

THÈSE
pour le
DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

par

Audrey MAO

Née le 7 juin 1983

.....
Présentée et soutenue publiquement le 20 octobre 2008

**DIETETIQUE DU SPORTIF : DE LA PRATIQUE
INTENSIVE A LA PRATIQUE LOISIR ;
PLACE DES COMPLEMENTS ALIMENTAIRES ET
PRODUITS DIETETIQUES DE L'EFFORT DANS LA
STRATEGIE DU SPORTIF**

Président :

M. El-Hassane NAZIH, Maître de Conférences de biochimie

Membres du jury:

M. Christophe OLIVIER, Maître de Conférences en toxicologie

Mme Florence ANGIBAUD, Docteur en Pharmacie

M. Florent POHU, Ostéopathe

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
LISTE DES ABREVIATIONS	4
Introduction	5
Chapitre I. Diététique du sportif: des besoins spécifiques	7
1 Le travail musculaire	8
2 Les besoins en phase d'entraînement (cf. annexes 1,2)	17
3 Les besoins en phase de compétition	3
4 Plan de prise alimentaire en préparation d'une compétition	9
Chapitre II. Les compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort dans la stratégie du sportif	18
1 Définitions et lois	19
2 Produits diététiques ergogènes : entre fiction et réalité.....	24
3 Exemples de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort disponibles à l'officine et magasins spécialisés.	41
4 Substances interdites	52
5 Aspect psychologique dans la prise de compléments et produits diététiques de l'effort	57
Chapitre III. Conseils officinaux associés à la vente de produits diététiques ou de compléments alimentaires pour la pratique sportive.....	60
1 Conseils aux sportifs et mesures diététiques adaptées	62
2 Conseils associés à la prise de compléments alimentaires et produits diététique de l'effort.....	74
3 Sources d'informations destinées aux professionnels de santé et au grand public	76
Conclusion.....	86
Annexes	88

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	Acyl carrier protein
ACTH	Adrénocorticotrophine hormone
ADN	Acide déribo-nucléosique
ADP	Acide diphosphate
AET	Apport énergétique total
AGE	Acide gras essentiel
AGMI	Acide gras mono-insaturé
AGPI	Acide gras poly-insaturé
AGS	Acide gras saturé
ANC	Apport nutritionnel conseillé
ARN	Acide ribo-nucléosique
ATP	Acide triphosphate
AVC	Accident vasculaire cérébral
BCAA	Branched-chain amino-acid
CIO	Comité international olympique
CP	Créatine phosphate
DGCCRF	Direction générale du commerce, de la concurrence et de la répression des fraudes
DHEA	Dehydroépiandrosterone
ER	Equivalent rétinol
GH	Growth hormone, hormone de croissance
HCG	Hormone chorionique gonadotrope
HMB	Bêta hydroxy bêta méthyl butyrate
IMC	Indice de masse corporelle
PI	Phosphate
TCM	Triglycérides à chaînes moyennes
UCI	Union cycliste internationale

INTRODUCTION

Le marché des compléments alimentaires s'est largement développé ces dernières années laissant le sportif devant une multitude de produits plus ou moins adaptés à son activité sportive. Que cette pratique soit de haut niveau, en situation extrême ou simple activité de remise en forme, la prise en charge nutritionnelle sera différente et adaptée aux dépenses énergétiques de l'athlète.

Les grandes industries alimentaires poussent à la consommation de ces produits diététiques et compléments s'appuyant sur des slogans promettant une augmentation des performances. Le sportif naïf, qu'il soit de loisir ou de haut niveau, est tenté de recourir à ce genre de produits. Leur consommation est presque devenu systématique dans certains sports. Pourtant, aucune étude valable n'a montré leur réelle efficacité.

Le pharmacien d'officine aura un rôle à jouer dans cette prise en charge en apportant ses connaissances sur la physiologie du sportif, sur ses besoins nutritionnels ainsi que sur les différents produits disponibles sur le marché qu'ils soient compléments alimentaires ou produits diététique de l'effort. Un conseil clair et avisé permettra au sportif de faire le bon choix parmi la multitude de produits proposés qui sont aujourd'hui sur le marché.

Pour permettre aux pharmaciens d'optimiser leurs conseils, il semble judicieux de rappeler dans un premier temps la physiologie du sportif en soulignant les besoins spécifiques nutritionnels lors de différentes phases de son activité comme l'entraînement, la compétition et la récupération.

Nous évoquerons ensuite la réglementation des compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort. Nous détaillerons alors les principales molécules ergogènes retrouvées dans ce type de produit, et illustrerons nos propos par des exemples de compléments disponibles à l'officine et magasins spécialisés pour permettre aux sportifs d'effectuer le bon choix lors de l'achat de ce type de produit. Puis, en s'appuyant sur la liste des substances interdites, une mise en garde sur les conséquences de leur consommation sur l'organisme et le positionnement de ses produits dans la lutte contre le dopage permettra de mettre en garde les utilisateurs sur le choix des produits qu'ils consomment.

Enfin, la dernière partie concernera les conseils officinaux destinés aux différents sportifs, « sportif du dimanche » ou de haut niveau, sportif ayant une pathologie particulière, sportif vétérinaire ou jeune espoir. Le pharmacien pourra alors s'aider des différents documents et sites mis en avant dans cette thèse pour optimiser leurs conseils et appuyer leur vente.

CHAPITRE I. DIETETIQUE DU SPORTIF: DES BESOINS SPECIFIQUES

1 Le travail musculaire

L'organisme est une machine complexe dont il faut comprendre les « rouages » afin de pouvoir lui apporter ce dont il a besoin. La connaissance de la mécanique mise en jeu lors d'un effort physique est donc indispensable pour un conseil optimal en officine face à la diversité des gammes disponibles.

1.1 La contraction musculaire

Point de départ de tout effort physique, le muscle est capable de transformer de l'énergie chimique en énergie mécanique, permettant la production de mouvement, le maintien de la posture, la stabilisation des articulations et le dégagement de chaleur.

Il existe trois types de muscles qui se différencient par la structure de leurs cellules, leur position dans le corps, leur fonction et leur mode de fonctionnement (2).

On distingue :

- Le tissu musculaire squelettique, sous le contrôle du système nerveux périphérique qui possède les fibres les plus longues. Ce muscle se contracte rapidement et s'épuise vite.
- Le tissu musculaire cardiaque, se contractant de façon constante et involontaire.
- Le tissu musculaire lisse, sous le contrôle du système nerveux autonome, se trouve au niveau des organes creux. Sa contraction est lente et dure dans le temps (34).

Le muscle est constitué d'unités élémentaires : les fibres musculaires striées qui se différencient :

- par leur capacité à régénérer l'ATP (Adénosine Tri Phosphate), substrat énergétique principal pour les cellules.
- par leur vitesse de contraction
- par leur résistance à la fatigue.

On distingue ainsi trois types de fibres (tableau I) :

Type I : fibres rouges qui fonctionnent préférentiellement en présence d'oxygène, c'est le métabolisme oxydatif. Fibres à contraction lente spécialisées dans le travail d'endurance.

Type II : fibres blanches, riches en glycogène pour un métabolisme glycolytique anaérobie. Spécialisées dans le travail de résistance : rapide et de forte intensité.

Type IIA : fibres intermédiaires

PROPRIETES	TYPE I	TYPE II A	TYPE II
DEFINITION	Fibres à contraction lente oxydative	Fibres à contraction rapide oxydative	Fibres à contraction rapide glycolytique
COULEUR	Rouge	Rouge	Blanche
VITESSE DE CONTRACTION	Lente	Rapide	Rapide
ACTION DE LA MYOSINE ATPase	Faible	Elevée	Elevée

Tableau I : Propriétés et types de fibres musculaires

(<http://membres.lycos.fr/renejacquemet/sport/atp/atp.html>)

Certaines personnes possèdent des muscles ayant une plus forte proportion pour un type de fibres, selon des variations génétiques, déterminant leurs capacités athlétiques et donc de ce fait des besoins énergétiques différents.

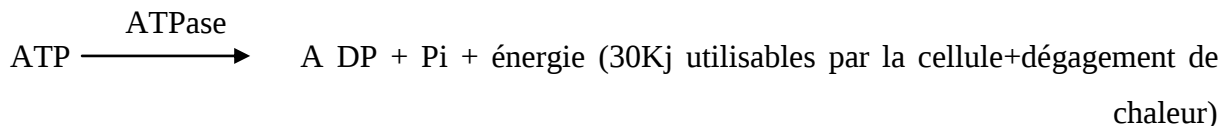
Le muscle a besoin d'ATP pour fonctionner. Cet ATP, stocké dans les cellules, provient de la dégradation de substrats alimentaires. Au repos, les besoins en énergie sont comblés par la dégradation des glucides et des lipides (réserves graisseuses). En période d'effort, les substrats glucidiques deviennent la principale source (71).

1.2 Les différentes voies du métabolisme énergétique

Les aliments consommés ne sont pas directement stockés dans nos cellules car les liaisons moléculaires sont relativement faibles et ne libèrent que très peu d'énergie. Les éléments fondamentaux constituant notre alimentation sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et dans le cas des protéines, l'azote. C'est à partir de ces éléments que l'énergie en provenance de nos aliments va être stockée dans les cellules. L'énergie est alors disponible sous forme chimique, sous la forme d'un composé hautement énergétique, l'ATP (71).

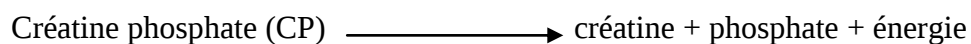
L'ATP est constitué d'adénosine (adénine + ribose) combiné à trois phosphates inorganiques. La rupture des liaisons des deux derniers phosphates par l'ATPase libère l'énergie ainsi que de l'ADP (Adénosine Di Phosphate) et une molécule de Phosphate (Pi) (2).

Seulement 25% de l'énergie chimique est transformée en énergie mécanique, cette énergie provient de la rupture enzymatique des molécules d'ATP selon la réaction suivante :



L'ATP correspond à un moyen de transport et non de stockage de l'énergie. Si un besoin intense d'énergie se manifeste subitement, le stock disponible en ATP devient insuffisant et sa régénération est trop longue pour subvenir aux besoins du muscle pendant l'effort.

Il existe donc un deuxième moyen pour les cellules de produire de l'énergie : la créatine phosphate, qui peut comme l'ATP, libérer immédiatement de l'énergie (57).



Le phosphate et l'énergie ainsi libérés dans ces réactions servent à régénérer l'ATP. On a donc une réaction couplée :



La créatine phosphate permet de faire face aux besoins de la cellule avant épuisement du stock d'ATP. Cette réserve devra donc être reconstituée après l'effort afin de préparer l'organisme à de nouvelles sollicitations musculaires (2).

Il existe 3 voies de restauration de l'ATP :

- la filière anaérobie alactique (cf. figure 1) qui permet une régénération immédiate de l'ATP, n'a pas besoin d'une forte oxygénation des cellules pour fonctionner (2).

La phosphocréatine, présente dans le hyaloplasme de la cellule (phase plus ou moins visqueuse dans laquelle baigne les organites) possède un groupement phosphate qu'elle cède à l'ADP afin d'obtenir de la créatine et de l'ATP dans le but de créer de nouvelles sources d'énergie (57).

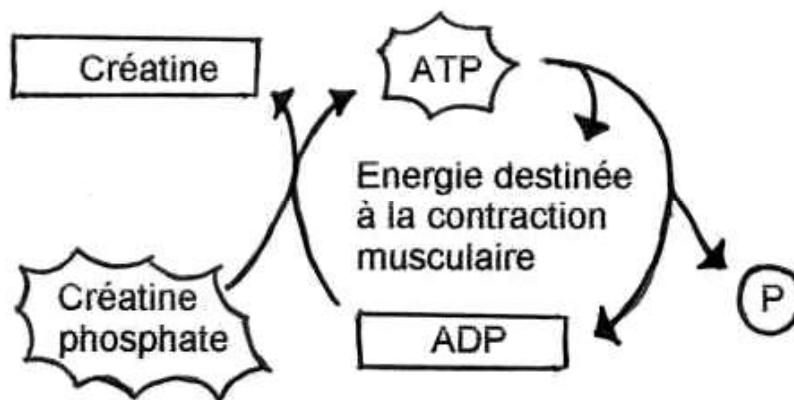


Figure 1 : Régénération de l'ATP par la filière anaérobie alactique

(<http://membres.lycos.fr/renejacquemet/sport/atp/atp.html>)

La phosphocréatine est présente en grande quantité dans le hyaloplasme, cinq à six fois plus que l'ATP.

Ce système est mis à contribution dès les premières secondes de l'exercice et fournit l'énergie pour une contraction musculaire de 15 à 30 secondes. La capacité est faible et rapidement épuisée d'autant plus que l'exercice est intense (70).

- la filière anaérobie lactique (cf. figure 2) a une capacité supérieure à fournir l'énergie que la filière aérobie. Néanmoins, la production d'acide lactique va être un facteur limitant à l'utilisation de cette filière. Le système anaérobie lactique s'effectue sans présence d'oxygène et fait appel aux réserves de glycogène en dégradant incomplètement le glucose. Une série de dix réactions est nécessaire afin de transformer rapidement une molécule de glucose en 2 molécules d'acide pyruvique et 2 molécules d'ATP. L'acide pyruvique est alors, à son tour, dégradé en acide lactique qui va s'accumuler en petite quantité dans les muscles, entraînant le phénomène de crampes et de courbatures (57).

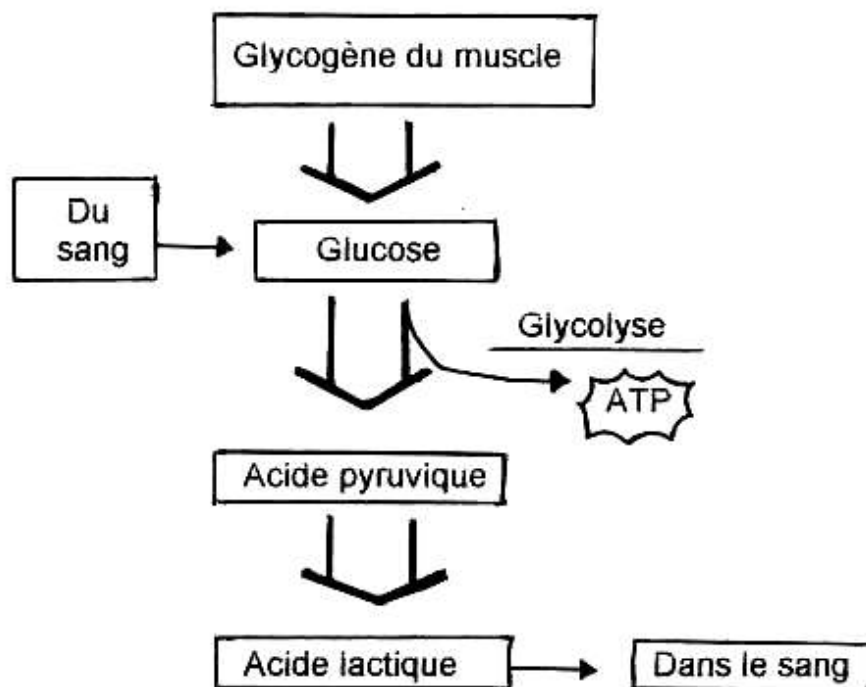


Figure 2 : Régénération de l'ATP par la filière anaérobie lactique

(<http://membres.lycos.fr/renejacquemet/sport/atp/atp.html>)

La plus grande partie de l'acide pyruvique se retrouve dans le sang où il peut être capté par différentes cellules de l'organisme : les cellules hépatiques, rénales et les fibres musculaires cardiaques. Ces dernières peuvent alors se servir de cet acide pour produire de l'ATP (57). Les cellules hépatiques peuvent en plus régénérer du glucose à partir de cet acide lactique ce qui permet de faire baisser le niveau d'acidité de l'organisme tout en produisant des nouvelles molécules de glucose (2).

Ce système intervient rapidement, quelques secondes après le début de l'exercice, il permet des efforts modérés à intenses et de courtes durées, comme une course de 400m (70).

- la filière aérobie (cf. figure 3) permet le maintien de l'effort au-delà d'une minute tant que l'oxygène et les nutriments sont disponibles. Ce processus est appelé respiration cellulaire et produit beaucoup d'énergie en permettant la production de 38 molécules d'ATP pour une molécule de glucose. Son fonctionnement est quasi illimité dans le temps car, contrairement à la filière anaérobie lactique, ce système ne produit pas de déchet, il n'y a pas de production d'acide lactique du fait que le glycogène métabolisé en acide pyruvique n'est pas transformé en acide lactique comme vu précédemment mais incorporé dans le cycle de Krebs (36).

Elle utilise le glucose des réserves musculaires et hépatiques qu'elle va transformer en glycogène et incorporer dans le cycle de Krebs.

Elle peut également utiliser des acides gras disponibles au niveau des réserves lipidiques et des acides aminés en quantité minime (70).

Les graisses qui constituent des réserves énergétiques essentielles peuvent être dégradées en présence d'oxygène. Dans les cellules graisseuses, les lipides sont stockés sous forme de triglycérides qui combinent une molécule de glycérol à 3 acides gras. La lipolyse va permettre de les scinder. Le glycérol sera alors utilisé pour la fabrication du glycogène et les acides gras, après de nombreuses réactions complexes de dégradation, permettront de produire de nouvelles molécules d'ATP en intégrant le cycle de Krebs.

Les protéines libèrent des acides aminés après digestion qui peuvent être également utilisés à des fins énergétiques mais de façon moindre que les lipides. Les acides aminés libèrent des radicaux aminés qui se transforment en ammoniacque, puis en urée qui sera éliminée par le rein (36).

