuper des places ou des fonctions bien précises et participer à un travail collectif.

Quand on réfléchit à cette notion de nutriments, qu'ils soient énergétiques ou non-énergétiques, il faut tout de même dire un mot de la **biodisponibilité** des aliments : c'est la quantité de substance pouvant parvenir au niveau cellulaire, qu'il s'agisse de nutriments énergétiques ou non énergétiques comme les sels minéraux, les oligoéléments 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 comme on l'a vu précédemment :

- La composition des 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, des cigarettes.

La biodisponibilité des aliments dépendra de l'équilibre alimentaire.



La ration hydrique

Nous abordons ici un chapitre essentiel de l'alimentation de la forme. Une très bonne publicité pour une célèbre eau minérale parlait il y a quelques années de « l'eau neuve de nos cellules ». C'est une évidence, on le répète tous les jours : nous ne buvons pas assez ! Rares sont ceux qui consomment l'équivalent d'un litre d'eau par jour. Le sportif, lui, avec l'échauffement dû à l'effort, ressent la soif et boit après. Mais est-ce que cela suffit ?

Il est bon de se pencher sur les besoins en boisson et rappeler le bilan de l'eau dans l'organisme : à savoir les entrées et les sorties, en répondant à la question : Pourquoi faut-il boire ?

Nous verrons la variabilité des besoins en fonction des différents paramètres et nous répondrons aux interrogations des sportifs sur les problèmes posés par la boisson :

- **Quand faut-il boire ?**
- **Combien faut-il boire ?**
- **Que faut-il boire ?**
- **À quelle température faut-il boire ?**

Selon le sport pratiqué, la boisson devra être surveillée autant que la composition des repas !



1 Pourquoi faut-il boire ? Le besoin hydrique

L'eau est le constituant le plus important du corps humain : elle représente entre 60 et 70 % du poids de notre organisme, donc, nous sommes à 60-70 % de l'eau !...

- Elle imprègne tous nos tissus.
- Elle est le véhicule qui transporte les éléments nutritifs vers la cellule. L'eau, en effet, transporte les corps solubles qui traversent les membranes cellulaires grâce au jeu des pressions osmotiques.
- Toutes les réactions biologiques se font en milieu aqueux. L'eau est indispensable aux combinaisons chimiques et électriques.
- Elle permet l'élimination des déchets (sueur, urines). On ne peut donc pas se passer d'eau. Les besoins sont permanents.

Dans des conditions normales, il faut environ 35 grammes d'eau par kilo de poids par jour pour un individu adulte sédentaire, ce qui donne un apport d'environ 2,5 à 3 litres par jour : 1,5 litre est apporté par la boisson et 1 litre qui est apporté par l'eau des aliments (n'oublions pas que les aliments contiennent un pourcentage non négligeable d'eau). Le besoin pour le sportif sera légèrement accru : 40 grammes d'eau par kilo et par jour, soit 3,1 à 3,5 l en moyenne par jour, dans des conditions normales.

Tableau de la répartition de l'eau dans les organes et les tissus (d'après Polonovski)

ORGANE OU TISSU	EN POURCENTAGE DU POIDS DE L'ORGANE	EN POURCENTAGE DU POIDS D'EAU TOTAL
OS	20-30	10
MUSCLE	75	50
REIN	75-80	4-5
CŒUR	79	3
POUMON	78-79	3
FOIE	70	4
GRAISSE	30	12
SANG	79-83	10

Si on cherchait à étudier le pourcentage de l'eau dans les organes vivants, on trouverait une très inégale répartition comme le montre le tableau ci-dessus.

En fait, on préfère, depuis les études de Gamble, considérer trois secteurs de diffusion

- *Le secteur intracellulaire,*
- *le secteur intravasculaire,*
- *le secteur interstitiel.*

Ces deux derniers secteurs constituant le secteur extracellulaire.

Le secteur intracellulaire

Ce sont les cellules. C'est le secteur le plus important. Il représente chez l'adulte 50 % du poids du corps. Dans les cellules, l'eau est essentiellement le solvant des protéines et des ions Phosphore et Potassium.

Le secteur extracellulaire

Il représente environ 20 % du poids corporel total et se divise lui-même en deux sous-secteurs :

- Le secteur intravasculaire : c'est l'intérieur des vaisseaux (5 % du poids du corps) ;
- le secteur interstitiel, séparé du précédent par les parois vasculaires, imperméables aux protéines (15 % du poids du corps).

L'équilibre entre les trois secteurs n'est pas le résultat de transfert de molécules ni d'électrolytes (sodium ou potassium), mais des mouvements de l'eau. Ces mouvements servent à apporter l'énergie (oxygène et glucose), à emporter les déchets et favoriser l'élimination des toxines.

Les cellules de l'organisme sont comme de petites usines. Elles ont besoin d'énergie pour, d'une part, leur autofonctionnement et, d'autre part, pour le travail qui est le leur.

L'eau est indispensable donc au plus petit niveau de notre corps.



Lorsque le sportif transpire, les liquides dans lesquels baignent les cellules musculaires diminuent. Ces cellules alors ne peuvent fonctionner de façon normale tant que la quantité de liquide n'est pas rétablie.

On a pu estimer que l'eau plasmatique représenterait 10 à 11 % de la déperdition hydrique totale de l'organisme, la contribution du compartiment intracellulaire étant de l'ordre de 50 %. C'est donc le secteur intracellulaire qui pâtit le plus de la déshydratation.

Selon l'état de repos ou d'activité physique de l'organisme, les liquides proviennent de tissus différents. Au repos, avec une température ambiante élevée, les liquides proviennent du sang (le volume sanguin diminue). À l'effort, par contre, lors d'un travail musculaire intense et de longue durée, le volume sanguin ne peut pas diminuer car les nombreuses fonctions physiologiques exigent un volume constant, les liquides proviennent alors des cellules musculaires.

Cette perte en eau du secteur intracellulaire est tout de même en partie compensée par :

- La combustion des nutriments tels que lipides et glucides en libérant eau et gaz carbonique (H_2O et CO_2). L'eau de combustion ainsi « libérée » représente environ 150 ml/heure.
- La glycogénolyse : pour chaque gramme de glycogène stocké, environ 3 grammes d'eau sont retenus ; ils sont libérés pour chaque gramme de glycogène utilisé. On peut consommer 180 à 240 grammes de glycogène pour un effort physique intense, ce qui va libérer entre 500 et 700 millilitres d'eau.

Cette libération d'environ 800 millilitres d'eau est bien sûr insuffisante pour un travail intense, surtout s'il fait chaud. La perte de liquide influence de façon déterminante le niveau de la capacité physique du sportif. Pour limiter la baisse du rendement à l'effort due aux pertes de liquide, il faut apporter de l'eau.

**La grande ennemie des sportifs
est la déshydratation.**

Capacité physique

On observe que la déshydratation fait baisser les performances et diminuer l'endurance (schéma). 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 1 litre à 1,5 litre pour un individu de 70 kg) réduit la capacité à accomplir un effort d'environ 20 % ! La capacité physique, au départ de 100 %, passe à 80 %.

Une déshydratation de 4 % du poids du corps fait perdre 40 % de la capacité de travail à 18°C et 60 % de cette capacité à 41 °C ! L'influence de la perte de liquide sur la capacité physique est majorée par l'augmentation de la température extérieure. On observe une grande différence de résultats selon que la température ambiante est de 18°C ou de 41°C.

Une perte de liquide qui dépasse 10 % du poids du corps peut entraîner une syncope et même être fatale. À partir d'une baisse de 4 % du poids corporel, le volume du liquide extracellulaire (et donc le volume

sanguin) diminue de façon sensible. Le débit cardiaque baisse, ainsi que la quantité de sang distribué aux muscles en activité et à la peau où la chaleur se dissipe. La pression artérielle diminue. L'athlète se sent faible et fatigué, le geste sportif se détériore. 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.

Si on ne boit pas, il y a automatiquement une baisse du rendement et l'organisme est comme une voiture dont le moteur chauffe. C'est anormal et dangereux.

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 aiguë ou une hyperthermie peuvent entraîner un risque de nécrose musculaire (destruction de fibres musculaires), d'insuffisance rénale ou de collapsus cardio-vasculaire.

L'exercice physique entraîne une dépense d'énergie répartie de la manière suivante

- 25 à 30 % d'énergie mécanique (mouvement),
- 70 à 75 % d'énergie qui se libère sous forme de chaleur.

La quantité de chaleur qui peut être stockée dans le corps est très petite par rapport à la quantité de chaleur engendrée par l'effort.

Cette 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'accidents musculaires** : claquages, élongations, contractures,
- **d'accidents tendineux** : tendinites si redoutées,
- **de baisse de rendement** parfois catastrophique (jusqu'à 20 à 25 %),
- **d'insolations**, de coups de chaleur.



LE BILAN DE L'EAU DANS L'ORGANISME

Les apports correspondent sensiblement aux sorties chez un individu sédentaire. On peut évaluer les pertes pour apprécier les besoins.

Les pertes se font par

- *Les voies urinaires,*
 - *les voies digestives, cutanées et pulmonaires.*
- Le tableau II page 206 montre l'importance de chacune.*

On pense en général que la régulation de la masse hydrique se fait par la soif et l'élimination urinaire (« buvez- éliminez ! ... »). D'autres facteurs doivent être pris en compte. Il s'agit de l'élimination respiratoire et cutanée.

Les apports

La ration hydrique doit être suffisante en regard de la ration calorique totale - soit 1 millilitre d'eau par calorie ingérée, c'est-à-dire 2,3 litres/jour environ pour un individu sédentaire, 3 litres à 3,5 litres/jour environ pour un sportif qui s'entraîne. Il est bien connu hélas que la prise d'eau ne respecte pas toujours ces impératifs.

L'apport d'eau se fera par

- *La boisson et les aliments solides ou liquides,*
- *l'eau endogène.*

Les aliments contiennent énormément d'eau : à titre d'exemple, un bifteck apporte 65 à 70 % d'eau, une pomme 84 % d'eau, et le pain 45 % d'eau ! En moyenne, légumes et fruits ont une teneur en eau comprise entre 80 et 95 % ; cette eau apportée par les aliments peut être évaluée à un litre par jour.

L'eau endogène, c'est l'eau métabolique ou l'eau de synthèse. Elle naît de la combustion des nutriments. C'est le résultat de l'oxydation et des réactions métaboliques des divers constituants cellulaires.

On considère
que la
combustion de

- 1 g de glucide produit 0,60 g d'eau,
- 1 g de protide produit 0,41 g d'eau,
- 1 g de lipide produit 1,07 g d'eau.

Cela correspond au total à un apport de 300 millilitres environ pour 2500 calories équilibrées.

Les pertes

Les différentes
formes
d'élimination
sont

- L'eau de l'urine,
- l'eau des matières fécales,
- l'eau exhalée par la respiration,
- la sueur (transpiration visible),
- l'eau éliminée par la peau (perspiration différente de la sueur).

La sueur constitue la forme d'élimination de chaleur la plus importante dans la majorité des efforts sportifs. L'eau éliminée par la perspiration (transpiration invisible) est évaluée à 400 ml/j en moyenne. Elle augmente en fonction de la température extérieure. L'eau s'évapore par la peau, elle se vaporise et fait baisser la température corporelle.

Les pertes de liquide à l'effort vont être très importantes et incomparables à celles d'un individu sédentaire.