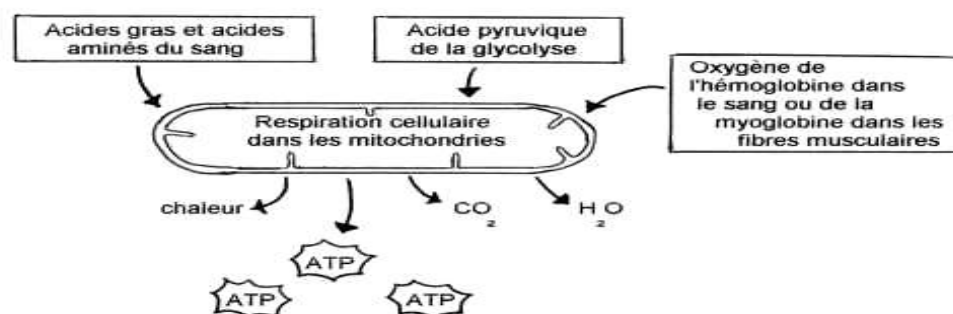


Figure 3 : Régénération de l'ATP par la filière aérobie

(<http://membres.lycos.fr/renejacquemet/sport/atp/atp.html>)

Dans les exercices durant plus de 10 minutes, le système aérobie fournit plus de 85% de l'ATP (cf. figure 4). La bonne oxygénation de l'athlète tout au long de l'exercice d'endurance est donc primordiale pour une production d'énergie correcte (71).

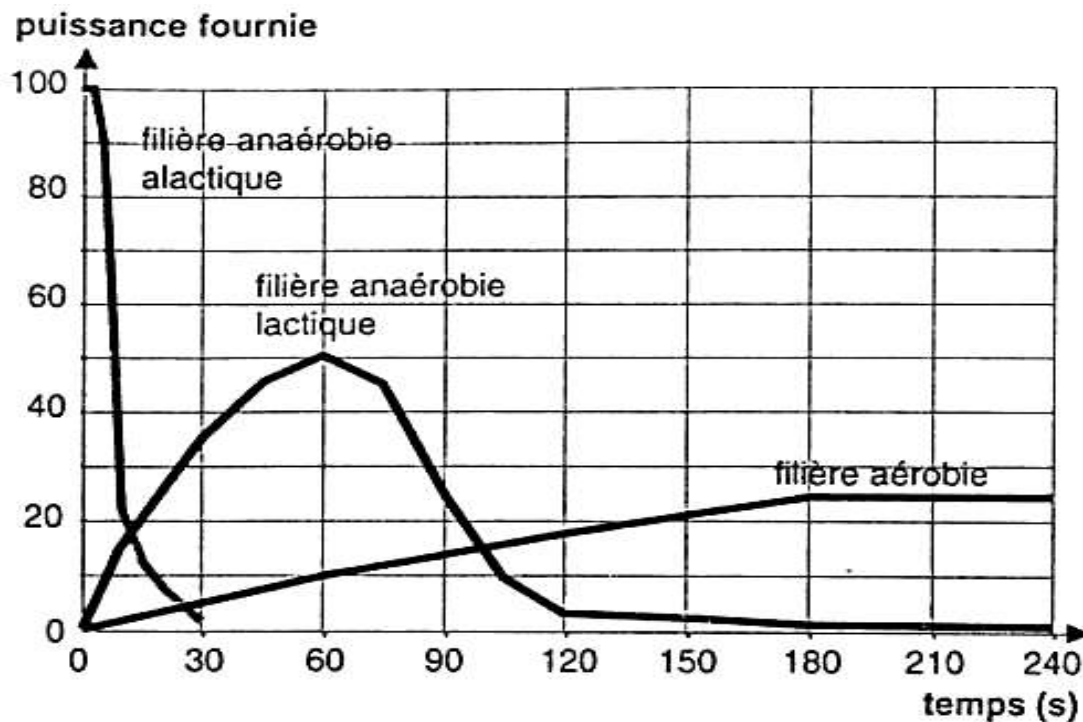


Figure 4 : Participations des différentes filières selon la durée de l'exercice

(<http://membres.lycos.fr/renejacquemet/sport/atp/atp.html>)

1.3 Les effets de l'entraînement

Il a déjà été démontré dans le passé que l'individu s'adapte à son environnement. Le fait de répéter un exercice sur du long terme permet au corps de s'adapter et d'optimiser le rendement en repoussant ses limites. L'adaptation du corps à l'effort se fait à différents niveaux. Nous distinguerons les effets métaboliques, tissulaires, cardiovasculaires, respiratoires et hormonaux.

1.3.1 Les effets métaboliques

D'une façon générale, on observe chez le sportif, qu'il soit de haut niveau ou non une adaptation métabolique du fait de la répétitivité de ses exercices.

On note d'une part des augmentations au niveau de la mise en jeu des voies aérobies avec une meilleure utilisation des acides gras, une élévation des réserves en ATP et CP ainsi qu'une augmentation de la captation des glucides, de la consommation de glucose par le muscle et une amélioration de la tolérance au glucose (2).

D'autre part, on observe des diminutions bénéfiques pour la pratique sportive avec une réelle baisse de la production d'acide lactique, d'où une diminution des sensations de crampes et de courbatures chez le sportif, ainsi qu'une diminution du cholestérol LDL et triglycérides dans le sang du fait que les réserves lipidiques sous forme de triglycérides augmentent au niveau du muscle (71).

1.3.2 Les effets tissulaires

Les effets tissulaires sur l'athlète auront des effets bénéfiques sur sa résistance aux maux suscités par les efforts répétitifs.

En effet, l'augmentation de la résistance des tendons et ligaments diminuera les risques de tendinites, foulures, déchirures et autres problèmes tissulaires. L'augmentation de la résistance à la cassure osseuse et la diminution du risque d'ostéoporose par un entraînement modéré permettra de diminuer le risque de fractures (En revanche, un entraînement intensif tendra à l'inhibition de la croissance osseuse).

Enfin, la proportion en fibres selon le type de sport et son intensité sera augmentée (type I pour un travail d'endurance) (2).

1.3.3 Les effets cardiovasculaires

Le cœur de l'athlète est de taille plus importante que chez un individu normal, on observe une augmentation de l'épaisseur des deux ventricules qui va permettre d'augmenter le volume d'éjection lors d'un effort soutenu, permettant un apport en oxygène plus important pour les muscles. Le débit cardiaque est lui aussi augmenté du fait de l'augmentation du débit systolique et de la contractilité myocardique (66).

La bradycardie est une conséquence de l'entraînement la plus spectaculaire chez le sportif, en effet, on peut observer une fréquence cardiaque de l'ordre de 40 à 60 battements par minute avec des cas allant jusqu'à 28 battements par minute. De même, la pression artérielle est

diminuée de 10 à 25mm d'Hg pour la systole (en notant que plus les sujets sont âgés, plus la différence est importante), et de 10 à 20mm d'Hg pour la diastole (36).

De plus, on observe un abaissement des résistances vasculaires, du fait d'une augmentation du débit sanguin. Les muscles sont ainsi mieux irrigués et peuvent donc fournir un travail plus important (71).

1.3.4 Les effets respiratoires

La ventilation pulmonaire nécessaire pour assurer un niveau métabolique donné subit une importante réduction au cours de l'entraînement par diminution de la fréquence respiratoire ce qui permet une meilleure disponibilité de l'oxygène pour alimenter les muscles et permettre à la filière aérobie d'être optimisée. En revanche, le débit ventilatoire est augmenté pendant l'effort passant de 120 L/min à 150 L/min environ à l'effort maximal. Ce débit peut même se situer aux alentours de 200 L/min chez certains spécialistes de l'endurance.

La diffusion pulmonaire qui permet l'oxygénation des muscles augmente également pendant l'effort et s'explique par l'amélioration de la ventilation et de la perfusion pulmonaire (71).

Pour finir, une augmentation des pressions des gaz du sang au cours de l'exercice est observée permettant un meilleur transport de l'oxygène aux muscles.

1.3.5 Les effets hormonaux

En général, la réponse hormonale au stress causé par l'exercice physique tend à se réduire au cours de l'entraînement.

Le système endocrinien participe, comme le système nerveux, au maintien de l'homéostasie (34).

On observe une augmentation des taux plasmatiques d'adrénaline et noradrénaline (cf. figure 5) lors de l'exercice et une diminution des taux lors de la période de récupération.

Une diminution de l'insuline et une augmentation du glucagon sont observées au cours de l'exercice, directement liées aux taux d'adrénaline et de noradrénaline. De plus, l'insuline, puissant inhibiteur de la lipolyse, pourrait empêcher la mobilisation des acides gras si son taux plasmatique était trop élevé.

Le cortisol accélère la lipolyse, libérant les acides gras libres dans le sang, qui peuvent alors être utilisés comme substrats. Lors d'un exercice prolongé, le cortisol passe par une valeur

maximale avant de retourner à sa valeur de base. Les catécholamines et l'hormone de croissance prennent alors le relais pour maintenir la lipolyse au niveau des tissus (71).

L'augmentation plasmatique de la rénine-angiotensine et de l'aldostérone permet de réguler plus facilement la balance hydrique de l'organisme et donc de maintenir la pression artérielle (36).

L'augmentation de la sécrétion des bêta-endorphines pendant l'effort permet d'augmenter le seuil de la douleur et donc de permettre à l'organisme de s'adapter à des exercices de plus en plus difficiles. Les bêta-endorphines procurent également une sensation de bien-être et de plaisir pendant l'effort et qui se poursuit en période de récupération (71).

2 Les besoins en phase d'entraînement (cf. annexes 1,2)

Les besoins en macro et micro-éléments varient d'un individu à l'autre selon les dépenses énergétiques.

La dépense énergétique liée à l'exercice musculaire constitue la composante la plus variable. Elle dépend du mode de vie, de l'activité professionnelle et surtout des activités physiques et sportives.

Elle est extrêmement variable et peut représenter de quelques pourcents pour un sédentaire à 60-75% de l'ensemble des dépenses énergétiques pour quelques sportifs professionnels comme les triathlètes ou les cyclistes. Les variations entre individus sédentaires ou sportifs peuvent aller de 2000 à 9000 kcal/j et plus. C'est pourquoi, il est important de connaître les dépenses énergétiques spécifiques au sport pratiqué afin de choisir son alimentation en fonction de ses besoins.

La ration, quantité alimentaire journalière nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques de l'athlète doit être proche de la ration de base. Il faut assurer une mise en réserve optimale du glycogène, maintenir un poids de forme stable et éviter toute carence.

L'essentiel est d'opter pour une alimentation équilibrée en quantité et en qualité

Il faudra ainsi éviter les erreurs diététiques :

- Surcharge en sucres simples
- Surcharge quantitative
- Manque d'entraînement
- Entraînement en phase hypo glucidique (régime scandinave).

Ce régime scandinave consiste à pratiquer sur 3 jours une alimentation très pauvre en glucides et un effort quotidien d'au moins 2h00 afin de vider les réserves de sucre. Les 3 jours suivants, le sportif est au repos et son alimentation est très riche en glucides afin d'apporter

aux cellules un maximum de glucose et ainsi d'augmenter le stockage de glycogène dans les cellules.

2.1 Besoins en protéines

Les besoins en protéines augmentent avec la pratique sportive par une stimulation de la synthèse protéique, principalement au niveau musculaire, et par une accentuation des dégradations de l'ensemble de l'organisme. Ceci aboutissant à un apport protéique augmenté afin de rendre positive la balance azotée.

Les besoins protéiques dépendent du sport pratiqué.

Pour un sport d'endurance comme le cyclisme, l'apport protéique recommandé est de 1.5 à 1.8g/kg/j afin de maintenir la balance azotée positive notamment les 7 premiers jours de l'entraînement. Par la suite, les besoins peuvent être ramenés à 1.4g/kg/j (38).

Pour un sport de force, la balance azotée reste positive avec une consommation protéique de 1.3 à 1.6g/kg/j. Le fait de consommer des produits hyperprotéinés, très courant dans cette pratique sportive ne semble donc pas nécessaire. La surconsommation semblerait venir du pouvoir anabolisant des protéines à fortes doses (38).

Le rapport protéines animales/protéines végétales doit être égal à 1 pour éviter l'excès d'apport d'acide gras saturés contenus dans les produits animaux (37).

Ces besoins sont largement couverts par des apports raisonnables de viandes, œufs, poissons, lait et produits laitiers. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir une alimentation hyper protéique pour couvrir les besoins. En effet, un excès de consommation peut entraîner la formation de graisses de réserves et une charge supplémentaire pour le foie et les reins (27).

A contrario, une carence en protéines diminue les résistances aux infections du fait de leur rôle essentiel dans les défenses immunitaires et augmente les risques de traumatismes par la perte de rôle structural des protéines (constituant des membranes, protéines contractiles). Cette carence se traduit par une fatigue et une fonte musculaire (11).

2.2 Besoins en glucides

Les glucides alimentaires sont la source du glycogène musculaire et hépatique et du glucose sanguin. Ils sont donc essentiels dans la ration du sportif, la restriction volontaire peut entraîner une compensation énergétique obligatoire à base d'aliments lipidiques défavorables.

Il faudra donc être vigilant quant à la qualité des glucides ingérés et la façon de les ingérer (10).

L'apport quantitatif doit donc être fonction des efforts physiques à fournir quotidiennement et doit représenter 50 à 55% des AET :

- les sucres rapides et produits sucrés ne doivent pas représenter plus de 10% de l'AET

- les glucides complexes, d'absorption plus lente et pour la plupart, d'index glycémique plus faible doivent représenter la fraction majoritaire. (45%) (66).

En pratique, il faut garder dans son alimentation en phase d'entraînement un rapport glucides lents/glucides rapides = 2/1 (52).

Le choix des glucides à index glycémique faible est primordial afin d'éviter la réponse insulinique et ainsi couvrir d'une façon durable et homogène les besoins en glycogène (71).

- Les pâtes d'index glycémique faible (inférieur à 60) sont préférées au riz d'index modéré (60-85) et aux pommes de terre d'indice glycémique élevé (supérieur à 85).

- Les légumes secs, intéressants pour leur teneur protéique, mais dépréciés pour leur teneur en fibres et dérivés azotés indigestibles qui provoquent un inconfort intestinal incompatible avec les phases d'entraînements. Ils devront donc être consommés à distance des exercices.

- les céréales complètes sont aussi réservées pour les repas à distances des entraînements pour les mêmes raisons que les légumes secs.

Le choix des glucides rapides doit être, lui aussi, nuancé : fruits secs, barres chocolatées ne sont pas que de simples sources de glucides rapides mais une composition mixte de glucides, lipides et protéines, base des produits de diététique destinés aux sportifs, qui peuvent avoir un intérêt lors de compétition d'endurance afin d'apporter les substrats nécessaires pour la poursuite de l'effort (39).

Le fructose, autre source d'énergie glucidique, est d'absorption moins rapide que le glucose et n'induit qu'une faible sécrétion d'insuline. Il améliore l'endurance lors d'un exercice physique prolongé en ne modifiant pas la glycémie au début de l'effort et en restaurant le glycogène après l'effort (64).

Il est donc dans l'intérêt du sportif d'opter pour un mélange de fructose et de glucose au cours de ses entraînements et de faire des choix sur les aliments glucidiques qu'après une étude sérieuse :

- De son emploi du temps par la durée et fréquence des exercices, par l'environnement plus ou moins hostile (altitude, ambiance chaude ou froide)

- De sa glycémie et de son insulinosécrétion, qui vont permettre de déterminer les aliments les plus adaptés à l'athlète selon leur index glycémique (66).

Ainsi, une alimentation équilibrée et surtout adaptée au sportif permet de constituer des stocks maximaux et de gérer leur utilisation au cours de l'effort.

Toutefois, lors de la période d'entraînement, il est primordial pour le sportif d'avoir le choix parmi un large panel d'aliments. En effet, la notion de plaisir est un élément essentiel à ne pas minimiser pour une optimisation des performances.

2.3 Besoins en lipides

Les lipides sont utilisés surtout si l'athlète produit un effort d'endurance et en aérobie (39).

Leur utilisation permet une économie en réserve de glycogène. Les acides gras libres sont utilisés comme substrat énergétique de remplacement permettant aux muscles d'économiser des réserves en glycogène et de réduire le risque d'épuisement lié à l'utilisation complète de son stock (36).

L'apport quotidien doit être faible et représenté 35% des AET. Seuls les besoins en acides gras essentiels (AGE) et en vitamines imposent un minimum d'apport en beurre (pour les vitamines) et en huiles végétales (pour les AGE) (10).

Seuls les lipides d'origine endogènes (lipides de réserve) sont utilisés comme source d'énergie lors de l'exercice musculaire. En effet, les lipides alimentaires à longues chaînes carbonées ne sont pas métabolisés directement lors de l'effort. En revanche, les lipides à chaînes courtes, comme le beurre ou le lait, sont intéressants avant et après l'effort car rapidement absorbés et assimilés (37).

L'apport qualitatif en lipides est essentiel, il faut respecter le rapport de graisses de constitution des aliments/graisses d'ajout = 1 pour obtenir une bonne répartition en acides gras saturés, acides gras mono insaturés et poly saturés (13).

L'idéal serait que 40% des lipides alimentaires proviennent des végétaux et produits de la mer et que la répartition entre les différents acides gras soit la suivante :

- AGS : 7% (8% pour une population sédentaire) des AET.
- AGMI : 17.5% (20%) des AET.
- AGPI : 4.2% (5%) des AET (4).

Une consommation raisonnable est donc obligatoire pour optimiser la performance sportive. En effet, un excès d'apport entraîne un inconfort digestif en retardant l'évacuation gastrique, une prise de poids gênant les performances et une augmentation du taux de cholestérol sanguin.(38)

Il existe des aliments diététiques préparés spécifiquement à base de lipides à chaînes courtes que l'on appelle boissons mixtes d'effort, association lipo-glucidique, mieux tolérée par le tube digestif que les boissons purement glucidiques.(39)

Des exemples de boissons de l'effort seront mentionnés dans le deuxième chapitre.

Ces éléments diététiques détaillés dans les paragraphes précédents, concerne le sportif ayant une pratique intensive et encadrée. L'athlète simple mais régulier n'est pas dans l'obligation de suivre à la lettre les recommandations ci-dessus. Une alimentation équilibrée sur la base de 55% de glucides, 30% de lipides et 15% de protéines et un apport adapté de vitamines et minéraux sont tout à fait suffisants.

2.4 L'apport hydrique

L'hydratation est aussi importante que la composition des repas dans la stratégie diététique du sportif. Il faut boire régulièrement dans la journée et tous les jours, même durant les périodes sans entraînement, ce qui est trop souvent négligé par les sportifs (12).

Boire trop peu à l'extrême, peut avoir des conséquences néfastes sur l'organisme comme un risque de nécrose musculaire, une insuffisance rénale, un collapsus vasculaire et une diminution des performances sportives.

Il faut donc se forcer à boire de petites quantités régulières et ne pas attendre la sensation de soif car le mécanisme de soif n'est pas suffisant pour compenser le déficit en eau lors de l'exercice physique. Il faut donc boire plus que sa soif et même devancer cette sensation (10).

L'eau est l'unique boisson indispensable en période d'entraînement lorsque les conditions de l'exercice n'entraînent pas des pertes excessives en glucides, vitamines et oligo-éléments. La portion hydrique doit représenter 40g/kg de poids/jour soit 3 à 3.5L d'eau dont 2L en boisson (eau plate du robinet ou de source en bouteille peu ou moyennement minéralisée). Les jus de fruits et les sodas ne sont pas nécessaires et même déconseillés, hors compétition, car trop chargés en sucre. L'eau gazeuse, même si elle accélère la vidange gastrique et la mise à disposition du liquide, est également déconseillée car elle entraîne un inconfort digestif (29).

L'eau de boissons non supplémentée en électrolytes (Na, Cl, K), hors composition normale de l'eau, convient parfaitement en phase d'entraînement si l'effort ne dépasse pas 2h00 et qu'une alimentation riche en légumes et fruits est suffisante.

L'hydratation a un impact non négligeable sur les performances physiques, en effet la déshydratation est une des premières causes de diminution des performances et d'endurance (12). Elle est proportionnelle en % de diminution de poids pendant l'effort. Par exemple, une diminution de 2% par rapport au poids du corps (soit 1 à 1.5L pour 70kg) réduit la capacité à accomplir un effort d'environ 20%. La température extérieure augmente également la perte de liquide : une différence importante des résultats sportifs est observée pour des températures ambiantes oscillants de 18 à 41°C (une déshydratation de 4% à 18°C fait perdre 40% de capacité physique et 60% à 41°C) (29).

La température interne est quant à elle, régulée grâce à la production de sueur. Cette dernière contribue à une grande partie de la perte hydrique, avec les pertes pulmonaires (33).

A contrario, boire trop, peut avoir des inconvénients comme une augmentation de la diurèse, une sensation de lourdeur intestinale, des vomissements, une diminution de l'oxygénation des muscles (1).

2.5 Besoins en vitamines, minéraux et oligo-éléments

L'augmentation du métabolisme lié à l'effort entraîne une surconsommation de vitamines, minéraux et oligo-éléments impliqués dans le métabolisme énergétique.

Une alimentation autour de 2700 calories par jour couvre les besoins. Une supplémentation, au-delà des besoins physiologiques, n'augmenterait pas les performances. En revanche certains déficits spécifiques importants sont susceptibles de diminuer la capacité de travail.

2.5.1 Les vitamines

Substances chimiques non synthétisables par l'organisme à l'exception des vitamines PP et D. Elles doivent donc être obligatoirement présentes dans notre alimentation afin d'assurer correctement leur rôle de catalyseur et dynamiseur des réactions métaboliques et biochimiques (50).

Elles jouent, entre autres, un rôle de coenzyme et permettent l'utilisation des nutriments.

L'effort physique augmente les besoins en vitamines, mais une alimentation saine et équilibrée couvre suffisamment les besoins (cf. tableau II) (32).

En effet, les phénomènes de stockages sont considérables par rapport au besoin quotidien, la compensation des pertes sera ainsi limitée. Les études ont démontré qu'un apport supplémentaire en vitamines à un sujet non carencé n'influencait pas les résultats sportifs (14), mais chez l'athlète, les dépenses vitaminiques vont augmenter car un renforcement des besoins en substrats énergétiques (glucides, lipides, protéines) nécessitent un ajustement des vitamines et minéraux pour leur utilisation.

Il faudra donc faire le distinguo entre supplémentation superflue et complémentation indispensable pour certains minéraux et vitamines. En effet, les besoins en macro et micro nutriments sont augmentés chez le sportif, il va donc avoir recours à une complémentation de sa ration afin de pouvoir atteindre les ANC recommandés. Une supplémentation, au-delà des ANC n'apporte pas d'effets positifs, au contraire, dans certains cas, des risques d'hypervitaminoses sont à craindre.

-Vitamine A : liposoluble, elle est mieux connue sous le nom de rétinol.

Elle joue un rôle majeur dans la croissance, comme anti-infectieux, protecteur de la vision, de la peau et des muqueuses (55).

Conseillée en cas d'efforts longs (trekking, randonnée en montagne), elle exerce son action bénéfique sur le métabolisme des hormones en particulier sur les stéroïdes, et des lipides (11). Elle est présente dans l'huile de foie de morue, poissons gras, le jaune d'œuf, le beurre et le lait entier (61).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 1000 ER (équivalent rétinol) chez le sportif, contre 800 ER chez le sédentaire (51).

-Vitamines du groupe B : il en existe 7 différentes mais toutes sont hydrosolubles :

-Vitamine B1: thiamine.

Elle joue un rôle important dans le métabolisme des glucides, participe au maintien de la glycémie et au stockage du glycogène. Elle améliore également la transmission d'influx nerveux et agit sur certains tissus sécréteurs d'hormones.

Son action principale est de faciliter l'élimination de l'acide lactique formé au cours de l'exercice (50).

Un apport suffisant est indispensable à toutes les périodes de l'activité sportive : l'entraînement l'exercice intense et surtout lors de la récupération (14).

Elle est présente dans les abats, poissons, pains complets, légumes (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 1.6 à 2mg/j chez le sportif et de 1.3mg/j chez le non sportif (3).

-Vitamine B2 : riboflavine.

Elle entre dans la constitution d'enzymes indispensables à la réalisation de certaines étapes de la production d'énergie par la cellule. De ce fait une activité soutenue entraîne un accroît en besoin (14).

Elle est présente dans de nombreuses classes d'aliments comme le lait et les produits laitiers, les abats, viandes, poissons, œufs, germes de blé (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 1.6mg/j chez le sportif comme chez le sédentaire (3).

-Vitamine B3 : vitamine Pp ou acide nicotinique.

Sous forme de nicotinamide, elle correspond au groupement actif de deux coenzymes indispensables dans les réactions de respiration cellulaire (50).

Elle possède également un rôle dans la protection de la peau et dans la croissance (14).

Elle est présente dans les abats, viandes, poissons, pain complet, céréales, légumes secs et fruits (figue, datte, avocat) (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 17 mg/j chez le sportif, 14 mg/j chez la sportive. Une augmentation de 3mg/j des besoins par rapport aux valeurs des sédentaires est observée (3).

-Vitamine B5 : acide pantothénique.

Elle entre dans la composition du coenzyme A et de l'Acyl Carrier Protein (ACP) qui sont des transporteurs de radicaux acyles. Grâce à cette vitamine, la production d'ATP est possible dans la mitochondrie (50).

Le coenzyme A joue un rôle dans la dégradation du glucose, des acides gras et certains acides aminés alors que l'ACP intervient dans la synthèse des acides gras (50).

Elle est présente dans les abats, jaunes d'œufs, cacahuètes, champignons crus, levures de bière, riz complet, saumon (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 5mg/j pour les sédentaires, comme pour les sportifs (3).

-Vitamine B6 : pyridoxine.

Elle participe à la plupart des réactions biologiques en intervenant dans le métabolisme des glucides en favorisant la néoglucogenèse (production de glucose à partir de complexe non-glucidique) et également dans le métabolisme protidique. Elle améliore ainsi le fonctionnement des muscles et plus particulièrement le myocarde, permettant une résistance accrue à l'effort, ainsi que l'assimilation du magnésium (50).

Elle est présente dans le foie, viandes, levures, céréales, germes de blé, bananes et légumes (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 1.8mg/j chez l'homme, 1.5mg/j chez la femme, qu'ils soient sportifs ou non (3).

-Vitamine B9 : acide folique.

Elle est impliquée dans le métabolisme des unités monocarbonées et joue un rôle dans le métabolisme des acides aminés, la synthèse d'ADN, la formation de globules blancs et rouges (50).

Elle a un rôle de protection cardio-vasculaire et anti-anémique (14).

Elle est présente dans le foie, levure, épinards, fenouil, fromages à pâte molle, tomates, brocolis, thon, carottes...(41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 330µg/j chez l'homme et 300µg/j chez la femme, sportifs ou non (3).

-Vitamine B12 : cyanocobalamine.

Elle joue un rôle dans le métabolisme des acides gras à nombre impair de carbone, de certains acides aminés et des unités monocarbonées (50).

Elle est exclusivement d'origine animale (poisson, viande). Un apport de complément est donc à envisager chez les végétariens (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 2.4µg/j chez le sportif, comme chez le sédentaire (3).

-Vitamine C : Hydrosoluble, elle est connue sous le nom d'acide ascorbique.

Elle joue des rôles physiologiques multiples dans l'organisme : synthèse et métabolisme de diverses molécules, dégradation des xénobiotiques, antioxydant, réactions immunologiques.

Chez le sportif, elle facilite la récupération, retarde l'apparition des crampes, améliore l'acclimatation au froid, exerce un effet stimulant et permet une meilleure absorption du fer (50).

Elle joue un rôle de cofacteur dans des réactions enzymatiques, intervient dans les réactions d'hydroxylations qui assurent la stabilité du tissu conjonctif et la cicatrisation des plaies, ainsi qu'un rôle important dans la synthèse du collagène (65).

Le sportif doit donc en consommer plus que le sédentaire en multipliant par deux voir trois ces apports en vitamine C et devra surveiller ses besoins pour ne pas être en déficit et de ce fait risquer de diminuer ses performances sportives.

Par contre, une supplémentation au-delà des ANC ne permet pas une amélioration en terme de performances (14).

Elle est présente dans tous les fruits (agrumes, groseilles kiwis) et légumes (poivrons, persils, tomates) (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé entre 150 et 300mg/j chez le sportif et 110mg/j chez le non sportif (3).

-Vitamine D : Liposoluble, elle est connue sous le nom de calciférol.

Elle joue un rôle important dans l'absorption et fixation du calcium, la calcification et la rigidité du squelette. Elle est donc indispensable pour permettre la croissance et prévenir l'ostéoporose.

Il n'y a généralement pas de problème de couverture des besoins. Il faut cependant être plus attentif chez certains athlètes : jeunes sportifs, les végétariens, les gymnastes, les sportives ménopausées ou aménorrhées (50).

Une complémentation semble utile dans ces derniers cas, par contre, une supplémentation n'a aucun intérêt (32).

La vitamine D est présente dans l'huile de foie de morue, les poissons gras, le jaune d'œuf, le beurre et le lait entier (41).

L'apport nutritionnel conseillé chez le sportif et le sédentaire est fixé à 10µg/j (400UI/j).

-Vitamine E : Liposoluble, elle est connue sous le nom de tocophérol.

Agent anti-oxydant biologique, elle permet la protection contre les radicaux libres et une protection cardio-vasculaire (50).

La vitamine E est stockée dans les muscles et tissus adipeux, ce sont à ses endroits qu'elle va exercer son pouvoir antioxydant. Elle piège les radicaux libres, molécules très actives, responsables des lésions cellulaires.

La pratique régulière du sport entraîne donc un besoin accru en vitamine E du fait de la possibilité de réduction des lésions musculaires par cette vitamine (65).

Une carence en vitamine E peut entraîner des dommages au niveau musculaire. mais les déficits sont exceptionnels du fait des apports alimentaires largement supérieurs aux besoins de l'organisme. Une supplémentation n'apporte donc aucun intérêt (50).

La vitamine E est présente dans les huiles végétales (maïs, tournesol), les germes de blé, les oléagineux, les légumes à feuilles vertes (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 10-15mg/j chez le sportif, comme chez le non sportif (3).

-Vitamine K : Liposolubles, elle joue un rôle dans la coagulation du sang (propriété anti-hémorragique) et la minéralisation de l'os.

On n'observe aucune carence imputable à la pratique sportive. La supplémentation n'a aucun effet sur la performance et peut être néfaste à forte dose du fait de ses propriétés coagulantes (32).

La vitamine K est présente, les épinards, les choux de Bruxelles, les brocolis, les asperges, le raisin, le thé vert et les graines de soja (41).

L'apport nutritionnel conseillé est fixé à 35-45µg/j pour toute la population (3).

<u>Vitamines</u>	<u>Sources</u>	<u>ANC</u>	.2.5.1.1.1.1 Besoins
Vitamine A= Rétinol	Jaune d'œuf, beurre, lait entier, huile de foie de morue	1000 ER	↗
Vitamine B1=Thiamine	Abats, poissons, pain complet, légumes	1,6 à 2mg/j	↗
Vitamine B2=Riboflavine	Produits laitiers, viandes, poissons	1,6mg/j	→
Vitamine B3=PP	Abats, viandes, légumes secs, fruits	14 à 17mg/j	↗
Vitamine B5=Acide panthoténique	Abats, jaune d'œuf, bière, cacahuètes, champignons crus	5mg/j	→
Vitamine B6=Pyridoxine	Foie, viandes, légumes, céréales	1,5 à 1,8mg/j	→
Vitamine B9=Acide folique	Foie, levures, épinards, fenouil	300 à 330µg/j	→
Vitamine B12=Cyanocobalamine	Viande, poissons	2,4µg/j	→
Vitamine C=Acide ascorbique	Agrumes, kiwi, persil, poivrons	150 à 300mg/j	↗
Vitamine D=Calciférol	Huile de foie de morue, poissons gras	10µg/j (400UI/j)	→
Vitamine E=Tocoférol	Huile végétales oléagineux	10 à 15mg/j	→
Vitamine K	Epinards, brocolis, tomates	35 à 45µg/j	→

Tableau II : Récapitulatif des besoins vitaminiques des sportifs

2.5.2 Les minéraux

Lors de la transpiration, la perte minérale est conséquente. De ce fait, les apports recommandés en minéraux sont une fois et demi plus élevés en moyenne chez le sportif ayant des entraînements intensifs que chez le sédentaire (cf. tableau III). Une compensation des pertes éventuelles est fortement recommandée du fait du faible stockage dans l'organisme par rapport aux besoins (52).

-Le sodium

Le sodium est nécessaire au bon fonctionnement des muscles, contribue à l'excitabilité cardiaque et au cheminement de l'influx nerveux (14).

Le besoin journalier est de 800 mg de Na (soit 2g de NaCl) par jour pour une activité normale, mais peut augmenter en fonction des circonstances particulières de l'exercice : température, humidité, intensité de l'entraînement et atteindre 1.5g de Na (32).

Les pertes sudorales représentent la première source de diminution du sodium dans l'organisme même si on note une diminution de la concentration en Na dans la sueur chez un sportif entraîné (52).

Une carence en sodium peut entraîner une asthénie, une baisse de la tension artérielle, des signes de déshydratation, des crampes musculaires.

Lors de la période d'entraînement, il faut veiller à ce que le sportif ait un bon apport hydrique qui apporte une concentration convenable pour constituer ses stocks de sodium. Une pincée de sel suffit dans l'eau de boissons, sans dépasser la concentration de 25mmol/L. De plus, l'ajout de sel en quantité raisonnable (1 à 1.5g/litre d'eau) favoriserait la vidange gastrique au cours de l'effort et permettrait ainsi une meilleure et plus rapide disponibilité de l'eau au niveau cellulaire mais cette ajout n'est pas à conseiller du fait d'un apport journalier déjà largement suffisant (71). En effet, la population française, consomme en moyenne, 8g/j de sodium, la moitié étant déjà présente dans les aliments au départ.

En dehors de la boisson, une alimentation équilibrée en quantité et en qualité pendant la période d'entraînement suffit à couvrir les besoins. En effet, la consommation de sodium est très largement assurée par l'alimentation occidentale qui apporte jusqu'à 15g de NaCl par jour. La supplémentation n'est donc pas nécessaire à ce niveau et même dangereuse car défavorable à la performance sportive en entraînant une rétention d'eau voir même une élévation de la pression artérielle (14).

-Le potassium

Le potassium joue un rôle important dans l'organisme en empêchant la fuite d'eau hors des cellules, en contrôlant la pression artérielle, en participant à la transmission de l'influx nerveux et à la contraction musculaire.

L'apport minimal nécessaire est de 0.5g/jour et peut être trouvé par exemple dans les levures sèches, les fruits secs, les lentilles, le persil les brocolis (3).

Lors de l'exercice physique, il se produit un remaniement des concentrations entre les différents liquides plasmatiques pouvant conduire, à long terme, à un déficit potassique.

Il est important de maintenir des concentrations normales, la variation de la kaliémie (hypo ou hyperkaliémie) est dangereuse pour l'individu et en particulier au niveau du rythme cardiaque. La connaissance de l'alimentation du sportif et de sa consommation de médicaments comme les diurétiques est indispensable pour prévenir les variations de la kaliémie et optimiser les performances (32).

L'hypokaliémie est caractérisée par des anomalies électrocardiographiques mais également par des signes cliniques : lassitude, parésie des membres, grande fatigue musculaire, crampes. En revanche, un apport trop important de potassium sanctionne l'athlète en ralentissant la vidange gastrique et par conséquent l'absorption de l'eau (14).

Une supplémentation n'est donc pas à envisager sachant que notre alimentation peut apporter 10 à 20 fois la quantité nécessaire lors de la période d'entraînement, seules les variations potassiques sont à prendre en compte (32).

-Le magnésium

Le magnésium est un minéral fondamental pour notre organisme puisqu'il participe à de nombreux phénomènes biologiques fondamentaux : stockages du glycogène, mobilisation des réserves énergétiques, la contraction musculaire.

Il participe également à la transmission nerveuse et à la synthèse protéique mais aussi à l'adaptation au stress, élément indispensable et souvent négligée par les sportifs pendant une compétition (14).

Les besoins journaliers pour un sportif se situent aux alentours de 500 à 700mg par jour et 420 pour un sédentaire.

Les carences sont fréquentes et de causes multiples : un manque d'apport par une alimentation déséquilibrée sans apports suffisants en céréales, arachides ou germes de maïs, des troubles de l'absorption, une élimination excessive par un apport trop important de sucres simples ou de

calcium. Ce déficit peut également apparaître dans certaines pathologies comme l'hyperthyroïdie et l'alcoolisme chronique (3).

L'hypomagnésémie a pour conséquences des troubles parfois spectaculaires comme des crises de spasmodophilie, des convulsions, des troubles d'aspect épileptique mais aussi des crampes, des fourmillements, pertes de cheveux (14).