Tableau des pertes hydriques quotidiennes selon la voie d'élimination

PERTES / 24 HEURES	QUANTITÉ TOTALE EN LITRES POUR UN ADULTE
URINES	1,4 à 1,7
MATIÈRES FÉCALES	0,1
VAPEUR D'EAU DE LA RESPIRATION	0,4 à 0,9
SUEUR VISIBLE ET PERSPIRATION INVISIBLE	0,4-0,7
AMBIANCE SURCHAUFFÉE	Au-dessus de 30°, ajouter 30 ml/kg par degré supplémentaire
FIÈVRE	Au-delà de 38°, ajouter 10 % du besoin par degré

Facteurs de variation

Le degré de l'effort, la température de l'air ambiant, l'humidité relative, l'ensoleillement, le vent, le jour de l'épreuve vont intervenir dans les besoins en H₂O. Le refroidissement de notre organisme va être sous l'influence de ces facteurs ; température ambiante et humidité :

- à 18°C un marathonien perd 1,5 litres à l'heure,
- à 28°C un marathonien perd 3 litres à l'heure !

Lors des matchs de foot ou de marathons particulièrement « chauds », on a même décrit des « fuites » de 4 à 5 litres.

En 1976, lors du marathon de Boston, qui se déroula alors que la température se situait entre 32 et 38°C avec une humidité relative de 60 %, de nombreux cas d'hyperthermie avec les troubles que cela comporte, ont été observés et étudiés. Bon nombre de coureurs ont alors souffert de nécrose musculaire et d'insuffisance rénale aiguë. Chaque année, des cas similaires se produisent avec leur cortège habituel de lésions organiques. Il est indispensable que l'athlète prenne conscience que l'apport hydrique doit être suffisant et qu'il réalise les conséquences d'un manque d'hydratation éventuel... De leur côté, les dirigeants et entraîneurs doivent répondre à ces besoins et veiller aussi à ne pas faire de compétition dans un environnement climatique dangereux.

Si l'atmosphère est très humide, si le vent souffle dans le sens de la course, si la compétition a lieu en début d'après-midi, une journée où le thermomètre a tendance à dépasser les 29°C, le risque d'hyperthermie sera manifeste. Lorsque les conditions ambiantes n'assurent pas une déperdition thermique adéquate, il est parfois plus sage de reporter les épreuves. Tout le monde a gardé en mémoire la mort tragique de Simpson sur les pentes du Ventoux lors d'un tour de France cycliste.

Quand on a affaire à une épreuve de longue durée (plus de 2 heures), la production de chaleur est telle que, si les mécanismes de thermorégulation de notre organisme ne fonctionnaient pas, la température pourrait

s'élever de 1°C toutes les 2 à 3 minutes ! (Elle atteindrait 55°C au bout d'une heure).

Une production de 50 Kcal. suffit pour provoquer une élévation de 1° environ de la température corporelle.

Heureusement, ces mécanismes fonctionnent bien, et nous sommes capables de maintenir une température corporelle à 39-40° pendant les exercices de longue durée, même s'il fait très chaud. Pour cela l'organisme évacue de grandes quantités de sueur pour faire baisser la température... Un sportif entraîné transpire plus facilement qu'un individu non entraîné. Il libère ainsi plus facilement l'énergie transformée en chaleur.

Un sportif entraîné avec une consommation d'oxygène maximale élevée aura une température corporelle qui augmentera moins que celle d'une personne non entraînée ayant une consommation d'oxygène maximale basse.

Ce système de refroidissement est remarquable : pour chaque litre de sueur évaporé, il y a évacuation d'environ 600 Kcal (2,5 mégajoules) de la surface cutanée. Cet abaissement de la température de la peau assure la formation d'un gradient thermique entre le noyau de l'organisme et la surface cutanée, ce qui permet au sang réchauffé qui irrigue la peau de perdre facilement sa chaleur au contact de cette surface. Voilà pourquoi il est bon de faciliter les échanges de chaleur au niveau de la peau par le choix de vêtements adéquats, et qu'il est bon d'arroser la nuque du coureur ainsi que ses épaules lors de l'exercice.



Lors d'un travail de force (chez un sportif entraîné), 1 400 Kcal d'énergie sont libérées par heure !

- **20 à 25 %, soit 300 à 375 Kcal**, sont transformés en travail mécanique,
- **75 à 80 %, le restant, soit près de 1 100 Kcal**, sont éliminés sous différentes formes :
 - par rayonnement,
 - par conduction de chaleur à l'environnement,
 - par évaporation de la transpiration.

La quantité de chaleur évacuée par rayonnement et conduction dépend de la différence de température entre la peau et le milieu extérieur. Pour une température ambiante de 20°C, les études ont montré que 100 à 200 Kcal sont éliminées par rayonnement et conduction...Le restant (soit 900 à 1 000 Kcal) doit être évacué par évaporation de la transpiration. L'évaporation d'un litre d'eau nécessite 580 Kcal, ainsi pour éliminer 1 000 Kcal par heure, il faudra transpirer 1,5 à 2 litres par heure!

Ces estimations théoriques concordent avec les mesures effectuées pendant les courses de fond, les cross-country ou les courses à vélo. Lorsque la température baisse (montagne, ski de fond...), l'évaporation de la transpiration joue un rôle moins important et tombe à 0,5 litre/heure.

Les besoins en eau sont considérablement augmentés lors d'épreuves de longue durée telles que les marathons, les triatlons, les étapes cyclistes ou même les épreuves de randonnée. Les quantités exactes de liquide à fournir ne peuvent être calculées qu'en connaissant bien :

- La durée et l'intensité de l'exercice,
- les conditions climatiques.

La thermo-
régulation
utilisera alors
comme voies
principales

- *L'évaporation sudorale à la surface de la peau,*
- *l'évaporation par voie pulmonaire.*

En ce qui concerne la voie pulmonaire, la quantité d'eau perdue correspond à la saturation de l'air et dépend de la température de celui-ci :

- À température basse, l'air est sec,
- à température élevée, l'air est humide.

La quantité d'eau que l'air peut contenir est d'autant plus importante que l'air est plus chaud.

Air expiré

Au cours de la respiration, l'air expiré a été réchauffé et porté à la température du corps (37°C minimum). Il est entièrement saturé en vapeur d'eau par son séjour pulmonaire. Il y a donc fuite permanente d'eau lorsque l'on respire. La perte d'eau par expiration est de 400 millilitres par 24 heures au repos. Elle passe à 200 ml/h à l'effort !

Air inspiré

La teneur en eau de l'air inspiré dépend de la température et du degré de saturation de l'air ambiant. La fuite nette d'eau est la différence entre l'air expiré, qui ne dépend pas de l'environnement, et l'air inspiré. L'ambiance dans laquelle nous vivons tous les jours (maison, bureau, etc.) est plutôt sèche et il en résulte un important flux net de perte d'eau.

En ce qui concerne l'élimination transcutanée, elle comporte :

- La perspiration, transpiration invisible qui dure toute l'année et qui est une perte de vapeur d'eau,
- la transpiration, perte d'eau visible, sous forme de sueur liquide.

La transpiration est variable en fonction des saisons et de l'effort fourni.

La chaleur dont la production est liée à l'ensemble des transformations métaboliques de l'organisme lors de l'effort doit être évacuée pour maintenir constante la température interne. Cette évacuation se fait par rayonnement ainsi que par réchauffement de l'air ambiant (phénomènes de conduction et de convection réalisés par l'intermédiaire de l'eau).

Plus la température externe est élevée, c'est-à-dire proche de 37°C, moins intenses seront les échanges de chaleur. Lorsqu'elle atteint 37°C, la totalité de la thermorégulation se fait par évaporation.

Chaque gramme évaporé correspond à 0,58 Frigorie, c'est-à-dire la disparition de 0,58 Kcal soit environ 600 Kcal d'énergie perdue par litre de sueur.

Plus l'ambiance est chaude, plus grande est la quantité d'eau nécessaire pour assurer cette fonction. Pendant un exercice intense pratiqué en ambiance chaude, le débit sudoral peut être de 3 litres/heure.

On compte en général un besoin de un millilitre d'eau pour une calorie de dépense énergétique car le rendement évaporatoire est :

$$\frac{\text{Sueur formée}}{\text{Sueur évaporée}} < 1$$



En cyclisme, avec le déplacement d'air lié à la vitesse de la course, la chaleur du corps s'élimine en grande partie par convection. Ce phénomène dépend de la température extérieure et de la vitesse du vent par rapport au déplacement ; à 40 km/h par vent nul, sans soleil et à 20°C, il représente une part importante des échanges ; plus il fera froid et plus la vitesse par rapport à l'air sera élevée, plus le cycliste éliminera facilement l'excès de chaleur produit par l'exercice. À l'inverse, la sudation devient prépondérante quand la température s'élève. À 30°C, les deux tiers de la chaleur sont éliminés grâce à la transpiration.

2 Combien faut-il boire ?

Les apports doivent absolument compenser les pertes et la consommation dépasser les besoins apparents. Il faut savoir qu'au cours de l'exercice, la sensation de soif est partiellement masquée et que la prise spontanée de liquide est toujours inférieure aux besoins réels, comme le montre l'expérience : l'eau bue lorsque l'on a soif ne correspond pas aux besoins exacts en eau de l'organisme !

Si les pertes
d'eau sont de

- 0,20 l/h, l'ingestion spontanée commandée par la sensation de la soif en compense 0,18 l (95 % du déficit),
- 0,50 l/h, la soif en compense 0,38 l (75 %),
- 0,75 l/h, la soif en compense 0,40 l (55 %).

Ainsi le mécanisme de la soif ne suffit pas à compenser le déficit en eau lors d'exercices entraînant une forte déperdition hydrique. Il faudra donc boire plus que sa soif et devancer le besoin de boire, de même que pour une voiture, il ne faut pas attendre que le voyant d'huile s'allume pour vérifier le niveau de celle-ci ; il est parfois trop tard quand il avertit le conducteur du danger... !

Pour un effort long, il est conseillé de boire par petites quantités fractionnées. La bonne ration est d'environ 0,10 à 0,20 litre (100 à 200 ml) toutes les 15 à 20 minutes soit 12 ml/kg/h. Il faudra boire peu à la fois (un verre à un verre 1/2) mais souvent.

Boire trop n'est pas gênant, mais fait uriner plus. En plus, si le volume de liquide est important, il peut y avoir la sensation désagréable d'estomac plein (celui-ci peut contenir jusqu'à 600 ml) ; les possibilités de vidange gastrique et d'absorption intestinale, en plein effort, n'excèdent pas 800 millilitres à l'heure. La surcharge gastrique, en augmentant le contenu abdominal, gêne considérablement la dynamique diaphragmatique et la respiration. Une surcharge stomacale limitant la fonction cardio-respiratoire peut provoquer un ralentissement de l'oxygénation de la cellule musculaire, néfaste pour le rendement du muscle. C'est l'ensemble de ces phénomènes qui a longtemps fait croire à des effets nocifs de l'absorption de liquide. Le sportif devra donc boire régulièrement, par petites quantités, tout au long de l'effort quand cela est possible, et ce, dès le départ.

La ration hydrique apportera l'eau et les glucides nécessaires à la poursuite d'une épreuve ou d'un match. Lors d'un effort continu tel que dans le marathon, le triathlon ou le ski de fond, il faudra fractionner les prises de boisson et les répartir tout au long de l'épreuve à intervalles réguliers. Si la température est élevée, l'apport d'eau sera augmenté.

3 Quand faut-il boire ?

L'apport de liquide indispensable à tous les individus doit être une préoccupation constante pour le sportif. Pour ce dernier, en effet, nous avons vu que les besoins sont très élevés du fait de l'augmentation des pertes dues à l'effort physique (poumons, sueur, échauffement)...

Plus la température augmente et plus la déshydratation s'accroît : à 41 °C une perte de 2 % en poids total correspond à une perte de capacité physique de 40 % (les premiers travaux sur ce thème qui datent pourtant de 1947 n'ont jamais été démentis à ce jour).

Il ne faut pas attendre d'avoir soif pour boire.

Il faut précéder le besoin afin de compenser les pertes au fur et à mesure. Il faut précéder la sensation de soif.

La soif s'éduque afin de mieux adapter les entrées aux sorties.

Il ne faut pas oublier que la déshydratation est un facteur limitant de la performance. Le sportif doit boire.

Lors du repas, la consommation de liquide doit être réduite au minimum pour éviter d'alourdir la digestion, les fibres des aliments emprisonnant les molécules d'eau. Il n'est pas toutefois nécessaire de se priver de boisson à table, seul l'excès est condamnable. Un à deux verres d'eau par repas et un café à la fin de celui-ci ne nuisent pas à la digestion. Par contre, il faut boire entre les repas. Quand on fait du sport, il faut boire sans soif et souvent (200 ml toutes les 15 à 20 minutes). Dès que c'est possible, que l'on soit sur un cours

de tennis, sur un terrain de foot, sur un vélo ou ailleurs, il faut penser à s'hydrater. Pour les efforts longs (60 minutes et plus), il faut boire toutes les 15-20 minutes. Lors d'un marathon, il ne faudra jamais sauter le premier poste de ravitaillement. Déjà en 1975, l'American College of Sport Medicine formulait un ensemble de recommandations sur les précautions et les mesures à prendre par les organisateurs et les responsables d'épreuves de longue durée, car il est fondamental d'assurer une fourniture régulière, tout au long de l'épreuve, de boisson contenant notamment du glucose.

À l'époque, le règlement international des courses de marathon ne prévoyait pas de poste de ravitaillement avant le dixième kilomètre. Il fallut donc décider que le premier poste se trouverait au cinquième kilomètre et que les autres postes se situeraient tous les cinq kilomètres pour les courses d'au moins seize kilomètres.

Il faut savoir sacrifier quelques foulées et s'arrêter en course pour consommer une boisson adéquate.

La boisson dite d'attente

Le cas de la boisson d'attente, juste avant la compétition, est un peu particulier. Il sera abordé en détail dans le chapitre consacré à la ration de compétition. Dans les trois heures qui précèdent la compétition, après le repas qui vient d'être pris, le sportif ne doit plus prendre d'aliments solides afin de ne pas concourir « le ventre plein ».

Il pourra en revanche boire par petites quantités toutes les vingt à trente minutes (il est nécessaire de s'arrêter de boire dans les dernières trente minutes).



4 Que faut-il boire ?

Il existe une boisson particulièrement bien adaptée pour l'homme. Cette boisson est d'un intérêt considérable et d'un prix dérisoire : **l'eau**.

L'important est de boire. L'eau est la seule boisson indispensable qu'elle soit pure ou aromatisée (sirop, jus de fruit, infusions,...), qu'elle soit du robinet ou minérale. Pour le sport, il vaudra mieux éviter les boissons gazeuses qui, si elles sont prises régulièrement, peuvent provoquer des troubles digestifs avant ou pendant l'épreuve.

Quelle va être la composition idéale de la boisson ?

On parle beaucoup de boissons de l'effort, de recettes spéciales, etc. On touche ici le problème de la qualité des boissons de l'effort :

Si le liquide est autre que de l'eau pure, qu'y mettre ? Sucre, alcool... ?

Une activité physique de longue durée entraîne non seulement une perte de liquide mais également une grande consommation de nutriments, glucides et lipides. La consommation de glucose peut atteindre 3 grammes/minute lors d'une activité musculaire intense. Le glycogène fournit une grande partie de ce glucose en diminuant son stock de sécurité et une petite quantité de glucose est prélevée dans le sang ; ceci explique que l'on constate une baisse de la glycémie chez les sportifs lors d'épreuves de longue durée (deux heures et plus). Cette hypoglycémie n'est pas souhaitable même si elle n'est que modérée.

Des expériences ont montré que la fourniture régulière de boisson 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. (Expériences de Staff et Wilson, 1971)

On mesure le temps de travail jusqu'à l'épuisement :

	DURÉE DE L'EFFORT	RYTHME CARDIAQUE EN % DU MAXIMUM
SANS HYDRATATION	149 mn	89 %
AVEC 225 ML D'EAU TOUTES LES 15 MN	171 mn	83 %
AVEC 225 ML DE SOLUTION GLUCOSÉE À 5 % TOUTES LES 15 MN	180 mn	81 %

En cas d'effort long, il est 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.

De même que la déshydratation, la chute de la glycémie et la diminution du stock en glycogène vont être les facteurs limitants les plus importants lors de l'effort musculaire. Le sportif devra apprendre à compenser ses pertes durant l'effort s'il ne veut pas se pénaliser face à ses adversaires.

LA TENEUR EN GLUCIDES

À la suite des différents travaux précédemment indiqués, il apparaît qu'il est pratique d'ajouter des sucres dans le liquide. Ceci étant dit, quelle quantité de glucides l'eau doit-elle contenir ?

Là encore, des expériences ont montré que la vitesse de vidange de l'estomac est déterminée par l'osmolarité du liquide :

- Si la boisson est trop riche (hypertonique), elle risque de stagner plus longtemps dans l'estomac, ce qui est gênant pour l'activité physique. Les nutriments n'atteignent pas l'intestin grêle où le liquide est normalement absorbé, l'eau et le glucose ne sont pas de ce fait utilisables par la cellule.

Des sujets ont bu des solutions hydriques de concentrations différentes à 2,5 %, à 5 %, à 10 %, à 15 %.

Lorsque la
concentration
est

- De 2,5 %, l'estomac se vide complètement en vingt minutes ;
- à 10 %, l'estomac se vide en 60 minutes ;
- à 15 %, l'estomac se vide en 120 minutes.

Ces mesures ont été effectuées sur des individus au repos (expériences de U. Bergh). L'augmentation de la concentration en glucose semble agir sur la rapidité d'évacuation de l'estomac. Moins le mélange est concentré, plus rapidement le volume ingéré est absorbé. Les solutions les moins concentrées conviennent mieux lors des exercices de longue durée, puisqu'elles assurent à l'organisme la ration hydrique la plus importante, le plus rapidement.

En compétition, les choses ne sont pas identiques, et lors d'un effort physique intense, le débit d'évacuation de l'estomac peut être réduit de 25 % par rapport à sa valeur au repos.

Pour une solution à 2,5 %, sachant que pour absorber plus de 100 à 200 ml/h, il est nécessaire de boire toutes les heures (à un débit fait 450 à 600 ml/h), l'apport doit être de 7,5 à 15 grammes de glucose par litre. Pour 15 grammes, seulement les triathlètes, ce qui est peu pour maintenir une valeur « correcte »...

Avec une concentration de 5 %, la quantité de liquide évacuée sera moins importante. La quantité de « sucre » évacuée sera plus importante que la quantité disponible, sera plus importante.

La boisson « idéale » se situera entre 25 à 50 grammes de glucides, soit entre 25 à 50 grammes/litre.

En fonction
de la
température et
des conditions.

- *S'il fait chaud*
25 grammes/litre ;
- *s'il fait frais*
50 grammes/litre .

L'apport de sucre doit être considéré comme prioritaire dans les compétitions qui se déroulent par temps froid, alors que l'apport de liquide doit être favorisé lors des séances d'entraînement pratiquées pendant l'été ou lors des compétitions qui se déroulent par temps très doux. Ainsi, si la température ambiante est élevée et qu'il y a une perte d'eau importante par transpiration (football, handball, cross-country, aviron, cyclisme), la concentration en glucose de la boisson pourra être inférieure à 5 %. Si, au contraire, la température est basse et que la perte d'eau est limitée (ski de fond), la concentration en glucose devra être supérieure à 5 %.

La plupart des boissons du commerce sont trop sucrées : elles contiennent 50 à 150 grammes/litre de sucre simple (d'absorption rapide), ce qui correspond à la valeur de dix à trente morceaux de sucre pour un litre de boisson (cf. tableau page 231). Il faut que le sportif s'en méfie, de même qu'il faut qu'il se méfie des boissons de « l'effort » que l'on prend en dehors des conditions de l'exercice physique.



LE CHOIX DES GLUCIDES

Le glucose : c'est le « sucre » qui est absorbé le plus rapidement. Il peut convenir très bien pour la préparation d'une boisson ; cependant, on considère qu'il pourrait favoriser une hypoglycémie réactionnelle 60 à 90 minutes plus tard. Son pouvoir « sucrant » n'est que 70 % de celui du sucre.

Le fructose : c'est un glucide intéressant dans notre cas. Il ne provoque pas de sécrétion insulinaire majorée ; il est très vite mobilisé dans la contraction musculaire. Certains ajoutent du miel dans la boisson de l'effort ou du lévulose (fructose) ; sa vitesse d'absorption est plus lente que celle du glucose (un tiers environ).

Le saccharose : c'est le « sucre » que l'on achète habituellement. Il est composé de fructose et de glucose. Il est souvent employé. Il faut tenir compte de l'osmolarité et l'apport de glucides sous forme d'hydrolysats d'amidon (dextrines qui sont des polymères de glucose) est nettement recommandé.

On trouve en pharmacie deux produits : Dextrine-Maltose et Maltrinex (voir chapitre sur les glucides dans l'énergie).

LA TENUEUR EN SODIUM : SEL

Un gramme de NaCl, pas plus.

La sueur est salée, tout le monde le sait. La sueur, produit de sécrétion des glandes sudoripares, est composée essentiellement d'eau et de sels minéraux. Elle est plus diluée pendant l'effort qu'au repos, plus diluée si la température de l'air est élevée, si l'exercice est intense et que la transpiration par conséquent est plus abondante. La concentration en sels minéraux de la sueur varie beaucoup d'un sportif à un autre : elle est plus faible chez les sportifs acclimatés à la chaleur. L'athlète entraîné transpire plus... Sa sueur est proportionnellement moins riche en sels minéraux ; ceci explique que la concentration en sodium du liquide extracellulaire augmente. Il faudra consommer des boissons plus riches en eau et moins riches en sels

minéraux que le liquide extracellulaire. En général, lorsque l'athlète perd moins de 3 à 4 kilos de liquide, il n'est pas nécessaire de compenser la perte en sodium par un apport de sel (comprimés...).

Il suffira d'ajouter un peu de sel aux aliments lors de la ration de récupération, pour réparer les pertes.

Un sportif bien entraîné transpire beaucoup, mais il existe des mécanismes compensatoires qui font que la sueur est de moins en moins riche en sodium. Quatre litres de sueur correspondent à une perte de 150 milligrammes de sodium, soit moins d'un gramme de sel. En revanche, le fait d'ajouter un peu de sel dans la boisson accélère la vidange gastrique, facilite le passage dans l'intestin du liquide et rend disponibles plus vite l'eau et les glucides ingérés par le sportif. Ils seront ainsi rapidement absorbés et livrés aux muscles en activité.

GAZ OU PAS GAZ ?