Il faut donc surveiller l'apport alimentaire en magnésium quantitativement et qualitativement. Corriger les erreurs alimentaires et enrichir éventuellement l'alimentation avec des aliments riches en magnésium en faisant attention malgré tout car les aliments riches en magnésium sont souvent des aliments riches en graisses : les oléagineux (cacahuètes, noix de cajou), cacao et chocolat noir par exemple. Une eau minérale riche en magnésium, comme l'eau Hépar®, pourra être mise à disposition de tout sportif pour compléter sa ration de magnésium. En revanche, la supplémentation en magnésium n'est pas recommandée et ne s'est jamais traduite par une amélioration des performances (32).

-Le calcium

Le calcium est un élément essentiel de l'os et des dents, il agit en présence de vitamine D qui permet son absorption au niveau intestinal et sa fixation au niveau de l'os. Le calcium assure la croissance, la solidité et l'entretien du squelette. Il joue également un rôle important dans le processus de coagulation du sang, la régulation du rythme cardiaque et l'activité neuromusculaire (14).

L'activité physique entraîne une diminution de la concentration de calcium dans l'organisme par une augmentation des pertes au niveau fécal, urinaire et sudoral. En revanche, la pratique du sport est bénéfique au niveau de la charpente osseuse en augmentant la fixation du calcium au niveau osseux (32).

Les besoins chez le sportif sont de l'ordre de 1200mg/jour contre 1000mg/j chez l'individu sédentaire (3).

Un déficit en calcium serait à l'origine de bouffées de chaleur, d'une accélération du pouls au repos, des étourdissements, voire même de crises de tétanie et à long terme un risque de fractures et d'ostéoporose (32).

L'hypocalcémie découle d'une alimentation pauvre en calcium, d'un déséquilibre alimentaire au niveau du phosphore, du magnésium (calcium=phosphore, calcium/magnésium=2) ou des fibres alimentaires et des acides gras en excès ou d'un déficit en vitamine D.

Les sources de calcium sont très variées dans l'alimentation et donc facilement incorporés dans les repas. Les sources principales sont les produits laitiers (yaourts, laits, fromages) mais

aussi certains légumes (cresson, betteraves, persil) et eaux minérales (Contrex®, Hépar®) (52).

Les apports en vitamines sont souvent bien corrélés aux besoins. Peu de carences vitaminiques sont observées chez le sportif sauf peut être, le sodium pour des efforts très intenses de type marathon.

Une complémentation n'est donc pas à envisager pour la plupart des sportifs.

Une supplémentation n'a aucun effet sur les performances ni sur la capacité physique à soutenir un entraînement. Leur absorption au-delà des ANC est même néfaste pouvant entraîner des hypervitaminoses. L'excès de vitamines hydrosolubles demeure généralement sans conséquence du fait de leur excrétion facilitée dans les urines. Les effets néfastes sont plutôt à craindre de l'ingestion trop importante sur du long terme des vitamines liposolubles (52).

2.5.3 .Les oligo-éléments

Ils semblent représenter peu de chose, mais participent à tout le fonctionnement de l'organisme. Seul un faible nombre est susceptible de subir des variations importantes chez le sportif.

Leur excès est aussi préjudiciable que leur déficit. Il faudra donc faire attention à la supplémentation. Elle est même inutile voir dangereuse pour certains oligo-éléments comme le fluor (65).

-Le fer

L'importance du fer chez le sportif est capitale tenue de son rôle dans le transport de l'oxygène par l'hème de l'hémoglobine.

Il se situe à la limite entre minéral et oligo-élément en représentant un pool d'environ 5g.

Ce taux est difficilement maintenu chez le sportif, un déficit chronique étant habituellement retrouvé surtout chez la femme sportive (32). Ainsi, une enquête a révélé une déficience de 30% chez des skieuses de haut niveau dont le suivi diététique était négligé (19).

Les ANC pour le fer se situent à 9mg pour l'homme et à 16mg chez la femme compte tenu des pertes beaucoup plus importantes au niveau du cycle menstruel (3).

La course à pied et en général les sports d'endurance font augmenter les pertes martiales d'une part au niveau urinaire qui s'explique par l'onde de choc à chaque foulée qui détruit les

globules rouges en fin de vie (hémolyse) et d'autre part, par des pertes fécales par la présence de sang dans les selles particulièrement noté chez les marathoniens (50 à 80%) (40).

Chez le sportif, il faudra ajouter 6 mg de fer pour 1000kcal supplémentaires au-delà de 1800kcal chez la femme et 2200kcal chez l'homme (32).

L'hyposidérémie se manifeste par un état de fatigue musculaire précoce, une augmentation conséquente de l'acide lactique après l'effort, une diminution de la fréquence cardiaque.

Pour couvrir suffisamment les besoins, il faut choisir des aliments riches en fer, surtout en fer héminique, plus fortement assimilé, que l'on trouve dans les produits d'origine animale : pigeon, boudin, foie, huître, œuf (40).

Il faut également faire attention aux molécules inhibitrices d'absorption comme le tanin présent dans le thé, les polyphénols que l'on trouve dans le café, certains fruits et les épices mais aussi les acides phytiques, le calcium des produits laitiers et la caféine, présents dans certaines plantes qui inhibent l'absorption du fer au niveau digestif en le complexant

En revanche, l'acide ascorbique, le fructose, l'acide citrique et un apport protéique suffisant permettent une amélioration non négligeable du fer dans l'organisme (40).

De façon générale, la supplémentation en fer ne se fera que sous avis médical et uniquement si le sujet est carencé (52).

-l'iode

Il intervient dans le bon fonctionnement des glandes thyroïdiennes, participe à la croissance et au développement du système nerveux (14).

Les pertes d'iode, lors de l'exercice, sont liées aux variations plasmatiques dues aux pertes sudorales. Les besoins en iode sont donc directement liés au type d'exercice et à son intensité. Il faut donc tenir compte des besoins augmentés chez le sportif surtout s'il consomme que très peu d'aliments riche en iode (crustacés, sel de table, ail frais, thon) (65).

Une supplémentation n'est pas à envisager, l'alimentation couvrant parfaitement les besoins avec un apport de 0.15mg/jour (3).

-le zinc

Il joue un rôle important comme cofacteur de nombreuses enzymes qui interviennent dans le métabolisme des glucides, lipides et protides. Il agit également au niveau de la sécrétion d'insuline en augmentant la tolérance au glucose (65).

L'activité physique provoque des variations des taux plasmatique du zinc :

-Un effort intense et court augmente la zincémie, diminue la zincémie érythrocytaire (zinc dans globule rouge) et augmente les pertes sudorales.

-Un effort intense et prolongé augmente la concentration de zinc plasmatique d'origine musculaire.

-Un effort prolongé d'intensité moyenne diminue le zincémie érythrocytaire et augmente les pertes sudorales en fonction des conditions environnementales.(14)

On évalue les besoins aux alentours de 10mg/j chez la femme et à 13 mg/jour chez l'homme, qu'ils soient sportifs ou non, ce qui n'est pas toujours atteint. Pour éviter les carences, l'alimentation devra apporter suffisamment de fruits de mer, viandes, cacao (32).

Une supplémentation n'a montré aucun effet bénéfique sur le sportif.

-le cuivre

Il est présent dans les muscles, les os, le foie, les globules rouges et le plasma. Il a un rôle antianémique et aurait des propriétés anti-infectieuses notamment d'origine virale. Le cuivre facilite l'absorption du fer, mais inhibe celle du zinc (65).

Sous forme libre, le cuivre est générateur de radicaux libres ce qui est néfaste pour l'organisme (14).

Les besoins en cuivre sont de 1.5 à 2 mg/jour quelle que soit la population (3).

En cas d'exercice intense, de courte à moyenne durée (30 à 90 min), on note chez l'homme une augmentation des concentrations plasmatiques. Pour les exercices prolongés, on observe une faible augmentation, voire, aucun effet.

Chez la femme, on note aucun effet sauf en cas d'aménorrhée où la concentration plasmatique est augmentée (65).

Aucune carence n'a été décrite, il n'est donc pas recommandé de supplémenter en cuivre, surtout qu'elle peut se révéler dangereuse par la toxicité du cuivre sous forme libre (14).

-Le fluor

Il intervient au niveau de la dentition et du squelette (14).

L'entraînement n'a aucun effet sur les pertes en fluor. Ce sont plutôt les désordres hormonaux, comme en cas d'aménorrhée, que l'on note une diminution de la concentration de fluor au niveau de la masse osseuse (65).

Les carences auront une incidence sur la croissance, et sur l'ostéoporose. Il faut donc apporter 2 à 2.5 mg/jour de fluor pour compenser les pertes. Les apports se trouvent principalement dans le thé, le soja, le café, le riz, les oignons (41).

-Le manganèse

Il est un activateur d'enzyme que l'on trouve au niveau cellulaire dans les mitochondries.

Il intervient également dans le métabolisme des lipides (14).

L'exercice entraîne une perte de manganèse dans les selles, la sueur et les urines plus importante chez le sportif que chez le sédentaire. La concentration plasmatique diminue au fil de l'entraînement mais n'abouti pas à une carence (65).

Les besoins en manganèse se situent aux alentours de 2.5 à 5mg/j chez le sportif et de 2mg/j pour le reste de la population.

Un mauvais équilibre alimentaire tend également à une carence. En effet, un excès d'apport de calcium et de fer diminue l'absorption en manganèse. En revanche, un apport en vitamine C limite les pertes (65).

On trouve principalement le manganèse dans les végétaux : légumes à feuilles vertes, noix, légumes secs, céréales complète (41).

-Le chrome

Il est un cofacteur de l'insuline, essentiel au métabolisme des glucides. Il favorise également la captation des acides gras et du cholestérol par le foie (14).

L'activité sportive régulière diminue la concentration urinaire en chrome, l'élimination variant de 0.2 à 1µg/L selon l'intensité du sport pratiqué. En revanche, certains aliments en augmentent l'excrétion : sucres raffinés, pâtisserie, boissons énergétiques, alimentation hyperglucidique. Leur absorption augmente (65).

La supplémentation n'a pas d'effet chez le sujet entraîné. Il faut cependant faire attention aux phénomènes de compétition chez le sujet supplémenté. En effet, l'absorption du chrome diminue en présence de cuivre et de zinc, mais augmente en cas de carence en zinc (32).

Une alimentation apportant coquillages, pommes de terre avec la peau, brocolis suffira pour apporter 0.055 à 0.065 mg/jour de chrome pour le sportif contre 0.020mg/j chez le sédentaire (41).

-Le sélénium

Il est un anti-oxydant, il protège les lipides des membranes cellulaires contre l'oxydation. Il joue un rôle important dans le métabolisme d'acides gras et des plaquettes sanguines. Son déficit augmente l'agrégation plaquettaire (75).

L'entraînement n'a aucun effet sur la concentration en sélénium dans l'organisme. En revanche, une carence peut avoir des effets sur les performances sportives en entraînant une asthénie musculaire voir une dystrophie (32).

L'alimentation doit apporter 0.05 à 0.1 mg/jour de sélénium pour couvrir les besoins chez le sédentaire et le sportif (3).

L'entraînement aérobie entraîne une diminution du taux de sélénium sanguin, une augmentation des apports est donc recommandée chez les sportifs en période d'entraînement intense, cette augmentation est souvent corrélée à l'augmentation de l'apport calorique total. Toutefois, il n'est pas recommandé de dépasser un apport de 150µg/j car un apport excessif peut être à l'origine d'affections gastro-intestinales et d'irritations pulmonaires.

Le sélénium est présent partout mais plus assimilable dans les produits d'origine animale (sauf le poisson) (41).

Les besoins en oligo-éléments (cf. tableau III) chez le sportif doivent donc être en rapports avec les besoins augmentés en macromolécules. Une complémentation pour certains oligo-éléments peut être mise en place, en particulier pour le fer et le sélénium, sous contrôle médical.

Toutefois, comme nous l'avons vu précédemment pour les vitamines, une supplémentation n'est pas à envisager et même à proscrire chez le sportif.

Minéraux et oligo-éléments	Sources	ANC	Besoins
Sodium	Sels de table, plats surgelés, eaux minérales	2500mg/j	↗
Potassium	Levures sèches, lentilles, fruits secs	0.5g/j	→
Magnésium	Oléagineux, eaux minérales, cacao	500 à 700mg/j	↗
Calcium	Produits laitiers, eaux minérales, persil	1200mg/j	↗
Fer	Viandes rouges, abats, lentilles	9 à 16mg/j	↗
Iode	Crustacés, sels de table, ail frais	0.15mg/j	→
Zinc	Fruits de mer, viandes, cacao	10 à 13mg/j	→
Fluor	Thé, café, soja, riz	2 à 2.5mg/j	→
Manganèse	Légumes à feuilles vertes, noix, légumes secs	2.5 à 5mg/j	↗
Chrome	Coquillages, pommes de terre avec peau, brocolis	0.055 à 0.065mg/j	↗
Sélénium	Produits d'origine animale	0.05 à 0.1mg/j	→

Tableau III : Récapitulatifs des besoins en minéraux et oligo-éléments du sportif.

3 Les besoins en phase de compétition

En période de compétition, les besoins sont le plus souvent augmentés. Si la préparation physique a bien été effectuée, les apports apportés lors des phases d'entraînement, donc stockés dans l'organisme, doivent couvrir les besoins en période de compétition. Les glucides, certaines vitamines et certains minéraux seront tout de même nécessaires pendant cette période mais seulement lors d'un exercice intense de longue durée.

3.1 Besoins en protéines

Si les glucides représentent la source essentielle de l'énergie durant la compétition, les besoins en composés azotés augmentent également de manière importante (32).

Chez l'homme, 20 acides aminés ont été identifiés et reconnus comme nécessaires à la croissance et au métabolisme (cf. figure 5). Ils ne sont pas tous synthétisables par l'organisme, 8 à 9 acides aminés, appelés acides aminés indispensables doivent être apportés dans l'alimentation (71).

Indispensables	Non indispensables
Isoleucine	Alanine
Leucine	Arginine
Lysine	Acide Aspartique
Méthionine	Cystéine
Phénylalanine	Acide Glutamique
Thréonine	Glycocolle
Tryptophane	Proline
Histidine (enfants)	Sérine
	Tyrosine
	Histidine (adultes)

Tableau IV : Acides aminés indispensables et non indispensables (71).

Les besoins en protéines sont variables selon la pratique du sport (sport d'endurance ou de force). Quel que soit le type de sport pratiqué, on observe une baisse de la synthèse protéique et une augmentation des dégradations pendant l'exercice. Les apports protéiques dans l'alimentation dépassant largement, en phase d'entraînement, les recommandations jusqu'à

atteindre 4 fois les ANC, il n'est pas nécessaire d'augmenter la proportion de protéines dans la ration alimentaire en période de compétition (11).

Toutefois, en règle général, l'apport de protéines supplémentaires n'est pas recommandé durant l'exercice et gênerait d'autant le sportif que la digestion des protéines est longue et peut être inconfortable pendant la compétition (38).

3.2 Besoins en glucides

L'absorption de glucides chez le sportif pratiquant un sport modéré à intense, d'une durée supérieure à 90 mins, permet d'augmenter sa résistance à l'effort. En effet, le fait d'apporter un substrat glucidique qui est rapidement métabolisé par l'organisme permet d'épargner le glycogène et les réserves lipidiques au niveau musculaire (66).

Les glucides absorbés tout au long de la séance vont permettre, après épuisement de son stock en glycogène, un apport d'énergie direct en maintenant la glycémie, en évitant de puiser dans les réserves lipidiques et en favorisant le stockage du glucose dans les cellules musculaires moins actives (10).

L'apport de glucides permet également d'alimenter le cerveau en sucre et ainsi d'éviter la sensation de fatigue, de mauvaises coordinations gestuelles, des difficultés de positionnement dans l'espace (52).

Il a été également démontré que l'apport de glucose lors d'une épreuve intense d'une durée de 60 mins augmenterait les performances (amélioration des temps de courses, diminution de la Vo2 max, diminution des hypoglycémies) (32).

Dans les deux types d'efforts, il sera donc intéressant d'apporter différentes sources de glucides (glucose, fructose, saccharose, maltodextrine) de manière fractionnée et de préférence incorporée à une boisson.

La concentration en glucides pour une boisson idéale doit être comprise entre 2.5 et 5%, soit 25 à 50g/litre. Le choix de la teneur s'effectue en fonction de la température ambiante (38).

En effet, pour une température de 25°C, la concentration choisie est de 2.5%, en revanche lorsque la température descend en dessous des 10°C, comme dans la pratique du ski nordique, la concentration doit atteindre 5 à 8% de glucides (1).

Un apport toutes les 20 à 30 mins d'eau glucosée semble satisfaisant. Si le sportif préfère ingérer des aliments, le choix se portera selon leur index glycémique et leur capacité à être absorbés.

En effet, plus l'index glycémique de l'aliment est élevé, plus l'apport de glucose est important ; de même, plus vite l'aliment est absorbé, plus son énergie sera disponible rapidement pour l'organisme (1).

L'index glycémique (cf. tableau IV) permet de classer les aliments en fonction de la réponse post-prandiale en mesurant la vitesse d'absorption des glucides par l'organisme.

Il varie selon : -la nature des aliments, la présence de fibres, de protéines et de lipides

-la nature des autres nutriments

-le mode de préparation

-la cuisson

Glucose	100	Jus d'orange	53
Miel	90	Spaghettis	50
Corn-flakes	85	Petits poids	48
Riz blanc	80	Pomme	36
Pain Blanc	70	Yaourt nature	35
Pomme de terre bouillie	70	Lentilles	22
Mars	70	Légumes verts	10
Sucre	65		
Raisins secs	64		
Banane	53		

Tableau V : index glycémique d'aliments pouvant se retrouver dans l'alimentation du sportif (9).

La composition finale des produits consommés par le sportif doit être personnalisée et adaptée aux besoins et aux goûts de chacun. Les glucides simples (saccharose, glucose, fructose) auront une assimilation et une élévation de la glycémie rapide alors que les sucres complexes (amidon) ont une dégradation beaucoup plus lente avec une augmentation longue et modérée de la glycémie (71).