Ne pas boire gazeux.

Avant et pendant l'effort, boire gazeux, que ce soit de l'eau minérale ou des sodas, peut provoquer des ballonnements et des difficultés de digestion. Il sera plus judicieux de garder ces boissons-là pour après l'effort si le sportif le souhaite.

En fonction du moment : la boisson d'attente

La compétition, le moment décisif approche...

Le repas a été pris il y a trois heures. Il va s'agir maintenant de maintenir la glycémie (taux de glucose sanguin) sans entamer les précieuses réserves de glycogène.

La boisson d'attente va permettre d'apporter les glucides nécessaires ; Certains conseillent la prise toutes les trente minutes de :

- 125 à 150 millilitres d'eau additionnée de 10 grammes de fructose ou de miel et de dextrine-maltose,
- ou de boissons de l'effort (du commerce) contenant du saccharose, du fructose, selon le cas, du glucose et des malto-dextrines.

Note : 10 grammes de fructose en trente minutes cèdent une énergie potentielle théorique de 1,53 Kcal/minute, ce qui correspond à une dépense de repos normale. L'utilisation du fructose est non influencée par l'insuline.

Il faut savoir que cet apport de glucides d'absorption rapide peut déclencher une réaction insulinaire entraînant une hypoglycémie réactionnelle qui pourrait être néfaste au moment de la compétition. D'où l'intérêt de faire de petites prises et surtout de bien connaître son sportif et ses réactions individuelles, l'émotion, le stress jouant un grand rôle, et certains sportifs n'ayant pas une régulation glycémique bien stable dans ces moments-là. Il convient d'être prudent.



Donc, pas de boissons hypersucrées et pas de boissons « spéciales » systématiquement. La plupart des boissons de l'effort sont mal utilisées, souvent trop concentrées, surtout si on s'en tient aux recommandations des fabricants qui ont tout intérêt à vendre un maximum de produits.

Un jus de fruit frais dilué dans de l'eau (50-50), auquel on ajoutera des malto-dextrines, pourra suffire à la limite.

LE THÉ ET LE CAFÉ

Chaque sujet doit savoir quelle est la quantité qu'il peut supporter ; c'est, en général, celle à laquelle il est habitué.

Ne jamais en abuser : cela pourrait avoir pour conséquence une excitation cérébrale, un amaigrissement, des tremblements, des palpitations et une insomnie.

Le thé se boit en général avec plaisir, qu'il soit chaud, tiède ou froid. Avec du jus de citron et légèrement sucré, il constitue une boisson agréable. La présence de caféine est un stimulant.



Le rôle du café et de la caféine

Jusqu'à présent, le café n'a pas mauvaise réputation. Sa consommation à dose modérée est même considérée comme bénéfique pour les performances sportives. Pourtant la caféine est un excitant général, et un excitant myocardique (du muscle cardiaque) en particulier. C'est la substance psychotrope la plus largement utilisée dans notre pays. Elle possède des propriétés stimulantes, notamment sur la vigilance, sur le temps de réaction aux stimuli sensoriels et peut s'opposer aux effets négatifs de la fatigue. Chez le sportif, elle augmente l'activité motrice. La législation française interdit de dépasser 300 milligrammes de caféine par litre de boisson.

Dans le cas d'épreuves d'endurance, la caféine permettrait d'épargner le stock de glycogène en brûlant plus de lipides.

C'est le café qui représente de loin la principale source de caféine, quoique des quantités non négligeables puissent être apportées par le thé, les boissons type Coca-cola, le chocolat.

Tasse de café habituelle	75-150 mg de caféine
Tasse de café instantané	60-100 mg de caféine
Tasse de café décaféiné	3-6 mg de caféine
Tasse de thé	40-60 mg de caféine
Tasse de chocolat	15-30 mg de caféine
Boisson type Coca-Cola (1 litre)	70-100 mg de caféine

Doses : la caféine fait parler d'elle dans les milieux sportifs à cause du dopage.

Des doses modérées de caféine (150 à 300 mg) sont susceptibles de stimuler l'attention et la vigilance, d'augmenter la tension, le volume urinaire, la sécrétion gastrique, mais elles peuvent entraîner des insomnies chez des sujets non habitués.

Les consommateurs habituels de caféine ne ressentent que peu ces effets cliniques et biologiques du fait semble-t-il d'une tolérance à la plupart des effets de cette substance. Une consommation prolongée de caféine à fortes doses (plus de 600 mg/j) peut être toutefois à l'origine de troubles du sommeil, d'irritabilité, d'excitation et d'anxiété. Ces complications peuvent apparaître pour des doses variables, mais, en général, supérieures à l'équivalent de cinq à six tasses de café par jour. Des études récentes ont montré que des sujets souffrant d'anxiété seraient particulièrement sensibles aux effets anxiogènes de la caféine. Si tel est le cas, une diminution progressive des doses devrait être envisagée si la consommation est excessive, de façon à éviter les symptômes de sevrage (fatigue, maux de tête).

Le café : on parle beaucoup d'Arabica, de Robusta. Les quantités de caféine ne sont pas les mêmes selon l'origine botanique, la quantité de café utilisée et son mode de préparation.

Une tasse de café Robusta (qui a moins de goût) contient deux fois plus de caféine qu'une tasse d'Arabica

- 1 tasse de Robusta 200 mg de caféine ;
- 1 tasse d'Arabica 100 mg de caféine.

L31 doses entraînant des effets secondaires toxiques risquent d'être vite atteintes si on abuse de « cafés forts » pour tenir le coup !

Le thé : le thé contient aussi de la caféine mais en quantités moindres, près de deux fois moins que le café. De plus la présence de tanins protège partiellement de l'action de la caféine : celle-ci se verra neutralisée par les précipités qui se forment dans l'estomac, créant ainsi une malabsorption.

Remarque : la caféine du thé est appelée théine. Elle diffuse dans l'eau dès la première minute de l'infusion, puis viennent les tanins. Un thé à peine infusé (une minute) sera aussi riche en théine qu'un thé infusé normalement (trois à cinq minutes), mais moins parfumé.



Une dose de 250 à 350 mg/j de caféine, ce qui est dans les limites d'une consommation normale, représente une dose efficace avec les avantages dynamisant que constitue la caféine, et sans ses inconvénients.

On peut donc conseiller au sportif de ne pas dépasser deux à trois tasses de café par jour. La législation française interdit toutes les boissons contenant plus de 300 milligrammes de caféine par litre.

Les boissons alcoolisées

Elles sont à utiliser avec modération, bien entendu. Le sportif doit au maximum éviter les alcools (vins, apéritifs et digestifs), surtout après une épreuve ! Avant celles-ci, la sensation de tonus et de sécurité attribuée à l'alcool est plus qu'illusoire.

L'alcool est un ennemi car il porte atteinte à la vigilance, en diminuant le temps de réaction de l'organisme. À la limite, on peut permettre un verre de vin à table, mais d'une façon générale, l'alcool est à éviter dans la vie du sportif.

L'alcool détruit les vitamines et plus particulièrement les vitamines du groupe B telles que la vitamine B1, facteur clé du métabolisme énergétique, nécessaire à la bonne utilisation des glucides.

L'alcool a un effet toxique immédiat sur de nombreux organes, notamment le foie et le rein.

La France est le seul pays au monde qui, depuis vingt années consécutives, voit diminuer lentement mais de façon continue sa consommation de boissons alcooliques évaluée en taux d'alcool pur par habitant et par an. Elle est estimée à 10,8 litres par an et par habitant.



Cette consommation reste cependant une des plus fortes en Europe et dans le monde. Si celle-ci tend à diminuer, on assiste cependant à une augmentation de la consommation de spiritueux aux dépens de la consommation de vin en pourcentage.

Un verre de bon vin, une coupe de champagne, ne seront jamais préjudiciables (surtout après une victoire !) mais, même si un verre de vin après un repas fait augmenter le « bon » cholestérol (H.D.L.), contient des flavonoïdes et protège de la maladie d'Alzheimer, il ne faut pas qu'il fasse partie des habitudes du quotidien.

La consommation d'alcool en France

La tendance à la baisse de la consommation d'alcool que l'on constatait de façon globale depuis de nombreuses années, se répercute désormais sur les différents types de boissons alcooliques.

Évolution de la consommation d'alcool par habitant/an

	1970	1980	1981	1982	1983	1984	1998
VIN (LITRES)	109	91	89	88	85	82	58,1
BIÈRE (LITRES)	41,2	44,3	44	43,7	43,7	41,2	38,6
SPIRITUEUX ET APÉRITIFS	2,3	2,5	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4

La baisse régulière de la consommation du vin par habitant date de plus de vingt ans, tandis que la bière connaît cette évolution depuis cinq ans. L'évolution de la consommation par habitant des spiritueux et diges-

tifs, irrégulière depuis des années, est à la baisse depuis vingt ans. La proportion de consommateurs se réduit plus fortement chez les femmes que chez les hommes. Chez ceux-ci, en effet, la diminution des consommateurs réguliers est un peu compensée par l'augmentation des occasionnels. Cependant, chez les hommes, l'augmentation relative des non consommateurs est très forte.

Les boissons du commerce

Ce sont les jus de fruits, les sodas...

On peut consommer les jus de fruits frais, à la rigueur. Cependant, la plupart des boissons du commerce contiennent du gaz, trop de sucre et pas assez de minéraux (voir tableau ci-contre). Les jus de fruits, limonades et sodas ont en moyenne 12 % de sucre. Le Coca-cola, lui, est moins sucré (10 % de sucre), mais il contient de la caféine (7 à 10 mg/100 ml). Les sodas, en outre, ont une certaine teneur en gaz carbonique : ils sont à éviter de même que les eaux gazeuses chez le sportif. Le déficit en minéraux et en vitamines qu'ils présentent en font des boissons de moindre qualité que les jus de fruits.





Combien contiennent-ils de sucre ?
(données en grammes par litre)

Sirops	295-125 selon la marque et la dilution
Fanta orange	144
Orangina	119
Pschitt orange	149
Banga orange	107
Oasis	113
Fanta citron	20
Québec	99
Pepsi-Cola	112
Coca-Cola	112
Pschitt limonade	88
Schweppes	93
Sprite	89
Seven up	101
Canada dry	97

Les boissons de l'effort

Elles sont vendues en grandes surfaces ou en pharmacie. Les sportifs sont comblés, ils n'ont que l'embaras du choix et c'est peu dire ! Depuis quelques années, les boissons toutes prêtes pour sportifs s'étalent dans les rayons des supermarchés, des magasins de diététique et en pharmacie. Dans l'affaire, le consommateur s'y perd un peu et l'expérience montre qu'une grande majorité des sportifs n'en utilisent pas. Seulement 15 % des sportifs en consomment, le prix de ces produits étant bien souvent dissuasif.

Les produits se présentent sous forme de boissons en boîte, ou sous forme de poudre à diluer dans de l'eau :

- certains sont exclusivement glucidiques, d'autres apportent aussi protéines et lipides,
- certains sont à prendre avant l'effort, d'autres pendant ou après l'effort.

En France, les produits diététiques de l'effort sont strictement réglementés. Le terme même est une appellation contrôlée. Les produits à prédominance glucidique renferment toujours les quantités de vitamines B1 et B2 nécessaires à leur bonne utilisation (arrêté de loi de 1977).

Plus de soixante-dix produits de ce type ont été recensés au total sur le marché français.

Les boissons du commerce destinées aux sportifs apportent beaucoup plus de minéraux (sodium, potassium) et de glucides que l'organisme n'en a besoin. Il faudra souvent les diluer !

Ces boissons pourront être utiles pour des efforts prolongés ; si l'effort est court, c'est encore l'eau qui sera la boisson la plus adéquate. L'eau pure gagne la circulation plus vite qu'une boisson glucidique.

C'est encore la durée de l'effort ainsi que les conditions climatiques qui dicteront telle ou telle conduite à tenir.

L'achat de produits de l'effort ne se justifie donc que dans le cas d'une pratique sportive très intense.

5 À quelle température faut-il boire ?

La température d'administration du liquide est une question que posent souvent les sportifs.

Une boisson peut s'absorber à n'importe quelle température. Quand on a chaud, qu'on est en sueur, on a tendance à boire glacé ; il faut se méfier, une boisson trop froide lors de l'effort peut occasionner un inconfort digestif et nuire à la performance.

On conseille donc de boire à la température ambiante, en particulier en période d'activité physique intense.

- Un liquide trop chaud provoque une irritation du tube digestif ;
- un liquide trop froid peut perturber le fonctionnement de la vésicule biliaire et de l'intestin. Certains sujets répondent à une boisson glacée par des phénomènes d'hypermobilité colique (diarrhée) qui occasionnent un inconfort certain.

Il faut résister à la tentation de boire glacé en été.

La température idéale se situerait sur le plan de l'absorption aux alentours de 8 à 15°, la vidange de l'estomac étant plus rapide à basse température.

Boire frais, non glacé (8 à 15°)



6 Après l'effort : la réhydratation

La réhydratation, commencée pendant l'effort, se poursuit après celui-ci, et pendant les vingt-quatre heures qui suivent l'effort. La boisson sera abondante ; on y ajoute en général du gluconate de potassium. En présence d'une acidose importante, on l'additionne de bicarbonates.

Exemple pour 1 litre

- *Glucose* 100 g
- *Eau* qsp 1 litre
- *Nacl* 1 à 2 g
- *Bicarbonate* 0,92 g
- *Gluconate* 2 g

On peut également y ajouter du chlorure de potassium.

On trouve en pharmacie un produit d'utilisation très pratique qui évite les pesées : il s'agit d'Adiaril en sachet de 9,9 grammes de poudre à diluer dans 200 millilitres d'eau ou plus.

Ingrédients : glucose, saccharose, gluconate de potassium, bicarbonate de sodium, Nacl.

COMPOSITION	POUR 100 G	POUR 1 SACHET 9,9 G
GLUCOSE	40,40	4
SACCHAROSE	40,40	4
NA	2,28	0,226
K	2,01	0,199
CHLORURE	1,83	0,181
BICARBONATE	2,92	0,289
GLUCONATE	10,05	0,995

L'apport calorique sera de : 323 Kcal pour 100 grammes (soit 1351 Kjoules) ; 32 Kcal pour 9,9 grammes (soit 134 Kjoules).

LE SEL

Il suffit d'ajouter un peu de sel sur les aliments et l'équilibre se rétablit.

LE POTASSIUM

250 millilitres de jus d'orange apportent la quantité de potassium perdue dans 2 à 3 litres de sueur.

Après un effort intensif, il faut boire immédiatement ; après la fin de l'effort, l'absorption d'un mélange eau + glucide remontera la glycémie et aidera à rétablir les réserves en glycogène. Elle permettra de récupérer en vue d'efforts répétés (courses à étapes, compétitions avec plusieurs manches..., etc.).

Il faudra lutter contre l'acidose due à l'effort musculaire en buvant une eau très minéralisée, riche en bicarbonates. Abandonnant la trop néfaste abstinence hydrique, le sportif doit être désormais convaincu que l'eau est le meilleur « dopant » !

Tous les sportifs de haut niveau ou « du dimanche » doivent le savoir. Les différents travaux scandinaves et américains nous ont prouvé que l'apport de liquide et de glucides pendant l'effort était une condition indispensable à assurer pour que le sportif fasse la meilleure performance possible.

La qualité de la boisson, la quantité de liquide à boire, le programme d'absorption de ce liquide doivent être aujourd'hui une des préoccupations constantes des athlètes et de leurs entraîneurs.

Sur le lieu de la compétition, l'apport de liquide doit être prévu afin de pouvoir s'approvisionner facilement.

Quelle que soit l'activité, la diurèse (quantité d'urines émises par jour) doit être de 1,5 litre, même s'il faut boire pour cela 6 à 7 litres ! **Le sportif doit boire en fonction de ses pertes.**

IDÉES FAUSSES

Boire de l'eau en mangeant fait grossir : FAUX

L'eau prise en excès pendant un repas dilue les sucs digestifs. La cellulose emprisonne les molécules d'eau et celle-ci ne sera réabsorbée qu'en fin de digestion.

Un repas sec sature l'appétit !

L'eau du robinet n'est pas bonne à boire pour le sportif : FAUX

L'essentiel, c'est de boire. Mieux vaut boire deux litres d'eau du robinet que un litre d'eau minérale, même si celle-ci « rénove nos cellules ». L'eau du robinet est parfaitement saine, elle est surveillée de très près sur le plan bactériologique, et rafraîchie, elle n'a aucun goût.

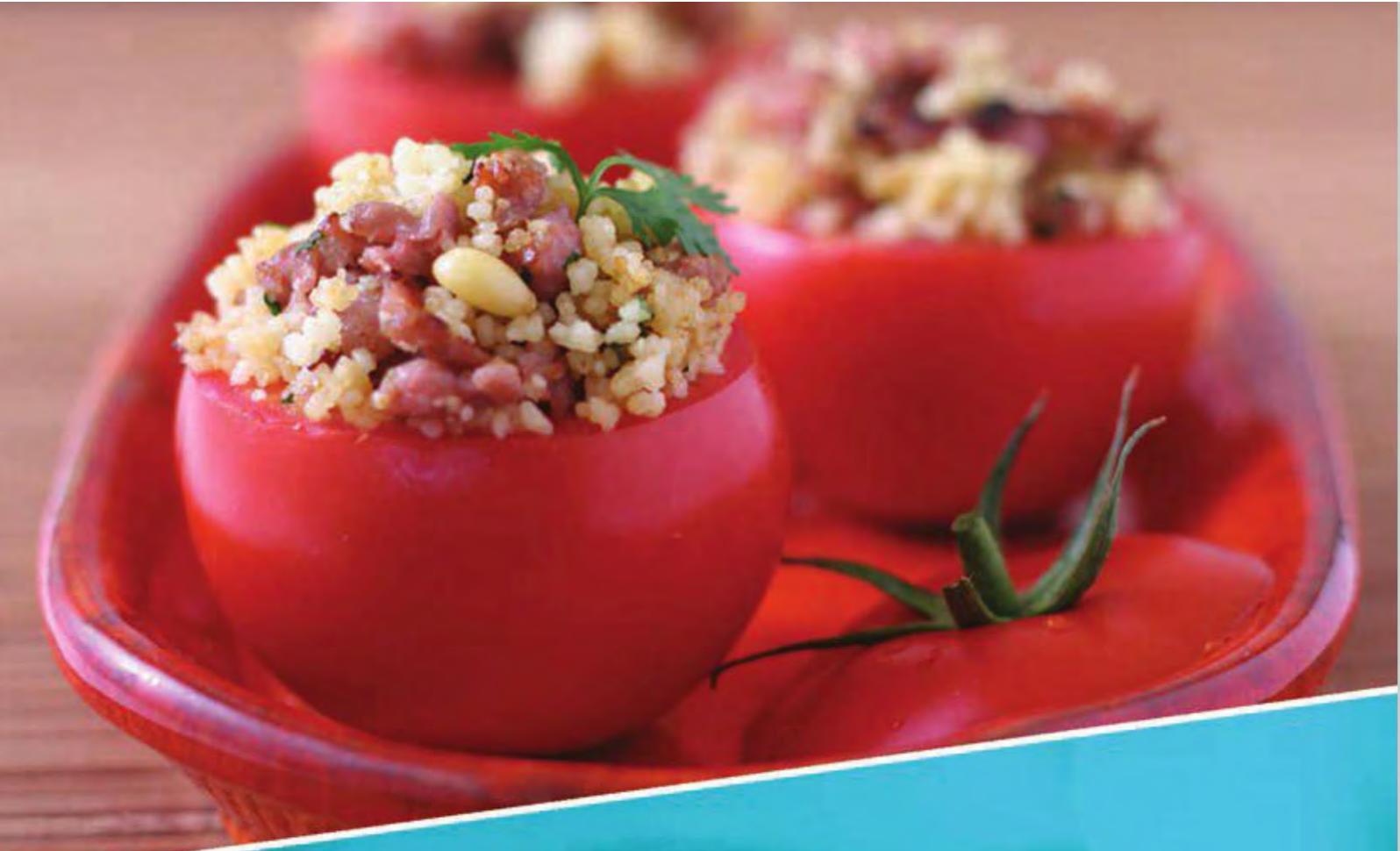
L'eau coupe les jambes pendant l'effort : FAUX

L'apport d'eau doit être au contraire régulier et de volume modéré, l'estomac ne pouvant contenir plus de 800 millilitres de liquide par heure (voir le chapitre sur la ration hydrique p. 193). Boire n'importe quelle quan-

tité de liquide quand la soif triomphe, c'est surcharger l'estomac et gêner la dynamique du muscle diaphragmatique et la respiration toute entière par une diminution de la ventilation alvéolaire. L'oxygénation du muscle est ralentie. C'est ce qui a fait longtemps croire à un effet néfaste de l'absorption de liquide.

Le vin donne des forces : FAUX

C'est parfois bien agréable, mais c'est une illusion ! Le vin apporte des calories « vides » (il n'a ni protides, ni lipides, ni glucides, ni vitamines...). L'alcool est toxique pour la cellule hépatique s'il est pris à fortes doses. Un verre de vin est tout de même permis, si le sportif le désire, à la fin du repas.



Les menus équilibrés, comment faut-il faire ?

L'équilibre d'un repas ne se fait pas sur un aliment ou sur une recette mais sur l'ensemble d'un menu.

Comment réaliser un menu ? Ce n'est pas si facile. Tout d'abord, comme nous consommons régulièrement des quantités fixes de tel ou tel produit, nous avons recours à la notion de **groupes d'aliments**. On peut en effet classer les aliments par grandes familles, en fonction de leur apport en nutriments. Les six groupes sont:

- 1/ Les viandes, les poissons, les oeufs,
- 2/ le lait et les produits laitiers,
- 3/ les corps gras,
- 4/ les céréales et leurs dérivés,
- 5/ les légumes et les fruits crus,
- 6/ les légumes et les fruits cuits.

Le **groupe 1** est source de protéines animales principalement. Le **groupe 2** apportera protéines animales et calcium, le **groupe 3** sera source de lipides (et de vitamines liposolubles), le **groupe 4** apportera protéines végétales et glucides lents, les **groupes 5** et **6** seront source de glucides plus rapides, de vitamines et de fibres.

Une différence est faite entre les groupes 5 et 6 du fait des modifications dues à la cuisson.

Tous ces groupes d'aliments ont pour rôle d'apporter les nutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Tous les groupes doivent être présents dans la ration car chacun d'entre eux a son rôle et apporte quelques éléments du puzzle.

Un repas tel qu'on le conçoit chez nous est composé d'une entrée, puis d'un plat principal, avec une garniture, et enfin d'un dessert.