3.3 Besoins en lipides

L'utilisation des lipides pendant une compétition permet d'économiser les réserves en glycogène. Une prise alimentaire 3 à 4 heures avant un exercice de faible intensité entraîne une augmentation de l'insulinémie favorisant l'utilisation des glucides. Pour un exercice dépassant les 90 mins, la part des lipides dans la fourniture d'énergie augmente du fait de la diminution de l'insulinémie et de la diminution des stocks glucidiques. Pour un exercice de longue durée et de forte intensité, la concentration plasmatique de l'insuline diminue et la concentration des catécholamines augmente mais le métabolisme glucidique reste dominant (13).

La proportion du catabolisme est donc en fonction de la durée et de l'intensité de l'effort mais, même si ce dernier est important, un apport de lipides durant l'effort sportif n'est pas indiqué, sauf des conditions environnementales particulières comme l'alpinisme, la spéléologie ou la course automobile (36).

L'apport en glucides, sources d'énergie directement assimilable par les muscles reste la seule source d'énergie recommandée pour le sportif lors d'une compétition du fait que l'ingestion des lipides pendant l'activité physique ne modifie pas le métabolisme des substrats énergétiques (66).

Cette dernière notion est importante à comprendre pour permettre un conseil avisé sur le choix des boissons énergétiques longues durées qui peuvent contenir des mélanges de glucides, lipides, vitamines et minéraux.

3.4 L'apport hydrique

La déshydratation fait baisser les performances sportives et diminue l'endurance. Cette diminution est proportionnelle au pourcentage de diminution du poids de l'athlète pendant l'effort. Par exemple, une diminution du poids de 2% diminue les capacités de 20% (29).

Si l'athlète se prive de boire pendant l'effort, son organisme se fatigue plus vite, la fonction cardiaque s'accélère, la température du corps augmente, l'insuffisance rénale s'installe et le sportif risque la syncope (52).

Il est donc primordial pour le sportif d'apporter une source d'hydratation pour compenser et même dépasser ses pertes hydriques. En effet, au cours de l'exercice, la sensation de soif est souvent tardive et la consommation spontanée du sportif est toujours inférieure aux besoins réels de l'organisme. Il faut donc devancer les besoins en se forçant à boire régulièrement (cf. tableau V) sans aller dans l'excès qui pourrait être aussi néfaste lors de la compétition (envie d'uriner, lourdeur de l'estomac, vomissements) (10).

Le volume total ingéré durant l'épreuve doit être soigneusement calculé avant le départ. L'athlète doit tenir compte du type de l'exercice (intensité, durée), des conditions environnementales (température, humidité), des facteurs individuels (niveau d'entraînement) (52).

Perte de poids (kg)	Intervalle de temps entre les pauses-boisson (min)	Volume devant être bu (mL)	Volume de boisson à prévoir pour une équipe de 11 joueurs (L)
3,6	Séance déconseillée	-	-
3,4	Séance déconseillée	-	-
3,2	10	266	27,4
3	10	251	25,5
2,7	10	251	25,5
2,5	15	325	22,7
2,3	15	311	21,8
2,1	15	281	19,9
1,8	15	251	18,1
1,6	20	311	16,1
1,4	20	281	14,2
1,1	20	222	11,4
0,9	30	237	9,5
0,7	30	177	5,7
0,5	45	177	3,8
0,2	60	177	1,9

Tableau VI : Volume de boisson à prévoir et à consommer au cours d'une activité physique intense de 90 minutes. (71)

L'eau minérale ou du robinet, pure ou aromatisée est la boisson idéale pour le sportif. Toutefois, pour les épreuves de longues durées, une supplémentation en glucides et minéraux semble nécessaire pour l'optimisation des performances (29).

On distingue les exercices musculaires prolongés inférieurs à 3h00 où l'ingestion d'eau s'avère indispensable au maintien de l'endurance. De plus, elle améliore significativement la performance physique par rapport au même exercice pratiqué sans hydratation.

Pour les activités sportives supérieures à 3h00 comme les triatlons, les pertes de sodium par la sueur deviennent importantes et doivent être compensées dans la ration hydrique. Il est recommandé de supplémenter la boisson par 1 à 2g/L de chlorure de sodium

La boisson peut être également enrichie en glucides. Pour un effort de longue durée dans un climat modéré sans perte d'eau importante, l'apport en glucides est privilégié et représente 100 à 150g/L sous forme de polymères de glucose type maltodextrine dans le liquide de réhydratation. Pour un exercice de courte durée en ambiance chaude (+ de 25°C), l'apport d'eau devient prioritaire et le liquide de réhydratation ne contient plus que 50 à 60g/L de glucides (71).

La prise de la boisson doit être ensuite fractionnée tout au long de l'épreuve de façon à apporter 0.1 à 0.2 litre, soit une bouche pleine, toutes les 15 à 20 mins (12).

3.5 Besoins en vitamines, minéraux et oligo-éléments

Les apports en vitamines, minéraux et oligo-éléments ne sont pas nécessaires durant l'effort hormis un apport de sodium lors d'un exercice intense et /ou prolongé (37). L'essentiel portera sur la reconstitution des stocks en phase de récupération (38).

En effet, un sportif entraîné transpire beaucoup et de ce fait, la perte électrolytique est importante et n'est donc pas à négliger. Toutefois, il faut relativiser les besoins et ne pas dépasser les recommandations (14).

Sachant que 4 litres de sueur correspondent à une perte de 150mg de sodium, il ne faudra pas dépasser un apport de 1g de NaCl. Il faut donc lire attentivement la teneur en sodium de l'eau de boissons choisies avant de supplémenter car il existe de grandes variations entre les différentes eaux en bouteille que l'on trouve actuellement sur le marché (32).

D'une façon générale, il est fortement recommandé d'essayer les eaux de boisson en période d'entraînement afin d'observer leur tolérance au niveau digestif.

4 Plan de prise alimentaire en préparation d'une compétition

Les bases de la diététique du sport peuvent être appliquées à tous mais il existe des spécificités propres à chaque type de sport. On peut distinguer :

-Les sports brefs durant de quelques secondes à quelques minutes sont dits en « force explosive » ne sollicitent pratiquement que le système anaérobie alactique. Les plans de prise alimentaires ne seront pas appliqués ici, un régime équilibré satisfaisant en masse maigre sera une règle suffisante pour ce type de sport. Une alimentation équilibrée sans complémentation est suffisante. Il faudra tout de même respecter le délai du dernier repas avant compétition et instaurer une ration de récupération.

-Les activités mixtes, de quelques minutes à une dizaine de minutes comme les sports de combat ou le ski alpin sollicitent les trois systèmes métaboliques pour fournir l'énergie. L'équilibre alimentaire sera respecté avec une surveillance des apports en hydrates de carbone pour constituer les stocks. Le délai de latence entre le dernier repas et la compétition sera également respecté.

-Les activités pratiquées majoritairement en endurance sont, quant à elles, soumises à des règles diététiques plus strictes car les facteurs nutritionnels interviennent de façon majeure dans la performance sportive. Nous allons donc détailler dans ce chapitre le planning alimentaire destiné à ce type de pratique sportive en sachant que le respect strict de ces règles ne s'applique qu'aux sportifs d'endurance confirmés (36).

Le sportif d'endurance occasionnel pourra adapter à sa pratique les notions développées ci-après en respectant le corps de l'alimentation mais d'une façon moins stricte.

4.1 Pré compétition

La période de pré compétition est comprise entre J-7 et l'heure de départ de la compétition.

Les objectifs durant cette période sont de constituer des réserves maximales de glycogène, d'assurer un bon état des tissus musculaires, de prévenir les déficits en minéraux, de préparer la récupération et d'éviter tous problèmes digestifs (66).

-De J-7 à H-3 : Différentes méthodes sont possibles, le choix se fera en fonction des contraintes sportives et de la volonté de l'athlète :

-L'alimentation riche en glucides : 7 jours avant la compétition, le sportif réalise un effort intense et prolongé afin d'épuiser toutes ses réserves en glycogène au niveau des muscles qui seront sollicités lors de la compétition (38).

Les 3 premiers jours, le régime comporte une alimentation proche de la normale avec un apport énergétique quotidien réparti en 50% de glucides, 35% de lipides, 15% de protides. Le sujet continu à faire des entraînements courts.

Les 3 jours suivants, l'entraînement est arrêté et le régime est renforcé en calories. Le régime devient hyperglucidique avec 65 à 70% de glucides et normoprotéiques avec des aliments peu gras (poisson, volaille) (39).

-Le régime dissocié scandinave, plus strict et plus difficile à mettre en place chez des sportifs ayant des compétitions toutes les semaines mais qui permet d'obtenir des réserves en glycogène beaucoup plus importantes (38).

J-7, on épuise le stock de glycogène avec un exercice approprié et intense.

J-7 à J-4, régime pauvre en glucides (10% de l'AET) et très riche en lipides (70 à 80% de l'AET)

J-3 à J0, le régime sera hyperglucidique représentant environ 70% de l'AET (14).

Pendant toute cette période, il n'y aura pas d'activité physique. Ce type de régime a fait ses preuves mais n'est plus adapté aux méthodes d'entraînement intensifs actuels. Son application stricte n'est donc plus possible (36).

-Adaptation du régime dissocié scandinave :

J-6 à J-4 : régime mixte avec 50% de glucose et une phase d'entraînement.

J-3 : régime hyperglucidique comportant 10g/kg sans entraînement.

J-2 : régime hyperglucidique avec un entraînement léger (40 min à faible intensité)

J-1 : régime hyperglucidique avec adaptation aux contraintes du stress et du déplacement.

Repas moins copieux et spontané (52).

Quel que soit le choix de régime choisi par le sportif, il faut tenir compte de certains troubles digestifs courant lors des périodes de stress en pré compétition. Un régime allant du normal léger au régime sans résidus pourra être proposé. Ce type de repas sera généralement mis en place les deux derniers jours précédant la compétition. De plus, il ne faut pas oublier l'apport en eau qui devra être maximal durant toute cette semaine (10).

H-3 : le dernier repas ou la règle des 3 heures. Il est important que la digestion soit terminée au moment où débute l'épreuve. En effet, la digestion élève l'afflux sanguin vers le tube digestif réduisant d'autant le débit musculaire, cardiaque et cérébral ce qui entraîne une baisse des performances (66).

Le repas se fera en fonction des besoins en glycogène et de la digestibilité des aliments (cf. figure 6). En effet, le délai de digestion et d'absorption varie de 10mins à 1h30 pour les glucides, de 30mins à 4h pour les protéines et de 30mins à 5h pour les lipides. Il est donc conseillé un régime riche en glucides avec un apport restreint en lipides (66).

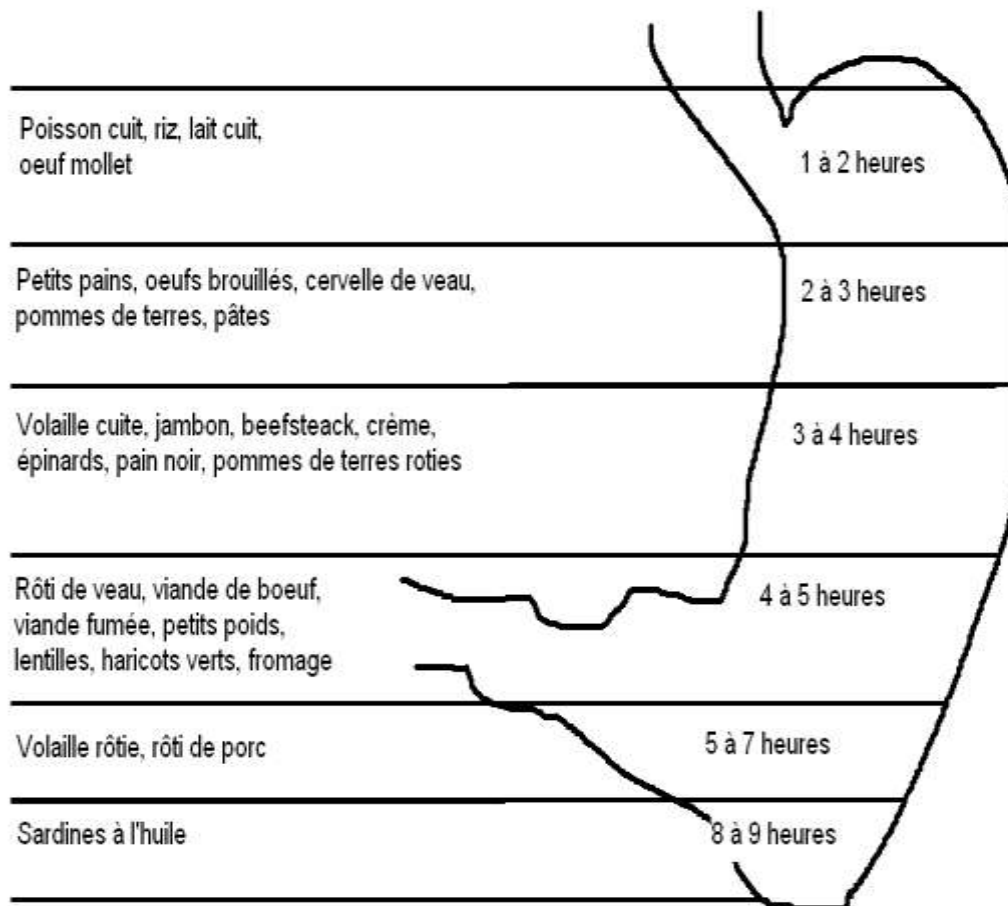


Figure 5 : Temps de passage des aliments dans l'estomac (13)

L'apport en eau est également important et doit être bien dosé pour présenter un capital hydrique élevé sans qu'il soit source d'inconfort digestif lors de l'épreuve.

L'intérêt d'un apport en fructose lors du repas par l'intermédiaire de fruits, de miel ou de boissons spécifiques riche en fructose peut être souligné car il limite les effets de l'hypoglycémie réactionnelle par son index glycémique peu élevé (38).

-La ration d'attente sert à préserver les réserves en glycogène musculaire. Il convient donc de proposer un apport externe de glucides au cours des 3 heures précédant la compétition. La quantité proposée dépendra du sport pratiqué et du stress ressenti (39).

En effet, le stress fait subir une décharge d'adrénaline à l'organisme qui peut entraîner une hyperglycémie brutale accompagnée d'une baisse des réserves en glycogène voir même d'une hypoglycémie réactionnelle et d'une contre performance. Le plus approprié pendant cette période d'attente sont les boissons apportant eau et glucides (5% de glucose + fructose au maximum), elles seront consommées à température ambiante à raison de 125 à 150ml toutes les 20 à 30mins en prenant soin d'arrêter de boire 30mins avant le début de la compétition (52).

Les menus seront étudiés et devront correspondre aux besoins du sportif (cf. tableau VI) et prendre en compte ses goûts. On peut envisager pour une activité sportive le dimanche, de préparer sur la semaine des menus adaptés et qui aideront le sportif dans sa préparation.

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
PETIT DEJEUNER	thé, muesli aux fruits secs, lait 1/2 écrémé, jus d'orange	café, pain complet beurré, fromage blanc+compote de pommes et poudre d'amande	thé vert, céréales au blé complet, fromage blanc, orange	café au lait, pamplemousse, pain aux céréales + beurre, noisettes	chicorée au lait, pain complet au levain, crème de marron, kiwi	thé au citron, pain beurré, riz au lait, salade de fruits	tartine de pain et miel, jus de fruits, fromage blanc
DEJEUNER	crudités, viande grillée, pâtes à l'olive, fromage, pain complet	salade composée à l'huile de noix, spaghetti aux fruits de mer, fromage, pain	salade verte, saumon papillote, semoule, laitage, pain complet	salade composée, escalope de dinde, blé, fromage, fruit	légumes crus, poisson blanc, riz semi-complet, laitage, pain	mâche, blanc de volaille, tagliatelles et gruyère râpé, compote de pomme	dernier repas pamplemousse sucré, un oeuf pâtes (ou riz) au yaourt aux banane, pain
COLLATION	banane, yaourt	Biscuits secs, pomme	pain aux céréales, pâte de fruit	Pain d'épice, laitage	banane, biscuit sec	pain au levain, fromage à tartiner, poire	compétition utilisation de produits diététiques adaptés au cours de l'effort
DINER	salade de lentilles, gratin de poisson, compote, pain complet	crudités, jambon blanc, purée, compote, pain complet	soupe de légumes, riz cantonnais, fromage, fruit, pain	salade de pomme de terre, légumes farcis, yaourt, pain complet, fruits	salade de crudités, rôti de veau, haricots verts, gâteau de semoule, pain	pasta party, salade verte à l'huile d'olive, compote	récupération potage légumes et pomme de terre, œuf à la coque, laitue à l'huile d'olive, fromage, pain au levain, fruits secs

Tableau VII : Exemples de menus en vue d'une compétition le dimanche (52)

4.2 Pendant la compétition

Pendant la performance sportive, un ravitaillement correct doit être effectué couvrant les 4 objectifs : la réhydratation, la recharge de l'organisme en sodium, fournir du glucose pour limiter les risques d'hypoglycémie et compenser les autres pertes minérales occasionnées par l'exercice et dont la répétition peut entraîner des carences (26).

Le choix de la ration va dépendre du type de sport pratiqué. Une alimentation purement liquide, semi-liquide ou solide en petite quantité (38).

-les aliments liquides : principalement représentés par les boissons glucidiques. Leur élaboration doit être faite avec soin et répondre à certaines exigences comme la teneur en glucides (mélange glucose et fructose) pour éviter l'hyperglycémie et l'hypoglycémie réactionnelle (cf. figure 7), un apport minéral suffisant pour compenser la fuite de minéraux dans la sueur (1g de sel de table par litre pour une eau dépourvu de chlorure de sodium, sinon se référer à l'étiquette de la bouteille pour connaître sa teneur en minéraux), un volume

suffisant pour éviter la déshydratation mais pas trop volumineux pour éviter la surcharge stomacale et enfin une température de boisson qui convienne à l'environnement du sportif (20).

En effet, la température de la boisson se révèle essentielle du fait de l'augmentation de la vitesse de la vidange gastrique par l'absorption de produits frais. Les boissons trop fraîches (inférieures à 5°C) ont un effet inhibiteur sur la thermorégulation physiologique et peuvent provoquer des désagréments tels que crampes, maux de ventre, diarrhée. La température idéale est comprise entre 10 et 15°C pour permettre de refroidir l'organisme en diminuant les pertes sudorales et la température corporelle tout en favorisant la prise spontanée par l'athlète (60).