Pour commencer un menu, on fixera d'abord : le **plat principal** qui sera source de protéines principalement et que l'on prendra dans le premier groupe (viandes, œufs, poissons, abats).



Une fois le plat principal choisi, on déterminera le **plat d'accompagnement** qui apportera des glucides principalement et qui peut être soit à base de farineux (pommes de terre, pâtes, riz, légumes secs, etc.), soit à base de légumes verts cuits.



On le prendra donc parmi les aliments du groupe 4 ou du groupe 6.

Une fois le plat principal et le plat d'accompagnement choisis, il nous restera à fixer **l'entrée, le dessert**, et ceci, bien sûr, en fonction des deux premiers :



L'entrée et le dessert :

- Si on a choisi un féculent comme plat d'accompagnement, il nous faudra prendre un aliment du groupe 5 (légumes et fruits crus) en entrée et au dessert des fruits cuits (groupe 6), ou inversement. Cela permettra d'avoir toujours dans le menu, une crudité (source de fibres, de vitamines, de sucres rapides) et une cellulose cuite ;
- si en revanche, on a pris un légume cuit comme plat d'accompagnement, il faudra choisir un aliment du groupe 4 (céréales et dérivés) en entrée et un fruit cru en dessert ou inversement ; crudités en entrée et fruits cuits pour le dessert.

Remarque

Il ne manquera plus qu'un produit laitier, source de protéines et de calcium, à ajouter pour compléter ce menu. Cet apport en aliments du groupe 2 pourra se faire sous forme de fromages, mais aussi s'intégrer à des préparations en fonction du menu choisi.

On peut donc dégager quatre grands types de menus

Crudités	Farineux	Légumes cuits	Crudités
Viande	Viande	Viande	Viande
(ou équivalent)	(ou éq.)	(ou éq.)	(ou éq.)
Farineux	Légumes cuits	Farineux	Légumes cuits
Laitage	Laitage	Laitage	Laitage
Fruit cuit	Fruit cru	Fruit cru	Farineux

Il est possible ainsi de faire une semaine de menus en évitant la monotonie et en respectant un certain équilibre. De même, le sportif peut, s'il mange dans un self-service, sélectionner les aliments proposés et se confectionner un menu équilibré.

Cela évite les erreurs les plus grossières en diversifiant l'alimentation, ce qui est une des bases de l'équilibre nutritionnel.



Quelques exemples simples pour s'exercer

- **Exemple de légumes cuits en entrée**

Artichaut, asperges, chou-fleur, champignons, betteraves rouges, poireaux, macédoine de légumes...

- **Exemple de farineux en entrée**

Riz en salade, pommes de terre, maïs, lentilles, pois chiches, taboulé...

- **Exemple de farineux en dessert**

Gâteau de semoule, riz au caramel, clafoutis, gâteau au yaourt...

- **Exemple de fruits cuits en dessert**

Compote de pommes, ananas au sirop, poire cuite, pruneaux au sirop...

Dans la confection d'un menu, il ne faudra pas oublier un groupe d'aliments et on évitera de retrouver plusieurs fois le même groupe comme cela arrive encore trop souvent dans certaines cantines scolaires ou restaurants d'entreprise (sans oublier pour certains : à la maison !...).

Une fois ces quatre grands types de menus connus et bien compris de tous, il est possible de sortir de ces standards : nous avons vu que l'entrée était à dominante glucidique soit à base de farineux (pommes de terre, pâtes, riz, lentilles...), de crudités (carottes râpées, chou rouge, tomates...), de légumes cuits (haricots verts, poireaux, chou-fleur...), elle peut être aussi à dominante protidique : poisson froid, poulet froid, œuf dur, pâté, quiche, etc.

LE PETIT DÉJEUNER

Il est trop souvent négligé, surtout en France où beaucoup se contentent d'un café noir avant de partir travailler. Le petit déjeuner doit être un vrai repas.

Il apporte l'énergie nécessaire au travail de la matinée et doit permettre de « tenir le coup » jusqu'au repas de midi. S'il est bâclé, le laps de temps entre le repas de la veille au soir et le déjeuner de midi est beaucoup trop long : 16 heures ! Les gens qui ne prennent pas de petit déjeuner le matin risquent ainsi de se retrouver en hypoglycémie en fin de matinée. On assiste alors à de véritables fringales : ils se jettent sur la nourriture dès que c'est possible... Les enfants à l'école lorsqu'il y a insuffisance de petit déjeuner, ressentent fatigue et baisse d'attention lors de la dernière heure de cours entre 11 heures et midi. C'est aussi le cas pour certains adultes au travail. « Sauter » le petit déjeuner du matin est aussi un bon moyen de prendre du poids...



Que l'on fasse un régime ou pas, le petit déjeuner du matin devrait apporter 20 à 25 % des calories journalières.

Idéalement, il devrait se composer pour le candidat à « la forme » de :

- **Sucres complexes à « libération prolongée »** : ce sont les amidons du pain, des biscottes, du muesli, des céréales. Il est à noter que selon la qualité des produits, les index glycémiques varient. Les pains n'ont pas tous les mêmes résultats et parmi les céréales de petit déjeuner, nombre d'entre elles sont trop riches en sucres rapides (et en graisse parfois..).
- **Protéines animales + fer** : viande, jambon ou œuf.
- **Protéines animales + calcium** : fromage, lait ou laitage.
- **Sucres « starter »** : fruits + sucre d'addition (sucre ou confiture).
- **Lipides** : beurre ou margarine.

Le fruit du matin est indispensable, il est source de vitamines C, de fibres qui permettent de réguler le transit intestinal de même que le sucre d'addition. C'est un apport de glucides rapides : il élève ainsi la glycémie et sert un peu de « starter » à l'organisme au réveil. Le potassium des fruits participe à une bonne contraction musculaire.

Le pain du matin apporte son amidon (glucides lents) et des protéines végétales. Ces glucides lents se transforment en glucose peu à peu au fil de la matinée et, s'ils n'agissent pas tout de suite, ils permettront au



sportif d'avoir une glycémie (taux de sucre sanguin) à un bon niveau jusqu'au repas suivant. L'amidon n'est digéré que peu à peu après hydrolyse. Il agira « avec retard ». Grâce à lui, la sécrétion d'insuline ne sera pas trop importante et il n'y aura pas d'hypoglycémie réactionnelle... On peut choisir de préférence du pain complet, plus riche en vitamines du groupe B et en fibres qui retardent aussi la libération du glucose.

L'apport de graisse solide : on a vu que si l'apport de lipides devait être réduit dans une ration équilibrée par rapport au dérapage actuel et n'apporter que 30 % de l'apport énergétique total, ce n'était pas les graisses d'addition (beurre, margarines, huiles) qui étaient en cause, mais bien les graisses cachées fournies par une trop grosse consommation de viandes et de fromages. La ration lipidique du matin, bien agréable sur du pain, sera constituée par du beurre, riche en vitamine A, ou mieux par une margarine à teneur en lipides réduite apportant graisses végétales non hydrogénées, acides gras essentiels, vitamine A et vitamine E.

L'apport de protéines animales : le lait fournit protéines (7 g par 200 ml), mais aussi calcium (240 mg par 200 ml), vitamine A et vitamine D. L'apport calcique est nécessaire le matin. Il peut être amené aussi par du fromage ou un yaourt...

L'apport protidique peut être amélioré par un aliment du groupe 1 : jambon ou œuf.

Le fait que le repas du matin comporte des protéines permet aussi de retarder la libération du glucose amené par le pain et le fruit.

Une boisson chaude complètera ce petit déjeuner : on peut choisir selon ses goûts du café, du thé ou de la chicorée ou même une boisson chocolatée à base de lait. Cette boisson chaude du matin aidera au réveil, et permettra de nettoyer les voies digestives supérieures. Elle aura un effet tonique et désaltérant. Le mélange café + lait n'est pas recommandé car indigeste.

Les
équivalences
du point
de vue
glucidique

- 100 g de pain = 55 g de glucides
= 7 biscottes
= 65 g de corn flakes
= 75 g de muesli

Le fruit du matin pourra être consommé cru, cuit ou en compote, ou sous forme de jus. En période d'entraînement intensif ou de compétition, il est préférable de prendre le fruit très mûr, ou sous forme cuite qui est la plus digeste, ou encore sous forme de jus. Les jus de fruits donnent naissance à des résidus alcalins qui neutralisent l'acide lactique produit par l'effort.

Chez le sportif stressé, anxieux, comme c'est souvent le cas, il faudra préférer des aliments qui « passent » facilement, car souvent il n'a pas faim, il a « mal au cœur » et présente une hyperacidité gastrique ou des brûlures d'estomac. Dans ce cas il vaudra mieux éviter les jus de fruits acides et les remplacer par des jus de fruits doux (pomme, poire, abricot, raisin) qui sont plus sucrés.



Le pain du matin est indispensable. Il est préférable d'utiliser du pain constitué d'une bonne farine (semi-complet, complet ou aux céréales) et de passer celui-ci au grille-pain : grillé, il sera plus digeste. En effet, plus un aliment est sec, plus on le mastique, et plus la sécrétion salivaire est importante. La salive contient des enzymes qui commencent la digestion de l'amidon. Le pain complet fournit en plus de la vitamine B1 nécessaire à la bonne utilisation des glucides.

Le pain peut toutefois être remplacé par des biscottes, des cracottes ou bien une ration de céréales type corn-flakes ou muesli.

Quelques conseils généraux pour éviter une surconsommation de lipides (et par conséquent de calories...)

Attention au poids de la viande et du fromage. 100 grammes à 140 grammes de viande (poids cru) par personne suffisent (et oui !) ; 40 grammes de fromage par personne suffisent.

Pour préparer la viande, il faut savoir que rosbeef, poulet, rôti de veau... peuvent être cuits au four sans ajout de matière grasse. Toutes les viandes de ce menu peuvent être cuisinées pratiquement sans adjonction de graisses. On peut utiliser des récipients antiadhésifs ou même passer un papier essuie-tout à peine huilé (une à deux gouttes d'huile suffisent) au fond de la cocotte avant d'y mettre les morceaux de viande ; pour les légumes, il vaut mieux remplacer le beurre par une matière grasse à teneur en lipides réduite quand cela est possible (les produits très allégés ne sont pas forcément les meilleurs car c'est ce qui reste dans le pro-

duit qui fait sa qualité : acides gras essentiels et vitamines) ; la crème fraîche allégée existe aussi et peut être d'une utilisation pratique.

Pour les crudités, préférer un mélange : huile d'olive, huile de colza, plus moutarde, plus vinaigre ou jus de citron. Il est bon de rappeler qu'une cuillère à soupe d'huile apporte entre 100 à 135 calories... alors attention à ne pas avoir la main lourde !

Ainsi, en se servant de ces quelques règles pour équilibrer ses menus, il est facile de varier son alimentation en évitant la monotonie du steack/purée et en se préparant sans risque digestif à des expériences de cuisine sympathiques et facilement réalisables.