Température du lieu d'entraînement ou de compétition	Pourcentage de glucides dans la boisson	Quantité de sel dans la boisson
<12°C	8% soit 80g/L	1g/L
12°C < T < 18°C	5% soit 50g/L	1g/L
> 18°C	2,5% soit 25g/L	1g/L

Tableau VIII : Quantité de glucides et proportion de sel dans la boisson selon la température (39).

La boisson doit être absorbée de façon régulière comme vue précédemment. Pour les sports collectifs, chaque moment de répit sera consacré à la réhydratation, en veillant à ne pas se surhydrater (39).

-les aliments semi-liquides : Les épreuves d'intensité moyenne permettent l'ingestion de ces aliments. Leur absorption en cours d'effort est rendue possible par une irrigation sanguine suffisante du tube digestif dû à la moindre puissance du travail musculaire. Le plus souvent, ces aliments sont présentés sous forme de gel (10).

-les aliments solides sont utilisés dans les sports n'entraînant pas d'onde de choc et dans les sports de longues durées afin d'assurer un apport en glucides lents. Selon la durée de l'épreuve, l'ingestion de solides peut atteindre l'équivalent de 2000kcal qui se trouve sous forme de barre de céréales, de pain d'épices, cake, barre énergétique (39).

L'ingestion de produits solides est rendue possible par le fait que la digestion et l'absorption est facilitée par la bonne irrigation du tube digestif (10).

Le choix du type d'alimentation entre solide ou liquide se fera en fonction du type de sport, de sa durée mais également selon les goûts de l'athlète (26).

4.3 La récupération

Consécutivement à l'effort, l'organisme est fatigué, les déchets se sont accumulés. On observe la présence d'acide lactique et d'acide urique, et certaines carences en minéraux comme le potassium, le sodium, le fer se sont installés. De plus, l'organisme présente un certain niveau de déshydratation (52).

Il semble donc indispensable d'apporter une alimentation et une hydratation adaptées aux besoins de l'athlète afin qu'il puisse récupérer ses stocks initiaux.

La période de récupération s'étend de la fin de la compétition jusqu'au lendemain où 5 objectifs devront être atteints :

- compenser la déshydratation
- renouveler les stocks en glycéniqes
- lutter contre le catabolisme protéique
- favoriser l'élimination des déchets
- combattre l'acidité liée à l'effort (36).

-La réhydratation : Dès l'arrivée, la prise d'eau bicarbonatée à une concentration d'au moins 50mmol/L, supplémenté en potassium, pour compenser les pertes sudorales est fortement recommandée à raison de 300 à 500ml environ.

L'hydratation doit être poursuivie avec une eau faiblement minéralisée, comme l'eau du robinet, consommée en petite gorgées répartie dans la journée et en dehors des repas (39).

-Les minéraux et vitamines : L'apport devra être conséquent pour compenser les pertes notamment liées à la sudation. Les fruits, légumes et potages sont donc particulièrement appropriés durant cette période. Une supplémentation en vitamine B1 qui joue un rôle prépondérant dans l'élimination de l'acide lactique peut être mis en place ainsi qu'une supplémentation en vitamine B6 qui favorise l'absorption du magnésium et la vitamine B9 pour l'absorption du fer (36).

Un apport supplémentaire en sodium n'est pas indiqué car l'alimentation occidentale couvre déjà parfaitement les besoins (52).

-Reconstitution du stock en glycogène : le repas d'après compétition sera riche en glucides (60 à 70% des AET), avec une préférence pour les glucides d'absorption lente, pour permettre la reconstitution des réserves en glycogène au niveau hépatique. L'apport de glucides devra se prolonger mais en moindre quantité pendant 48h afin de permettre la reconstitution du stock de glycogène au niveau musculaire (10).

-L'alcalinisation pour lutter contre l'acidose : Pendant un effort long et intense, l'acide lactique s'accumule provoquant une acidose métabolique. L'alcalinisation est donc conseillée. Elle s'effectue naturellement par l'élimination des déchets et par une consommation limitée voir exclue de produits d'origine animale, riche en protéines, qui donnent naissance à des dérivés acides et donc contradictoire avec la période d'alcalinisation (36).

La diurèse doit être facilitée pour permettre l'élimination des déchets azotés issus de la dégradation des protéines (52).

Ces habitudes de récupération sont extrêmement importantes pour permettre à l'organisme de retrouver un état favorable à la reprise de l'entraînement ou à la poursuite de la compétition.

Conclusion

Une alimentation équilibrée et adaptée selon le type de sport et son intensité permet donc à chacun d'optimiser ses performances.

Les conseils transposés dans cette 1^e partie sont principalement destinés aux sportifs ayant une activité physique importante. En revanche, la population qui pratique un sport de loisir peut également appliquer ces quelques conseils en les nuanciant.

L'essentiel à retenir, quelque soit la pratique et l'intensité du sport, est qu'il faut adapter ses apports aux besoins réels de son organisme. Une complémentation peut alors être mise en place afin d'arriver aux ANC recommandés pour le sportif, sans dépasser ses recommandations.

La supplémentation, c'est-à-dire un apport au-delà des ANC du sportif, n'est pas à envisager du fait qu'aucune étude à ce jour n'a montré que la supplémentation augmentait les performances et que des apports supérieurs aux ANC peuvent, en revanche, avoir des effets néfastes sur l'organisme.

Il semble donc indispensable de faire comprendre aux sportifs les besoins nutritionnels qui lui sont propres afin qu'il ne tombe pas dans la systématisation de la prise de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort.

Nous allons donc développer dans la deuxième partie, afin d'éclairer les consommateurs de compléments et de produits diététiques de l'effort, la réglementation, la nature et l'intérêt des actifs mis dans les compléments ainsi que les risques de dopage auquel le sportif s'expose lorsqu'il à recours à ces substances.

Des exemples de produits disponibles en officines et magasins spécialisés seront proposés pour illustrer ces propos.

**CHAPITRE II. LES COMPLEMENTS ALIMENTAIRES
ET PRODUITS DIETETIQUES DE L'EFFORT DANS LA
STRATEGIE DU SPORTIF**

Il existe aujourd'hui sur le marché, différents produits spécialement conçus pour les sportifs : les compléments alimentaires et les produits diététiques de l'effort.

Les compléments alimentaires présentent, pour certains d'entre eux, un réel intérêt pour le sportif ayant une activité physique soutenue. La prise de compléments va permettre d'atteindre les ANC recommandés si l'on ne peut ou ne veut augmenter de façon importante la ration alimentaire.

Les produits diététiques de l'effort sont, quant à eux, plus à discuter, en particulier en pratique sportive courante. Ces produits, souvent onéreux, ne sont pas indispensables et ne permettent pas, comme le clament souvent les publicités, l'amélioration des performances.

Il est donc important d'être vigilant et de bien connaître les produits consommés. Le pharmacien a un rôle important à jouer pour expliquer, conseiller sur leur choix, mais également mettre en garde sur les dangers qui découlent de l'achat de compléments à des fins diverses et qui peuvent présenter des risques en termes de santé (composition indéfinie) et en termes de loi avec la présence de substances considérées comme dopantes par les différentes instances sportives. Le consommateur doit donc rester vigilant et n'avoir recours qu'à des produits dont il connaît la provenance et la composition exacte.

1 Définitions et lois

L'officine représente aujourd'hui à elle seule, toutes indications confondues, 60% des parts de marché des compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort mais les ventes via Internet ne cessent d'augmenter. Devant l'essor de la consommation de ces produits diététiques et les dangers qui en découlent, une réglementation française, européenne et mondiale a été mise en place afin de permettre aux consommateurs de faire le bon choix dans cette offre grandissante.

1.1 Réglementation française

D'après le décret publié au Journal Officiel du 12 avril 1996, les compléments alimentaires sont définis comme des produits destinés à être ingérés en complément d'une alimentation courante afin de pallier l'insuffisance réelle ou supposée des apports journaliers. Ils permettent d'arriver aux ANC recommandés chez le sportif lorsque l'alimentation est insuffisante pour couvrir la totalité de ses besoins. Les ingrédients retrouvés dans la

composition des compléments sont donc des substances qui doivent être obligatoirement retrouvé dans notre alimentation quotidienne.

Le décret n°2006-352 du 20 mars 2006 permet de fixer la définition du complément alimentaire et de le différencier d'un médicament. Les compléments alimentaires doivent être considérés comme denrées alimentaires et doivent être présentés comme tels. Un complément alimentaire n'est donc en aucun cas un médicament, et à ce titre, il ne peut être attribué à ces produits des propriétés de prévention, de traitement ou de guérison de maladie. Toute substance ayant des propriétés pharmacologiques est donc exclue.

Les suppléments alimentaires à destination de sportifs s'adressent quant à eux, à des personnes qui ne souffrent d'aucune carence. Ils sont présentés comme destinés à augmenter les performances du sportif en pré compétition, pendant l'épreuve et comme pouvant améliorer sa récupération en post compétition. Mais les arguments indiquant une amélioration des capacités physiques sont difficiles à prouver.

Les produits diététiques de l'effort suivent leur propre réglementation. Ce sont des produits présentés comme répondant aux besoins nécessités par un effort physique particulier effectué dans des circonstances spéciales. L'arrêté du 20 juillet 1977 définit une classification avec d'une part les produits équilibrés et d'autre part les produits à prédominance glucidique ou lipidique. Cette dernière classification n'apportant semble-t-il aucun intérêt chez le sportif (5).

1.1.1 Les produits diététiques équilibrés

Ce sont des aliments équilibrés en glucides, protides, lipides, vitamines, minéraux et oligo-éléments. Ils peuvent donc remplacer un repas lorsque les circonstances ne permettent pas une prise alimentaire normale. Le produit doit donc contenir 50-60% de glucides, 27-33% de lipides et 13-17% de protides mais également des substances dites de protection qui englobent les vitamines et minéraux (B1, B6, C, Ca^{2+} , Mg^{2+}) (41).

L'étiquetage doit être clairement détaillé et la mention produit équilibré de l'effort doit être apposé afin de ne pas confondre avec de « faux produits de l'effort » qui n'entrent pas dans la réglementation compte tenu de leur composition en substances toniques : ginseng, carnitine, guarana,...(49).

Ce type de produit est de moins en moins utilisé par les sportifs et représente une faible part de marché des produits diététiques de l'effort. Ils peuvent néanmoins avoir une utilité dans certains sports où la prise d'un repas est difficile comme la randonnée, la course en haute mer, la spéléologie (60).

1.1.2 Les produits diététiques de l'effort à prédominance glucidique (cf. annexe 3)

Le produit diététique doit contenir au moins 60% de glucides avec une association de sucres simples et de sucres complexes. Selon la réglementation, la présence de vitamine B1 est obligatoire et doit représenter 3 à 9 mg pour 3000kcalories (49).

L'intérêt de la prise résulte dans leur apport énergétique et l'assimilation rapide des sucres. Il doit être pris en supplément d'une alimentation équilibrée afin de répondre aux besoins d'un effort immédiat, effectué notamment lors d'une compétition, ou dans des circonstances environnementales spéciales (marathon, alpinisme, cyclisme) (60).

L'étiquetage doit mentionner qu'il s'agit d'un produit diététique de l'effort et d'apport glucidique (30).

Différentes formes de produits peuvent être proposées aux sportifs :

- Les barres, pâtes de fruits et biscuits avec des teneurs en lipides et protides variables. Ils sont régulièrement consommés au petit-déjeuner, à la mi-temps d'un match, pendant un effort de moyenne ou longue durée ou en phase de récupération, deux heures après l'exercice.

- Les dragées et tablettes, peu encombrantes et facilement assimilées, sont surtout utilisées en ration d'attente, avant un effort important pour combler les effets du stress mais également lors d'un exercice d'endurance afin d'apporter l'énergie nécessaire pour soutenir l'effort.

- Les boissons glucidiques sont très utilisées par les sportifs pendant et après l'effort. Elles sont intéressantes d'une part par leur apport de glucides à index glycémique varié qui permet de maintenir une glycémie correcte et donc une source suffisante pour produire de l'énergie (glucose, fructose, amidon), de vitamines et minéraux et d'autre part pour lutter contre la déshydratation en apportant une quantité d'eau non négligeable.

Il existe un large panel de boissons glucidiques qui se différencient par leur arôme, pH, concentrations en vitamines, ce qui laisse un large choix aux consommateurs. Il faudra néanmoins tenir compte des concentrations parfois trop riches en sucres (plus de 60gr pour un litre d'eau) et en éléments minéraux avant de faire son choix (24).

1.1.3 Les produits diététiques de l'effort à prédominance lipidique

La proportion de lipides doit représenter un minimum de 33% de la valeur calorique totale du produit, avec une teneur en acides gras essentiels d'au moins 20% de la teneur en lipides et une présence obligatoire de vitamine B1 et B2 (5).

Ces produits ne se substituent en aucun cas à une alimentation équilibrée, il est d'ailleurs obligatoire pour le fabricant de porter sur ses produits, la mention suivante : « Produits destinés, compte tenu d'une alimentation normale, à répondre aux besoins d'un effort immédiat, effectué notamment lors d'une compétition, ou dans des circonstances d'environnement spécial » (30).

Le produit diététique est étiqueté «produit de l'effort et d'apport lipidique ».

En pratique sportive, ils sont de peu d'utilité car l'alimentation française apporte déjà très largement les apports recommandés. Ils doivent donc être limités à certaines pratiques sportives de moyenne et longue durée en atmosphère froide telles que la course de ski de fond ou la course de chien de traîneau (49).

1.1.4 Les produits diététiques de l'effort à prédominance protéique

Aucune réglementation concernant ce type de produit n'existe actuellement en France.

L'essentiel des consommateurs utilise les hyperprotéinés dans le but d'augmenter la masse musculaire.

Les consommatrices sportives ont plutôt recours à ce type de produit en vue d'un régime hyperprotéiné conduisant à une perte de masse adipeuse.

Il existe plusieurs sortes de poudres :

-celles contenant 25 à 50% de protéines, 30 à 35% de glucides et 4 à 8% de lipides. Elles sont indiquées pour les sportifs maigres ou « secs » au départ de leur supplémentation.

-celles contenant 80% de protéines conviennent plus particulièrement aux personnes présentant une plus forte proportion de masse grasse en début de supplémentation. Ces produits contiennent moins de 10% de glucides et moins de 1% de lipides et permettent aux

sportifs en excès de poids d'augmenter leur masse musculaire sans augmenter leur tissu adipeux (20).

La prise de ce type de produits conduit à une surveillance particulière. En effet, les hyperprotéinés et notamment les produits de régimes ne doivent pas être utilisés chez les mineurs, l'insuffisant rénal, l'insuffisant hépatique, chez la femme enceinte ou allaitante, chez la personne souffrant de troubles cardiaques. Ils ne doivent pas être associés à des laxatifs ou diurétiques et nécessitant une bonne hydratation régulière.

De plus, un certain nombre d'effets indésirables peuvent survenir lors de la prise de produits hyperprotéinés comme la mauvaise haleine liée à l'élimination des corps cétoniques par voie pulmonaire, une constipation, hypotension artérielle, crampes et faiblesses musculaires, chute de cheveux, asthénie (69).

1.2 Réglementation européenne

La directive 2002/46/CE du parlement européen et du conseil établi le 10 juin 2002 considèrent les compléments alimentaires comme des denrées alimentaires constituant une source concentrée de nutriments (vitamines, minéraux) seuls ou combinés, qui sont commercialisés sous forme de doses et dont l'objectif est de compléter l'apport de ces nutriments dans un régime alimentaire normal. Les ingrédients doivent faire partie d'une liste positive c'est à dire des vitamines et minéraux autorisés par la loi.

Chaque élément doit répondre à un dosage maximal qui est différent selon les personnes auxquelles le complément s'adresse (femme enceinte, personne âgée, adolescente...). La réglementation énonce donc une liste des limites maximales autorisées afin de garantir une utilisation normale des compléments.

Chaque ingrédient doit faire partie de ceux qui sont autorisés et être présent à dose définie.

L'étiquetage doit être clair et de nombreux renseignements doivent être porté sur l'emballage : noms des catégories de nutriment ou substances caractérisant le produit, la dose journalière recommandée, un avertissement sur les risques d'une surconsommation, une note informative sur le fait qu'un complément ne doit pas remplacer une alimentation équilibrée et variée.

Depuis le 31 juillet 2003, les pays membres de l'Union européenne doivent respecter cette directive en appliquant dans leurs pays respectifs des dispositions administratives, législatives et réglementaires.

1.3 Réglementation mondiale

Le comité international olympique (CIO) coordonne la lutte antidopage et réglemente la prise de compléments alimentaire et produits diététique de l'effort au niveau mondiale. La surveillance de cette consommation est difficile du fait des différences de réglementation entre les pays et le développement de moyen de communication comme Internet où il est plus facile de se procurer de pseudo compléments alimentaires qui peuvent contenir des substances dopantes.

Produits dopants selon le CIO :

- | | |
|--------------------------------------|--|
| -Amphétamines et autres excitants | -Hormones peptidiques |
| -Stupéfiants antidouleurs | -Diurétiques et autres produits masquants |
| -Cortisone, corticoïdes | -Bêtabloquants |
| -Testostérone et autres anabolisants | -Anesthésiques locaux et molécules de synthèse |

Le sportif doit donc être vigilant sur sa consommation de compléments alimentaires et produit diététique de l'effort car il est responsable de ce qu'il ingère. En effet, une prise naïve de produit(s) dopant(s) pourrait entraîner son exclusion ou sa disqualification d'une épreuve sportive en raison d'un test anti-dopage positif.

2 **Produits diététiques ergogènes : entre fiction et réalité**

Les scientifiques désignent par ergogènes toutes substances présentent ou non dans notre alimentation et supposées exercer une influence positive sur la performance.

Les résultats de différentes études, lorsque celles-ci sont effectuées selon les normes scientifiques, n'ont pas pu montrer la réelle efficacité de ces produits et pourtant, leur consommation ne cesse de croître.

Nous allons évoquer les principales substances ergogéniques utilisées et trouvées sur le marché en évoquant leurs indications, les sources, les précautions d'emploi et les risques en termes de santé et de dopage lorsqu'elles sont consommées.

2.1 Prétendues effets des aides ergogéniques

De nombreux sportifs de haut niveau, voir même de loisir, consomment des aides ergogéniques dans l'espoir de voir évoluer leurs performances. Dans notre société dominée par la compétition, la consommation de ce genre de produits est en forte augmentation. Pourtant aucune étude à ce jour n'a montré leur réelle efficacité.

Les prétendues aides ergogéniques auraient des effets à différents niveaux :

- stimulation du système nerveux central et périphérique
- augmentation du stockage et de la disponibilité des substrats limitants (glucides, créatine, chrome)
- action en qualité de sources énergétiques supplémentaires permettant le maintien de la glycémie durant toute la durée de l'effort (glucides, triglycérides)
- diminution ou neutralisation des capacités métaboliques intermédiaires (bicarbonate de sodium, phosphates) permettant un apport direct de l'énergie aux cellules.
- récupération facilitée (52).

Ces effets « miraculeux » peuvent cependant avoir des conséquences néfastes sur la santé qui peuvent aller de simples désagréments passagers (douleurs abdominales, tremblements) à des désordres plus graves (insuffisance rénale, hypervitaminoses, accoutumance) et potentiellement chroniques. Avant de consommer ces compléments et produits diététiques de l'effort, il faut donc s'assurer de leur innocuité et bien lire l'étiquetage même si celui si ne garantit pas toujours le produit qu'il désigne (66).

2.2 Substances ergogènes

Une substance ergogène, comme nous l'avons vue précédemment, se définit comme substance possédant des propriétés améliorant les performances sportives. Certaines font partie de notre alimentation alors que d'autres sont considérées comme produit dopant (amphétamines, anabolisants).

En règle générale, peu d'études fiables montrent le réel intérêt de ces substances dans l'amélioration des performances.

Il semble tout de même intéressant de détailler quelques unes de ces aides ergogéniques retrouvées dans notre alimentation ou pour la plupart, apportées par le biais de produits diététiques destinés aux sportifs.

On distinguera différentes catégories de substances selon les effets attendus sur l'organisme du sportif.

2.2.1 Croissance musculaire

Cet effet est principalement recherché en haltérophilie et autres sports où la puissance musculaire est de rigueur. Le sportif va chercher dans ses produits une augmentation de la taille des muscles et de la puissance musculaire.

-La Créatine est le complément « star du moment » puisqu'il aurait la propriété d'augmenter les performances. Mais il est également le plus controversé (64). L'augmentation spectaculaire de sa consommation a poussé les dirigeants à réagir et se poser la question de l'éventuel effet dopant sur l'organisme (20).

La créatine, amine quaternaire, est synthétisée principalement au niveau des reins, du foie et du pancréas à partir d'acides aminés que sont l'arginine, la glycine et la méthionine. Cette synthèse endogène représente une production quotidienne d'1 gr de créatine. Le reste du pool est apporté par l'alimentation notamment par la viande rouge.

Chez un individu normal sédentaire, les apports journaliers se situent entre 50mg et 1g, ce qui équilibre largement les pertes urinaires estimées à 50mg/j (13). Les doses actuelles proposées aux sportifs sont de l'ordre de 20 à 25g/j, ce qui correspond à la consommation de 4 à 5kg de viandes rouges par jour.

La créatine, sous forme phosphorylée, possède quatre fonctions métaboliques importantes lors de l'exercice physique qui vont intéresser le sportif :

- régénération immédiate de l'ATP, seul composé chimique utilisable par les muscles.
- transport d'énergie entre les sites majeurs de production de la cellule musculaire (mitochondries) et les sites d'utilisation (myofibrilles).
- tampon d'ion H^+ , permettant un meilleur contrôle de l'équilibre acido-basique à l'intérieur de la cellule musculaire.
- modulation de la glycolyse par contrôle des activités enzymatiques de la phosphorylase et de la phosphofructokinase.

Sa consommation permettrait aux sportifs, lors d'entraînement, de prendre de la masse ou d'augmenter la puissance musculaire. Elle diminuerait également la phase de récupération pour des exercices de type anaérobies (52).

D'après la littérature scientifique, la consommation de carnitine n'aurait que peu d'effets secondaires transitoires tels que nausées et troubles gastro-intestinaux, céphalées, crampes et contractures musculaires, coup de chaleur (66). En revanche, des études récentes montrent qu'une supplémentation de longue durée accompagnée d'un programme de musculation adéquat faciliterait la prise en masse de l'athlète (Bemben et al. 2001 ; Branch 2003 ; Lehmkuhl et al. 2003) mais il faut rester vigilant sur le fait qu'il puisse simplement s'agir d'une amélioration de la capacité d'entraînement plutôt qu'à un effet anabolique de la créatine.

À ce jour aucune étude scientifique n'a permis de démontrer que cette substance pouvait à elle-seule augmenter la masse musculaire (64, 26).

La France a une position ambiguë sur la consommation de créatine. Notre pays n'interdit pas sa vente même si la DGCCRF et le ministre de la jeunesse et des sports ont tenté de s'opposer à sa distribution (13). Cette substance n'est d'ailleurs pas considérée par les instances sportives comme produit dopant et interdit dans la pratique sportive.

Quoi qu'il en soit, avant la mise en place d'une supplémentation en créatine, il convient de vérifier que l'entraînement physique est optimal avec un programme cohérent et apte à maximiser les capacités du sportif sans entraîner des effets néfastes sur la santé.

-La L-carnitine et la gPLC :

L-Carnitine, ou « Vitamine B7 », est la molécule active de la carnitine. Elle possède donc les mêmes propriétés mais une meilleure disponibilité que la carnitine. (52). La consommation régulière de chair animale constitue donc un apport suffisant en L-carnitine.

En tant qu'acide aminé, la carnitine existe sous 2 formes biologiques : L-carnitine et D-carnitine ; seule la forme L est physiologiquement active. La présence de D-carnitine produit une déplétion de la L-carnitine. Il en résulte une inhibition de l'activité de l'acylcarnitine transférase. Cette inhibition enzymatique a été mise en cause dans les myasthénies et rhabdomyolyse chez des sportifs ayant ingérés de fortes doses de carnitine avant un effort prolongé. Actuellement, les risques sont moindres puisqu'il ne persiste que 1% de D-carnitine dans la production de L-carnitine. Le danger apparaît seulement lors de la consommation de fortes doses (13).

Les mécanismes d'action sont les mêmes que ceux évoqués pour la créatine.

Les sportifs ont recours à cette substance pour ses vertus de « brûleur de graisse » ou encore « substance-tampon » et qui aurait la propriété d'abaisser la lactacidémie et donc de diminuer crampes et courbatures (63).

Malheureusement, aucune étude n'a véritablement démontré ces phénomènes et l'effet de l'administration de L-carnitine est resté souvent nul dans l'amélioration des performances sportives chez les sujets testés. Ces absences d'effets peuvent témoigner en la faveur d'une évidence physiologique : l'apport supplémentaire d'une substance n'entraîne pas d'augmentation de son efficacité lorsque cette substance est déjà présente en quantité suffisante dans l'organisme (17).

Le gPLC® (glycine Propionyl-L-carnitine) est une forme dérivée de la L-Carnitine : le propionyl-L-carnitine associé à un acide aminé: la glycine. Cette substance est, selon le laboratoire qui le commercialise, la forme de L-carnitine la plus perfectionnée et la plus efficace que l'on connaisse actuellement. Cette amélioration réside dans la nette augmentation de l'absorption de la L-carnitine grâce à la glycine au niveau de la barrière intestinale.

Le gPLC a donc les mêmes effets que la L-carnitine « naturelle ». Il améliorerait également, selon ce même laboratoire, l'élimination des toxines qui se forment pendant le métabolisme énergétique (20).

Les effets positifs et négatifs sur l'organisme seront les mêmes que ceux de la carnitine développés auparavant.

La gPLC® n'est pas un produit miracle qui permet une augmentation de la masse musculaire mais seulement une amélioration biochimique de la carnitine, molécule déjà présente dans notre organisme.

Que se soit la carnitine, la L-carnitine ou le gPLC, la supplémentation de façon contrôlée est possible mais pas obligatoire. En effet, aucune étude n'a démontré, à ce jour, un éventuel effet sur la performance sportive. Même si la prise de ces substances n'est pas interdite par la loi et non considérées comme dopantes, la supplémentation ne doit pas être systématique mais contrôlée et proposée que dans certaines situations comme chez le sportif végétarien, les régimes amincissants ou en début de saison d'entraînement.

-La L-glutamine, acide aminé le plus produit dans les tissus musculaires (60%) favorise la synthèse protéique et le stockage du glycogène (44). Elle contribue également à l'équilibre acido-basique en permettant l'élimination de l'ammonium et joue un rôle dans la synthèse des protéines et la protection immunitaire.

Elle est consommée par le sportif car elle protégerait la masse musculaire en cas de stress, reconstituerait les réserves en glycogène, augmenterait de façon significative le taux de l'hormone de croissance et jouerait un rôle prépondérant dans la formation de l'ATP (66).

Un déficit en glutamine peut être observé chez le sportif et est souvent le signe d'un surentraînement. Les principaux signes de carences sont les infections principalement au niveau des voies aériennes supérieures (13).

Ce problème de déficit peut se régler simplement par un apport suffisant de glucides dans l'alimentation du sportif.

En théorie, une supplémentation en glutamine pourrait prévenir les faiblesses immunitaires dont souffrent beaucoup d'athlètes sur entraînés mais aucune étude sérieuses n'a démontrée sa réelle efficacité (52).

Aucune réponse sur la propriété ergogénique de la glutamine ne peut donc être donnée en vue des résultats des dernières études scientifiques.

La consommation de glutamine ne provoque pas de désagrément chez l'athlète et est autorisée par les autorités françaises.

- **La choline**, synthétisée par notre organisme, est un constituant essentiel des phospholipides des membranes cellulaires (52). Apportée naturellement par l'alimentation (jaune d'œuf, foie, levure de bière, chou), elle améliore la régénération cellulaire et elle participe à la synthèse du neurotransmetteur: l'acétylcholine qui agit au niveau cérébral et périphérique (au niveau de la plaque motrice). Son apport ergogène favoriserait l'absorption des nutriments et participerait à la gestion de l'effort musculaire (44).

La supplémentation chez des animaux carencés a montré une diminution de l'accumulation des lipides dans le foie mais en aucun cas une diminution de la masse grasse en faveur de la masse musculaire.

Souvent représentée comme « booster » du métabolisme énergétique et « mangeur de graisses », la choline est régulièrement présente dans les compléments destinés aux culturistes (52).

La consommation de choline n'est pas dangereuse pour le sportif, mais n'apporte pas non plus d'avantages. On remarque cependant à fortes doses des effets indésirables d'ordre gastro-intestinal (nausée, diarrhée).

À ce jour, aucune recherche n'est venue confirmer l'action positive de la choline sur la performance du sportif (13).

-La Glutacholine®, actif breveté par le laboratoire Pierre Fabre, contient à la fois de la glutamine et de la choline en association.

Cette substance est présentée comme ayant les effets synergiques de ces 2 molécules.

-Le D-ribose est un pentose qui est à l'origine de l'ATP, source énergétique universelle, et qui entre également dans la composition de l'ARN et de l'ADN et donc de la synthèse de protéines.

Les industries des compléments nutritionnels pour sportifs prétendent que cette substance améliore la récupération musculaire en la diminuant, fournit un regain d'énergie et améliore l'endurance et la fonction cardiaque (66).

Les sportifs l'utilisent pour réactiver le tonus musculaire cependant des tests chez des cyclistes n'ont pas démontré de résultats statistiquement significatifs (46).

Les études sur le ribose en supplément d'une alimentation équilibrée et adaptée aux besoins du sportif sont relativement rares. Deux d'entre elles concluaient à une légère amélioration de la production d'énergie lors de séances de pédalage, sans que ces résultats ne soient réellement significatifs.

De plus, la consommation de ribose entraîne des effets secondaires indésirables au niveau du tube digestif de l'ordre de nausée, douleurs gastriques, diarrhée.

La consommation de ribose n'est donc pas à recommander (66).

-Les oligo-minéraux stimulants:

Seuls les minéraux et oligo-éléments qui n'ont pas été traités dans la première partie seront développés ici.

Le Chrome est un oligo-élément souvent présenté comme alternative légale aux stéroïdes anabolisants et à l'hormone de croissance humaine (GH) (13).

il stimule l'insuline qui d'une part régule le glucose et d'autre part joue un rôle dans le transport des acides aminés et donc dans la synthèse et le métabolisme de protéines.

Le chrome se trouve dans bons nombres d'aliments facilement accessibles comme les céréales, le pain complet, les champignons, les asperges, les pommes.

Certains ont donc conclu que le chrome contribuerait à l'augmentation de la masse musculaire et éviterait les hypoglycémies lors de régime hypocalorique (14).

La plupart des recherches scientifiques sur la supplémentation du chrome n'ont pas été concluantes et ont même souvent abouti à des résultats négatifs. Aucun gain de masse n'a été constaté même lors d'une administration de chrome à forte dose.

Pourtant, la vente de ce type de produit ne cesse d'augmenter, cette frénésie inquiète les spécialistes de la santé, d'autant plus qu'il n'existe aucune étude sur les effets à long terme de la consommation de chrome mais le risque supposé serait une compétition entre les différents minéraux et oligo-éléments présents dans l'organisme. En effet, une étude a démontré un dysfonctionnement de l'absorption du fer suite à une supplémentation en chrome (66).

Il est tout de même indéniable qu'un bon apport en chrome est nécessaire au sportif mais l'apport journalier ne doit pas dépasser pas 200µg. La supplémentation devra donc être évitée.

Le Bore est un minéral dit « ultra-oligoélément » qui aurait la capacité d'améliorer le métabolisme du calcium et du magnésium et d'augmenter la synthèse de testostérone, propriété souvent recherchée par les culturistes pour ses effets anabolisants (52).

Il est souvent présenté comme étant aussi efficace qu'un stéroïde anabolisant sans en avoir les effets indésirables nocifs (32).

En regard des rares études menées sur le sujet, les suppléments en bore ne modifient pas les concentrations en testostérone chez les individus ayant les apports nutritionnels adéquats. Chez les sportifs ayant une activité physique importante, une étude a démontré qu'une supplémentation de 6mg de bore, n'augmente pas la proportion de la masse maigre au profit de la masse grasse. (35).

En vue du peu d'études significatives, qui ont été menées sur le bore, la consommation totale de cet oligo-élément ne doit pas dépasser 10mg/jour (14).

-Le β-hydroxy-β-méthylbutyrate (HMB) est un produit très en vogue dans le milieu du culturisme. Il est produit physiologiquement par l'organisme en très petite quantité (0.2 à 0.4gr/jour) à partir d'acides aminés comme la Leucine. Cette substance va agir en réduisant le catabolisme musculaire après un effort intense (il est souvent présenté comme capable d'accroître la masse musculaire et la combustion des graisses) (52).

La majorité des tests effectués l'ont été sur les animaux et non chez l'Homme. Néanmoins, les résultats ont conclus à une réduction du catabolisme musculaire après un exercice intense. Sur la base de ces résultats, l'industriel qui possède le monopole de fabrication de cette substance affirme que le HMB contribuerait à la fabrication de tissus musculaire et à la combustion des graisses (13).

La supplémentation, aux vues des résultats peu probants et de la non objectivité des études, ne doit pas être envisagée pour le moment dans l'attente de nouvelles expertises.

-Les Triglycérides de chaîne moyenne (TCM) sont rapidement absorbés et transportés dans le foie où elles sont aussitôt métabolisées afin d'apporter l'énergie aux muscles lors d'épreuves d'endurance.

La promotion récente de cette substance repose sur le fait qu'elle améliore l'absorption des graisses du fait de sa petite taille et de sa solubilité plus importante comparée aux triglycérides à chaîne longue. Les industriels produisant des compléments pour sportifs ont ainsi avancé qu'une supplémentation en TCM épargnerait le glycogène musculaire et fournirait de l'énergie aux muscles à l'effort et plus particulièrement lors d'exercices en endurance (71).

Pour les consommateurs de TCM, il est important de souligner les effets indésirables qui peuvent être graves du fait de la faible tolérance du système digestif. Il faut donc bien connaître les premiers signes d'intolérance qui se manifestent par des crampes abdominales et des diarrhées (52). De ce fait, toute allégation relative à leurs bienfaits est interdite en France (loi du 13 août 1991).

De plus, toutes les études recensées n'ont pas démontré de résultats intéressants sur la performance sportive. Il a même été prouvé que l'absorption de glucides associés aux TCM annihilait les résultats bénéfiques de ce dernier (66).

Il semble donc déconseiller, de part les effets potentiels graves et le manque de résultats intéressant de proposer un supplément à base de TCM pour le sportif.

2.2.2 Les extraits de plantes stimulantes

La littérature scientifique disponible sur les effets ergogènes d'une supplémentation à base de plantes est limitée. En effet, la plupart des recherches et articles sur le sujet sont publiés dans des journaux chinois, russes ou bulgares et les allégations avancées sont régulièrement issues de ses colloques qui n'ont pas été validés par la communauté scientifique internationale (73).

-La caféine est une « substance excitante » de la famille des alcaloïdes présente dans les cafés, thés, guarana, cacao, maté ou boissons au cola. La plupart de ces produits apportent une dose de caféine de 30 à 100mg, mais il existe aussi de nombreuses préparations, disponibles sans prescription et qui peuvent contenir des doses plus importantes, de l'ordre de 100 à 200 mg par portion (66).

Cette substance est utilisée dans le milieu du sport pour ses effets psychotropes. Son pouvoir excitant s'explique par la stimulation de la libération des neuromédiateurs de l'effort, l'adrénaline et la noradrénaline, et de ce fait contribue à une meilleure adaptation au stress et repousse le stade d'épuisement. La prise de cette substance liée à un effort de longue durée peut également stimuler et accélérer la combustion des graisses corporelles (62).

La caféine est donc connue pour ses propriétés en termes d'économie du glycogène musculaire, mais cet effet se limite aux quinzaines premières minutes qui suivent son absorption. D'après les recherches sur cette substance, il a été montré que la consommation de caféine engendrait une augmentation des taux sanguins d'acides gras, qui seraient ainsi utilisés en priorité par les muscles, épargnant de ce fait les réserves de glycogène musculaire. Il se pourrait également que la caféine exerce un rôle sur l'enzyme chargé de métaboliser le glycogène. Il s'ensuit donc une économie de réserves mais aussi une stimulation du système nerveux central (52).