Je vous propose ci-après quelques exemples simples de menus, soit d'été, soit d'hiver:

MENUS D'ÉTÉ

LUNDI

Déjeuner

Concombre au fromage blanc
Veau marengo
Spaghetti au jus
Tomme de Savoie
Pêche

Dîner

Maquereaux grillés
Ratatouille niçoise
Salade
Semoule aux raisins

MARDI

Déjeuner

Radis
Foie meunière/citron
Chou-fleur braisé
Petits-suisse
Tarte aux abricots

Dîner

Soupe au pistou
Quenelles de brochet
Haricots verts Bercy
Mimolette
Melon

MERCREDI

Déjeuner

Riz au citron
Bifteck grillé aux échalotes
Petits pois
Camenbert
Laitue
Prunes

Dîner

Pizza 4 saisons
Salade niçoise
Yaourt nature
Banane

J E U D I

Déjeuner

Pois chiches en salade
Rôti de porc au lait
Tomates à la provençale
Roquefort
Pêche

Dîner

Melon
Côte de veau
Purée d'aubergines
Batavia
Compote de pommes

V E N D R E D I

Déjeuner

Artichaut vinaigrette
Daurade au four
Pommes à l'anglaise
Salade variée
Fraises au citron

Dîner

Gaspacho
Omelette à la ciboulette
Champignons persillés
Gruyère
Gâteau roulé à la confiture

S A M E D I

Déjeuner

Carottes râpées aux raisins
Poulet rôti
Courgettes au gratin
Salade
Pruneaux au fromage blanc

Dîner

Jambon de Bayonne
Spaghetti au basilic
Laitue
Crème au chocolat

D I M A N C H E

Déjeuner

Melon
Gigot d'agneau
Haricots verts/flageolets
Fromage de chèvre
Salade de fruits

Dîner

Salade de tomates
Thon en papillote
Riz pilaf
Salade mêlée
Raisin

MENUS D'HIVER

LUNDI

Déjeuner

Salade d'endives
Rosbeef
Purée Saint-Germain
Yaourt
Compote de poires

Dîner

Potage parisien
Œufs brouillés aux poivrons
Épinards au jus
Camembert
Orange

MARDI

Déjeuner

Salade de maïs au thon
Poulet rôti
Carottes Lucullus
Mimolette
Mirabelles au sirop

Dîner

Potage cultivateur
Foie grillé/citron
Coquillettes au parmesan
Salade
Clémentines

MERCREDI

Déjeuner

Betteraves mimosa
Truite de mer en papillote
Riz pilaf
Salade mêlée
Fromage blanc aux pruneaux

Dîner

Potage au cresson
Tarte aux poireaux
Laitue
Pomme bonne-femme

J E U D I

Déjeuner

Lentilles vinaigrette
Rôti de veau
Chou-fleur braisé
Hollande
Poire

Dîner

Potage julienne
Spaghettis à la bolognaise
Batavia
Crème au praliné

V E N D R E D I

Déjeuner

Carottes râpées/citron
Roussette aux câpres
Pommes de terre vapeur
Laitue
Ananas frais

Dîner

Potage andalou
Jambon de Paris/cornichons
Cœurs de céleri persillés
Vache-qui-rit
Clafoutis aux cerises

S A M E D I

Déjeuner

Salade de pamplemousse au crabe et crevettes
Sauté de dinde au curry
Chou-fleur braisé
Petits-suisses
Banane

Dîner

Soupe à l'oignon
Steack hâché
Gratin dauphinois
Laitue
Salade d'oranges à la menthe fraîche

D I M A N C H E

Déjeuner

Salade de chou rouge
Endives et pomme
Lapin chasseur
Haricots verts Bercy
Cantal
Gâteau au fromage blanc/coulis de framboises

Dîner

Potage de légumes
Filet de colin à l'estragon
Salade variée
Poire cuite au thé

LE PROGRAMME NATIONAL NUTRITION SANTÉ (PNNS)

Il est bon de rappeler dans cet ouvrage le travail de synthèse élaboré par les scientifiques pour sensibiliser nos compatriotes à l'intérêt de combattre les erreurs alimentaires les plus fréquentes, erreurs dont on connaît l'implication directe dans certaines maladies.

Suite aux états généraux de l'alimentation (fin 2000), il a été parfaitement établi que l'alimentation et l'état nutritionnel participent de façon essentielle au développement et l'expression clinique des maladies qui sont aujourd'hui les plus répandues en France et dans les grands pays industrialisés. Il est grand temps de faire quelque chose et de raisonner en terme de prévention. « Bien manger pour bien se porter », tel est l'objectif du plan national nutrition – santé qui s'étale sur quelques années avec un budget conséquent de près de 40 millions d'euros. Avec ce plan, les pouvoirs publics veulent d'abord sensibiliser les Français avec la nécessité d'adopter des comportements alimentaires plus équilibrés.

Le programme, démarré en 2001, comprend neuf objectifs nutritionnels considérés comme prioritaires en matière de santé publique :

1/ Augmenter la consommation de fruits et de légumes

L'objectif est de réduire de 25% le nombre des petits consommateurs. Les végétaux sont notre capital santé, il n'y a pas de saison pour mettre fruits et légumes au menu. Ils sont la condition d'une bonne forme. Fruits et légumes ont une faible valeur énergétique, apportent des fibres, des vitamines et des sels minéraux.

2/ Augmenter la consommation de calcium

L'objectif est de réduire de 25% le nombre d'individus ayant des apports calciques inférieurs aux apports recommandés.

3/ Réduire les apports lipidiques à moins de 35% des apports énergétiques quotidiens.

4/ Augmenter l'apport de glucides à plus de 50% de l'apport énergétique journalier. L'objectif est d'augmenter l'apport en fibres, l'apport en glucides complexes et diminuer l'apport en glucides simples.

5/ Réduire la consommation d'alcool à moins de 20 grammes par jour dans la population générale afin de diminuer la contribution des calories « alcool » à l'apport énergétique. Cela ne concerne pas, bien sûr, les patients alcooliques.

6/ Réduire de 5% le taux de cholestérol moyen des adultes.

7/ Réduire les chiffres de la tension artérielle.

8/ Réduire de 20% la prévalence de surpoids et d'obésité chez les adultes (BMI → 25 kg/M²).

9/ Augmenter l'activité physique.

D'autres objectifs nutritionnels qualifiés de spécifiques ont également été ciblés :

- Lutter contre les carences en fer pendant la grossesse.
- Améliorer le statut en acide folique (vitamine B9) des femmes en âge de procréer.

- Promouvoir l'allaitement maternel.
- Améliorer le statut en fer, calcium et vitamine D des enfants et des adolescents.
- Améliorer le statut en calcium des personnes âgées.
- Prévenir la dénutrition des personnes âgées.
- Lutter contre les déficiences en vitamines et en minéraux des personnes en situation de précarité.
- Lutter contre les déficiences vitaminiques et minérales chez les personnes suivant des régimes restrictifs.
- Prendre en compte les problèmes d'allergie alimentaire.

Pour tout cela, des axes stratégiques ont été choisis par le gouvernement et les experts consultés.

CONCLUSION

Même si l'on peut manger ce que l'on veut, de nos jours, l'alimentation doit être **équilibrée** et **diversifiée**, à partir d'**aliments courants**.

Un bilan alimentaire complet, effectué par un professionnel, peut évaluer la situation nutritionnelle de tout un chacun et notamment pour certains sportifs soumis à des conditions particulières (horaires de repas, conditions de l'effort, déficit d'apport énergétique...) et donc plus exposés que d'autres à une déficience d'apport en micronutriments. Dans ce cas, il peut être proposé des compléments alimentaires particuliers dans le but de compenser des déficits soupçonnés.

En lisant cet ouvrage, qui vous rappelle quelques principes d'équilibre alimentaire, vous aurez envie de réformer votre façon de manger et de faire du sport.

L'augmentation de la dépense physique, la réduction pour certains des rations protidiques et lipidiques, ainsi que la diminution de la consommation de boissons sucrées ou alcoolisées, sont des objectifs raisonnables.

Que manger pour être performant ?

La forme est une impression agréable : votre corps fonctionne bien, vos muscles ont de la force, votre tête est claire, vous vous sentez léger, vous avez « la pêche » en somme ! Grâce à la diététique, on connaît les exigences de l'organisme et l'importance d'un équilibre entre les divers nutriments dont votre corps a besoin.

Alimentation, sport, santé sont étroitement liés et l'information nutritionnelle qui permet de faire évoluer le

comportement alimentaire est une des meilleures préventions. Un organisme en forme n'est pas l'œuvre des derniers instants, mais d'une hygiène de vie. Cela permettra la pratique du sport avec un maximum d'efficacité et un minimum de fatigue.

Une diététique bien comprise permettra de garder la forme et de préserver cet état si précieux mais parfois si fragile : **la santé**.

Informé et orienté les consommateurs vers des choix alimentaires et un état nutritionnel satisfaisant. Il faut éduquer les jeunes et permettre une meilleure intégration des problèmes nutritionnels dans les programmes des écoles. Pour cela, comme l'éducation physique, ou l'éducation civique, l'éducation nutritionnelle devra être développée.



Bibliographie

- APFELBAUM (M.), PERLEMUTER (L.), NILLUS (P.), FORRAT (C.), BEGON (M.), Dictionnaire pratique de Diététique et de Nutrition, Ed. Masson, 1981.
- ASTRAND (P.O.), RODAHL (K.) Manuel de physiologie de l'exercice musculaire, traduit en français par J.-R. Lacour, Ed. Masson, 2e édition, 1978.
- CREFF (A.F.), BÉRARD (L.), Guide alimentaire du sportif, Éd. Stock,

2^e édition

- CE.RE.AL., Centre de rééducation alimentaire, Service hygiène-santé, Ville de Besançon, La fourchette du sportif, 1985.
- « Place de l'alimentation dans la préparation biologique à la compétition », Comptes rendus du colloque de Saint-Etienne, 1979, édité et traduit par J.-R. LACOUR, 1980.
- HAAs (R.), Manger pour gagner, Éd. Robert Lafont, traduction de L. BÉRARD, 1985.
- CRAPLET (C.), CRAPLET (P.), CRAPLET (J.), Nutrition, alimentation et sport, Éd. Vigot, 1985.
- DuPIN (H.) et coll., Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Éd. Lavoisier, 1982.
- CREFF (A.F.), BÉRARD (L.), Manuel pratique de l'alimentation du sportif, Éd. Masson, Paris, 1980.
- [5] Costill et Saltin, J. App. Physiol. Factors limiting gastric Emptying during rest and exercise, 1974, 37, pp. 679-683.
- LABADIE (J.) et CREFF (A.F.), « L'alimentation du sportif », Diététique et médecine, n° 2, 1985.
- ROLLIN (D.), DUVALLET (A.), TEKAIA (F.), « Diététique sportive. Sa place et son rôle dans le suivi biologique et médical du sportif », Diététique et médecine, n° 2, 1985.
- DE LA TULLAYE (J.) et PACCALIN (J.), « L'alimentation du sportif peut elle être un substitut de dopage ? », Diététique et médecine, n° 2, 1985.

- CHAKROUN (R.), NIETHALS (E.), POTTIER-ARNOULD (A.-M.) et LEDERER (J.), « Exercice physique et métabolisme glucidique et lipidique », Cahier de nutrition et de diététique, 1980, XV, fascicule n° 4.
- DUPIN (H.), « L'impact "santé" des recherches sur la nutrition », Recher_che et Santé, n° 25, janvier-février-mars 1986, vol. 1.
- « Les acides gras essentiels », Bulletin d'information du laboratoire coopératif, n° 164, p. 36, septembre-octobre 1985.
- « Corps gras, acides gras », Information diététique, n° 1, janvier-février-mars 1986, p. 13.
- DUPIN (H.), « Habitudes alimentaires et santé publique », Nutrition et dié_tétique, Revue du Praticien, 1985, XXXV, 3 janvier 1985.
- DELIAC (P.), DURIS (P.), BENSCH (C.), « Le sportif et l'eau », Diététique et médecine, n° 2, 1985.
- VACHERON (A.), « Consommation de poisson et maladie coronarienne », Le Concours médical, 4/10/1986, 108-134.
- BLEYER (R.), « Réflexions sur la réalisation pratique des apports nutritionnels recommandés ». Journées d'étude de l'Association des diététiciens de langue française, Tours, 27-29/9/1984, Information diététique, n° 2, 1985.
- DUPIN H., ABRAHAM J. & GIACHETTI I. (1992). Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Technique et documentation, Paris.
- HUET F., KLEPPING J., MARAJO J., GIAOUI M., LEGRAND H. & GUEZENNEC J. (1988). Comportement nutritionnel du coureur de demi-fond. Aspects qualitatifs et quantitatifs. Rapports avec la dépense énergétique de l'entraînement.
- KLEPPING J., BOGGIO V. & MARCER I. (1984). Résultats d'enquêtes alimentaires réalisées chez des sportifs français. Schweiz. Z. SportMed. 31:15-19.
- TANSER T (1997) Train hard, win easy: the kenian way. Ed. Taftzews press.

- TREMBLAY A., DESPRES J.P. & BOUCHARD C. (1984). Adipose tissue characteristics of ex-obese long distance runners. *Jnt.J.Obes.* 8 : 641-648.
- PÉRÈS G. - L'alimentation du sportif. In « La nutrition humaine. La recherche au service de la santé », DESJEUX JF et HERCBERG S. Dossiers documentaires INSERM Nathan Ed paris, 1996
- CREF A.F., BERNARD L. - Diététique sportive. Masson Ed, Paris 1991.
- MONOD H. - Nutrition du sportif, Coordination H. MONOD, Masson Ed, paris 1990.

Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3^e édition

- CNERNA-CNRS Sous la direction du Pr Ambroise Martin Editions Tec & Doc - www.tec-et-doc.com
- Publications du réseau NACRe [www.inra.fr /reseau-nacre](http://www.inra.fr/reseau-nacre) ; nacre@jouy.inra.fr

Alimentation et cancer – Evaluation des données scientifiques

- Riboli E., Decloître F., Collet-Ribbing C. et coll. Cnerna - CNRS. 534 p. 1996
- Ed Tech et Doc Lavoisier 1996

Alimentation et prévention du cancer

- Pr Lederer J. Editions Maloine. 108 p. 2001
- Le Monde du 22/12/98
- Newsweek du 30/11/98 « Cancer&Diet »
- Impact Médecin hebdo du 4/12/98
- 4^e journée Diététique et Cancer dans le cadre du 9^e Congrès International sur les traitements anticancéreux (Paris Février 1999)
- Nutrition et Cancer symposium du CERIN 1995

- Euro Cancer 95, 96, 97(John Libbey Eurotext éditions)
- Revue « Information Diététique » 1998 n° 3 p.30
- Le Nouvel Observateur n° 1761 du 6/08/98 « Mieux Manger pour mieux Vivre : les découvertes qui bousculent la diététique »
- Impact Médecin hebdo du 29/01/99 N°437 p.76
- « Médecine et Nutrition » Tome 34 N°6 1998 p.230-235
- « American Journal of Epidemiology » Prospects for primary prevention of breast cancer. Berstein L .135, n°2 (1992).
- « International Journal of Epidemiology » Antioxidant status and cancer mortality in China. Chen J (1992).
- Journal of the American Medical Association « evidence-based disease management. » Ellrod, Gray et al. 278, n°20 (1997) : 1687-1692.
- American Journal of Epidemiology « a comparaison of prospective and retrospective assessments of diet in the study of breast cancer. » Giovannucci, Ed. 137, n°5 (1993).
- Lancet « dietary effects on breast cancer risk in Singapore ». Lee, HP et al. 337, n°8751 (1991) : 1197-1200.
- Preventive Medicine « the mechanistic rationale in support of dietary cancer prevention. » Rose, David P. 25 (1996) : 34-37.
- Lancet « Breast cancer: cause and prevention. » Hulka, Barbara S, Azadeh T. Stark 346, n°8979 (1995) : 883.
- Annual Review of Public Health « Diet, hormones and cancer. » Rose, David P 14 (1993) : 1-18.
- British Journal of Cancer « special medical conditions and risk of breast cancer. » Talamini R. 75, n°11 (1997) : 1699-1703.
- Biochemical and Biophysical Communications « curcumin and genistein, plant natural products show synergistic inhibitory effects on the growth of human breast cancer » Verma, SP. 233 (1997) : 692-696.

- Lancet « Intake of micronutrients and risk of breast cancer. » Francheschi, Silvia et al. 347, n°9012 (1996) 1351-1356.
- Journal of the American College of Nutrition « the potentiel role of lycopene for human health. » Gerster, H. 16, n°2 (1997) : 109-126.
- Nutrition and Cancer « Feasibility of a randomized trial of high vegetable diet to prevent breast cancer recurrence. » Pierce JP. 28, n°3 (1997) : 282-288.
- Cancer Epidemiology, Bionworkers and Prevention « responsiveness of carotenoids to a high vegetable diet intervention designed to prevent breast cancer recurrence. » Rock C.L. 6. Août 1997 : 617-623.
- Annual Review of Phamacology and Toxicology « breast cancer and environmental risk factors. » 36 (1996) : 573-596.
- American Journal of Clinical Nutrition « future of dietary exposure assessment. » Kohlmeier L. 61 (1995) : 702S-709S.
- « The Breast Cancer Prevention Program. » Epstein S., Steininan D., Le Vert S. Macmillan, 1997.
- « Food, Nutrition and the Prevention of Cancer. » World Cancer Research Fund and the American Institute for Cancer Research, 1997.
- « How to Reduce Your Risk of Breast Cancer. » Michnovicz J., Klein D.S Warner Books, 1996.
- « The Breast cancer prevention diet » Dr Bob Arnot. Little, Brown & company 1998
- Recommandations Aprifel – Ligue contre le cancer .Pr Henri Pujol
- Influence de l'entraînement sur le choix nutritionnel chez les coureurs de fond de 35 à 60 ans -8ème Congrès de L'ACAPS 1999) Rieth N., Koralstein J.P, Billat V.L
- Centre de Médecine du Sport, CCAS, Paris et laboratoire d'Etudes de la Motricité Humaine, Faculté des Sciences du Sport et de l'éducation Physique, Université Lille 2

- DUPIN H., ABRAHAM J. & GIACHETTI I. (1992). Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Technique et documentation, Paris.
- HUET F., KLEPPING J., MARAJO J., GIAOUI M., LEGRAND H. & GUEZENNEC J. (1988). Comportement nutritionnel du coureur de demi-fond. Aspects qualitatifs et quantitatifs. Rapports avec la dépense énergétique de l'entraînement.
- KLEPPING J., BOGGIO V. & MARCER I. (1984). Résultats d'enquêtes alimentaires réalisées chez des sportifs français. *Schweiz. Z. SportMed.* 31:15-19.
- TANSER T (1997) *Train hard, win easy: the kenian way*. Ed. Taftzews press.
- TREMBLAY A., DESPRES J.P. & BOUCHARD C. (1984). Adipose tissue characteristics of ex-obese long distance runners. *Int.J.Obes.* 8 : 641-648.
- Convertino V. Blood volume : its adaptation to endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23(12) : 1338-1348, 1991
- Fellmann N., Bedu M., Giry J., Pharmakis-Amadiou M., Bezou M.J., Barlet J.P. and Coudert J. Hormonal fluid, and electrolyte changes during a 72-h recovery from a 24-h endurance run. *Int. J. Sports Med.* 10(6) : 406-412, 1989
- Fellmann N. Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise : a brief review. *Sports Med.* 13 : 37-49, 1992
- Fellmann N., Ritz P., Ribeyre J., Beaufrère B., Delaître M., Coudert J. Intracellular hyperhydration induced by a seven consecutive days endurance race. *Eur. J. Appl. Physiol.* 80(4) : 353-359, 1999
- Freund B., Claybaugh J., Dice M., Hashiro G. Hormonal and vascular fluid responses to maximal exercise in trained and untrained males. *J. Appl. Physiol.* 63(2) : 669-675, 1987
- Häussinger D., Lang F., Gerok W. Regulation of cell function by the cellular hydration state. *Am. J. Physiol.* 267 (Endocrinol. Metab. 30) : E343-E355, 1994

- Low S., Rennie M., Taylor P. Modulation of glycogen synthesis in rat skeletal muscle by changes in cell volume. *J. Physiol.* 495 : 299-303, 1996
- Maw G., Mackenzie I., Comer D., Taylor N. Whole-body hyperhydration in endurance-trained males determined using radio-nuclide dilution. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28(8) : 1038-1044, 1996
- Parry-Billing M., Bevan S., Opara E., Newsholme E. Effects of changes in cell volume on the rates of glutamine and alanine release from rat skeletal muscle in vitro. *Bioch. J.* 276
- Pickering G., Fellmann N., Morio B., Ritz P., Amonchot A., Coudert J. Effects of endurance training on the cardiovascular system and water compartments in elderly subjects. *J. Appl. Physiol.* 83(4) : 1300-1306, 1997
- Robergs R., Griffin S. Glycerol : Biochemistry, Pharmacokinetics and Clinical and Practical Applications. *Sports Med.* 26(3) : 145-167, 1998
- Stevenson E., Davy K. and Seals D. Maximal aerobic capacity and total blood volume in highly trained middle-aged and older female endurance athletes. *J. Appl. Physiol.* 77(4) : 1691-1696, 1994
- Stuart P., Green H., Grant S., Macdonald M., Sutton J., Hill R., Tarnopolsky M. Effect of acute plasma volume expansion on substrate turnover during prolonged low-intensity exercise. *Am. J. Physiol.* 273 [Endocrinol. Metab. 36] : E297-E304, 1997
- Warburton D., Gledhill N., Jamnik V., Krip B., Card N. Induced hypervolemia, cardiac function, O₂max and performance of elite cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31(6) : 800-808, 1999
- Williams E., Ward M., Milledge J., Withey W., Older M. and Forsling M. Effect of the exercise of seven consecutive days hill-walking on fluid homeostasis. *Clin. Sci.* 56 : 305-316, 1979
- Guillard JC, Margaritis I, Melin B, Pérès G, Richalet JP, Sabatier PP. Sportifs et sujets à activité physique intense. In: Martin A, coordonnateur. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^e édition.. Paris: Editions Tec et Doc; 2001. p. 337-94.

- Guezennec CY. Le statut nutritionnel du sportif. Cahiers de Nutrition et Diététique (ref)
- Monod H, Flandrois R. Physiologie du sport. Bases physiologiques des activités physiques et sportives. 4ème édition. Paris: Masson; 1997.
- Pérès G. Nutrition du sportif. In: Brunet-Guedj E, Genety J, éditeurs. Abrégé de médecine du sport. 8ème édition. Paris: Masson; 2000. p. 274-94.
- Enquête CCAF 2003, réalisée par le CREDOC.
- Publication du CIV Medec 2005, Palais des Congrès, Porte Maillot.
- Melin B. : "Apports nutritionnels conseillés en eau pour les sportifs" in "Apports nutritionnels conseillés pour la population française" (dir. Pr A.Martin), coll. "Tec et Doc", Lavoisier Ed. 2001.