Des études sérieuses confirment que la consommation modérée de caféine peut améliorer les performances. Cet effet s'obtenant pour des doses de 3 à 4mg/kg de poids corporel ingérées une heure avant l'effort (13).

Il faut mettre en garde sur la prise de caféine, car chaque personne réagit différemment. Certains athlètes ne verront aucun changement après la prise de caféine alors que d'autres, pourront présenter des effets secondaires avec notamment une accélération du rythme cardiaque, des maux de tête, des spasmes musculaires, une plus grande nervosité ou des troubles gastro-intestinaux (71).

Le bénéfice métabolique de la consommation de caféine semble donc illusoire d'autant qu'il a été démontré que la consommation d'un régime hyperglucidique et la prise d'un dernier repas glucidique annulent toute action ultérieure éventuelle de la caféine (64).

-La graine de guarana contient à très fortes doses une forme de caféine (plus de 4,5g pour 100g) parfois appelée guaranine et d'autres alcaloïdes comme la théophylline (0,4g) et la théobromine. Plante bien connue pour ses propriétés toniques, diurétiques et thermogènes. Le guarana peut être utilisé chez le sportif pour sa propriété de brûleur de graisses durant différentes phases: d'une part en pré compétition afin de perdre du poids et d'autre part pendant l'effort afin de produire des molécules d'ATP supplémentaires, mais aucune étude scientifique n'a validé ses propriétés.

L'extrait de guarana, très riche en caféine, est également un stimulant très efficace pour combattre les états de fatigues physiques et mentales (52).

Les effets indésirables et précautions d'emploi sont les mêmes que pour la caféine.

La prise de guarana doit donc être surveillée et rester dans des doses raisonnables de caféine pour éviter l'apparition d'effets délétères.

-Le Ginseng, véritable ginseng de « Corée » est présenté comme « l'adaptogène » le plus efficace, c'est-à-dire qu'il va agir sur l'organisme et permettre son adaptation face à des situations de stress et améliorer les capacités de transport d'oxygène dans le sang. Il est utilisé sous forme d'extraits, et contient plusieurs substances chimiques telles que les « triterpénoïdes saponides » ou encore des « ginsénosides ». Outre ces principes actifs, on observe la présence de choline (précurseur de neurotransmetteurs), de vitamines B1, B2, C et de pectines (64). Grâce à ses nombreux principes actifs, le ginseng possède des propriétés stimulantes et antioxydantes. Il augmenterait aussi la capacité d'absorption en oxygène de l'organisme et implicitement les performances physiques (52).

Le ministère de la santé, qui admet les caractères stimulants et tonifiants du ginseng, considère toutefois que sa consommation ne doit pas dépasser 2g/jour et doit s'effectuer uniquement sous forme de cure lors des périodes les plus délicates de la saison (fatigue, préparation intense). Cette restriction tend à éviter une éventuelle dépendance et à ne pas occasionner d'effets indésirables chez les grands consommateurs tels que maux de tête, irritabilités, troubles gastro-intestinaux (35).

Son utilisation doit être déconseillé aux femmes enceintes et la dose adaptée selon l'apparition des signes de toxicité. La consommation adéquate serait de 1 à 1.5gr/jour avec une proportion de 10 à 20% de ginsénosides sur une période de 20 à 30 jours.

La prise de ginseng est tout à fait licite puisque aucune instance sportive ne le mentionne sur sa liste de produits dopants. Il faut seulement éviter les sources de ginseng dont les origines n'ont pas été contrôlées et qui peuvent donc contenir d'autres substances dopantes (66).

-L'Eleuthérocoque, racine de Sibérie, est récoltée dans certaines provinces de Chine et de Corée. Le principe actif est extrait à partir des racines contenant les éleuthérosides, auxquels elle doit ses propriétés « adaptogènes ». Elle possède les mêmes propriétés que le ginseng.

Cette plante est donc utilisée dans les compléments alimentaires des sportifs pour stimuler l'aptitude physique et mentale, le métabolisme, la résistance et l'endurance dans des conditions stressantes.

Des travaux scientifiques ont montré lors d'une étude (éleuthérocoque VS placebo) au cours d'un cycle hivernal d'entraînement comprenant de la musculation à raison d'une prise de 1800mg d'éleuthérocoque pendant trois semaines, que comparativement au groupe placebo, il

n'y avait pas d'augmentation significative d'un gain de force (63).

Les effets indésirables et précautions d'emploi restent les mêmes que ceux qui sont indiqués pour le ginseng.

-**Le Tribulus Terrestris** est une plante utilisée depuis des centaines d'années pour traiter les problèmes sexuels.

Il contient plusieurs composés actifs incluant des saponosides stéroïdiens qui doivent représenter 45% des constituants. Parmi ces saponosides, la protodioscine doit prédominer.

Le mode d'action semble complexe. Sans être une hormone, on lui attribue des effets hormonaux (68). Il a été déclaré, selon des sources peu sérieuses et sans fondement scientifique, que la consommation de *Tribulus Terrestris* permettrait l'augmentation des taux de LH et de testostérone libre. Il semble peu probable que cette plante aux actifs anabolisants produise cet effet chez l'homme. En effet, les stéroïdes que l'on trouve dans cette plante ne peuvent être convertis par le corps humain en testostérone et autres molécules anabolisantes. En conséquence, les allégations en faveur d'une augmentation de la masse musculaire n'ont pas de base scientifique sérieuse (77).

Une étude scientifique américaine (Human performance laboratory, University of Nebraska, Kearney, NE68849-3101, USA) a étudié les propriétés de cette plante sur la composition corporelle et la performance physique chez quinze sujets qui ont consommé 3.21mg/kg de poids corporel pendant huit semaines contre un groupe placebo. Il en résulte qu'une supplémentation en *Tribulus Terrestris* n'a aucune incidence sur la performance physique ni sur la prise en masse musculaire (74).

Malgré des allégations positives, il existe peu de travaux scientifiques validés qui prouvent la réelle efficacité des produits proposés. Or, même si les plantes ne répondent pas forcément aux espoirs de performance des sportifs, elles possèdent néanmoins des substances actives qui peuvent être dangereuses. La consommation de suppléments à base de plantes doit donc être encadrée et l'automédication évitée.

2.2.3 Articulations et tendons

Les articulations et les tendons sont des parties du corps très sollicitées lors des activités physiques. Tout au long de l'existence, les cartilages subissent un stress physiologique et en vieillissant deviennent plus fragiles. Pour prévenir ces signes de

vieillesse, les sportifs peuvent se tourner vers des compléments contenant de la glucosamine et de la chondroïtine.

- **La glucosamine**, élément important entrant dans la composition des cartilages, est composée de glucose et d'un acide aminé, la glutamine. Cette molécule est fabriquée dans l'organisme pour favoriser la construction et la consolidation des articulations.

La supplémentation dans le milieu du sport est observée chez les pratiquants de musculation ou d'haltérophilie qui mettent régulièrement leurs articulations à l'épreuve et dont les cartilages vont s'user plus rapidement. La forme commercialisée est extraite de la carapace des crustacés de type crevette et se présente sous la forme de sulfate de glucosamine.

Ce dernier est régulièrement consommé par les sportifs mais également par une population souffrant d'arthrose, particulièrement dans l'objectif de réparer et entretenir les tissus conjonctifs. Ces allégations sont souvent mentionnées, mais malheureusement aucune étude à ce jour n'a pu montrer l'efficacité de cette molécule.

Une étude randomisée, en double-aveugle incluant un groupe placebo et réalisée en 2004, a conclu qu'il n'y avait pas de mise en évidence de l'avantage de la glucosamine sur l'arthrose du genou (21).

Cependant, une méta analyse de 15 études cliniques portant sur l'efficacité de supplémenter en chondroïtine et glucosamine montre que ces deux substances ont un réel effet sur les douleurs, la rigidité des articulations et la qualité de vie des patients.

La dose optimale de glucosamine pour obtenir les effets bénéfiques sans les effets secondaires (selles molles, douleurs gastro-intestinales) serait de 1500mg/jour. De plus, il faudrait un traitement de plus de 3 ans pour voir apparaître un ralentissement de la destruction du cartilage (31).

Les effets de l'utilisation de la glucosamine sur l'organisme restent donc flous et ne permettent pas, en vu des dernières études de recommander la supplémentation chez le sportif.

- **La chondroïtine** est un constituant essentiel du cartilage. Naturellement produite par l'organisme, elle contribue à la formation et à l'entretien du tissu cartilagineux permettant la solidité et la souplesse des articulations. Tout comme la glucosamine, cette substance est utilisée chez des sportifs qui mettent les cartilages et les articulations à rude épreuve. La chondroïtine est produite à partir d'extrait de trachée de bovins d'élevage. Ce conduit des voies aériennes supérieures est principalement constitué d'un tissu cartilagineux riche en chondroïtine (13).

Les études, comme celles qui sont présentées précédemment pour la glucosamine, ne montre pas de réel intérêt de l'utilisation de la chondroïtine pour combattre la destruction du

cartilage. De plus, la prise de chondroïtine peut engendrer quelques désagréments gastriques de type vomissement qui pourrait être délétère pour une performance sportive (31).

La synergie entre la glucosamine et la chondroïtine est souvent mise en avant dans les compléments alimentaires. L'analyse comparative de l'efficacité de la glucosamine d'une part, de la chondroïtine d'autre part puis des deux substances ensemble (22), ne montre aucun effet bénéfique sur la prise de ces substances. Seul point positif de cette étude est qu'il a été démontré l'innocuité de ces molécules.

2.2.4 Récupération

Après des épreuves intenses, le corps de l'athlète souffre de différents maux comme les crampes ou les courbatures. Les substances développées dans cette partie, permettraient de diminuer cette période de récupération et ainsi d'enchaîner plus facilement les épreuves.

- **BCAA** (Branched-Chain amino acids) sont des acides aminés à chaînes ramifiées qui aident le muscle à synthétiser d'autres acides aminés voire des protéines pour fabriquer la fibre musculaire (52).

Les principaux BCAA que l'on peut tirer de l'alimentation sont la Leucine, l'Isoleucine et la Valine. Ils sont stockés dans le muscle et directement utilisés comme combustibles par l'organisme pendant des efforts d'endurance ou lorsque les réserves glucidiques sont déficitaires. Ils sont indispensables au bon fonctionnement du métabolisme musculaire et énergétique (66).

Théoriquement, la supplémentation en BCAA (ou AACR en français) au cours de l'exercice physique serait intéressante pour trois raisons :

-couvrir leur excès d'utilisation, car il existe dans les circonstances de l'entraînement une augmentation de leur oxydation. Toutefois, les apports en protéines contenus dans la ration alimentaire couvrent largement les besoins. De plus, aucune étude n'a montrée une augmentation de la performance sportive après supplémentation en BCAA.

-rétablir le rapport plasmatique tryptophane-BCAA, dont l'augmentation entraîne une activité sérotoninergique accrue avec la survenue d'un état de fatigue mais l'efficacité réelle des BCAA reste controversée.

-obtenir un effet anti-catabolique pendant et après l'effort mais là aussi, aucune étude n'a pu le démontrer (69).

L'apport recommandé en BCAA va dépendre de la teneur en principaux acides aminés :

Leucine (42mg/kg/jour), Isoleucine (19mg/kg/jour), Valine (24mg/kg/jour) et des quantités de protéines directement apportés par l'alimentation. Des apports protéiques au-delà de 3g/kg/jour peuvent avoir des conséquences sur la fonction rénale (69). L'ostéoporose liée à l'augmentation des fuites urinaires de calcium et la déshydratation due à la majoration de l'excrétion urinaire d'azote qui majore les pertes hydriques (49).

De plus, l'utilisation de BCAA doit être contre indiquée dans les familles ayant des antécédents de maladie génétique du métabolisme de ces acides aminés.

Par les effets indésirables graves que peut engendrer la consommation de BCAA, la vente de produits contenant cette substance sont interdits en France. L'achat par des circuits parallèles via Internet est fortement déconseillé. De plus, une consommation adéquate en glucides constitue une bien meilleure stratégie et inhibe l'utilisation par les muscles des acides aminés ramifiés pour la production d'énergie (66).

– **Les antioxydants** sont, avec les minéraux et les vitamines, les substances les plus retrouvées dans les compléments alimentaires quels qu'ils soient. Ils ont pour but de limiter le stress oxydant provoqué par l'oxygène dans notre organisme. Ils vont ainsi permettre la protection cellulaire visant à éviter les états inflammatoires du stress pouvant diminuer les performances sportives. Parmi les anti-oxydants les plus présents dans les compléments alimentaires, on trouve :

Les β -carotènes sont des « tétra terpènes » extraits le plus souvent de légumes comme les carottes. Ces molécules vont agir en tant qu'anti-oxydant en éliminant les radicaux libres présents dans nos cellules lors d'oxygénations intenses comme après un effort (30).

Les bioflavonoïdes, antioxydants naturels, ne sont pas des nutriments essentiels, mais ils améliorent l'efficacité de la vitamine C. Il est d'ailleurs possible, lors d'un défaut d'apport de vitamine C, ou chez le sportif en condition de stress, de compenser ce déficit par une ration riche en bioflavonoïdes. Mais là encore, aucune donnée scientifique n'est disponible (49).

Le coenzyme Q10 (ubiquinone dans sa forme oxydée et ubiquinol dans sa forme réduite) semble le plus utilisé des antioxydants dans le milieu sportif. Il fait partie intégrante du système de transport d'électrons de la phosphorylation oxydative mitochondriale. Le CoQ10, composé liposoluble présent dans toutes les cellules, se retrouve en grande quantité dans le tissu myocardique (78). Elle possède un rôle dans le métabolisme énergétique, dans l'élimination des radicaux libres et le recyclage de la vitamine E (52).

Les travaux de Kamikawa ont établi que comparativement à un placebo, le CoQ10 permettait d'allonger un exercice physique à allure croissantes chez les patients souffrant d'angine de poitrine. Fort de ces résultats, le monde scientifique a étudié l'effet chez des sportifs sains mais le produit n'a pas tenu ses promesses et les valeurs retrouvées étaient semblables que pour un placebo (66).

Les études peu convaincantes, ajoutées au rôle ambigu du CoQ10 présenté comme pro ou anti-oxydant selon les données scientifiques, ne poussent pas à la supplémentation.

Les vitamines sont des éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Le sportif d'endurance doit privilégier les vitamines C (agrumes, fruits exotiques...) et E (huiles vierges, germe de blé) car ce sont des substances antioxydantes qui permettent de lutter contre le vieillissement cellulaire. Une alimentation équilibrée permet d'apporter toutes les vitamines nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Toutefois, chez le pratiquant mal préparé avec une alimentation et un entraînement mal adaptés, il peut y avoir des déficits. Mais bien avant d'avoir recours à une complémentation, la première chose à faire est de rééquilibrer la ration alimentaire en y ajoutant fruits et légumes riches en vitamines (52). Malgré toutes ses précautions, une complémentation peut être envisagée lors de phase de préparation intensive et inhabituelle. Dans ce cas, il s'agit plus de complémentation pour permettre d'obtenir les ANC recommandés mais en aucun cas d'une supplémentation. Le risque de la supplémentation existe. L'hypervitaminose peut provoquer des troubles importants, notamment avec les vitamines liposolubles (A, D, E, K), et induire maux de tête, troubles de la vue, dessèchement de la peau, perturbation des fonctions hépatiques, calculs rénaux (66). Pour éviter les surdosages, certaines recommandations sont à évoquer sur les compléments vitaminiques : préférer les compléments polyvitaminiques d'origine naturelle (acérولا), en cure de deux à quatre semaines en les limitant à trois cures/an (13).

Les minéraux et les oligo-éléments interviennent, comme nous l'avons vu précédemment, dans de très nombreux processus biologiques. Le pouvoir anti-oxydant est retrouvé principalement pour le zinc et le sélénium (levure, germe de blé, foie, fruits de mer...).

Le potassium, le chlore, le sodium et le phosphore sont importants lors de l'activité physique, mais la supplémentation n'est pas à envisager du fait de leur représentation importante dans l'alimentation du sportif. En revanche, la supplémentation de trois minéraux semble justifiée (calcium, fer, magnésium).

Des cures régulières peuvent être proposées, surtout à l'approche d'une compétition et en particulier :

- le fer pour les femmes, les végétariens et les pratiquants de sport d'endurance
- le magnésium pour les anxieux, les sports de vitesse et de résistance
- le calcium pour les sportifs ne consommant pas de lait ou produits laitiers, les sportifs convalescents en cas de fracture.

Néanmoins, cela reste une complémentation en cas de carence et non une supplémentation. En effet, aucune étude sérieuse n'a encore prouvé qu'un apport en oligo-éléments et minéraux au-delà des ANC augmentait la performance.

Les données permettant d'affirmer que la supplémentation en divers antioxydants neutralise la formation de radicaux libres induite par l'exercice sont peu convaincantes. Une recommandation raisonnable serait d'avoir une alimentation équilibrée comportant toutes les classes d'aliments indispensables et en quantité adéquate. Ainsi, les nutriments antioxydants seront directement apportés par l'alimentation et le sportif n'aura pas besoin de recourir à quelque supplémentation.

Les substances pouvant intéresser le sportif sont donc nombreuses mais non dénuées d'effets néfastes sur l'organisme. Le sportif doit donc être attentif lors du choix des produits qu'il va consommer. Devant le large panel disponible actuellement sur le marché, il semble judicieux d'orienter le consommateur vers quelques exemples de produits disponibles en officines et magasins spécialisés afin de lui permettre de faire le bon choix.

3 Exemples de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort disponibles à l'officine et magasins spécialisés.

Devant la profusion de produits destinés au sportif que l'on peut actuellement trouver sur le marché, il semble indispensable de proposer différents exemples de produits disponibles en officines et magasins spécialisés en détaillant leur composition et les effets attendus chez l'athlète qui en consomme.

3.1 Les produits de préparation à l'effort

Les produits de préparation à l'effort permettraient d'augmenter les réserves énergétiques et ainsi de potentialiser la puissance musculaire.

La plupart des produits vante leur capacité à augmenter les performances du fait d'une meilleure mise en réserve de l'énergie en phase de préparation et une meilleure mise à disposition de cette énergie pendant l'effort.

Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration
Elite Fitness Pasta SCIENTEC NUTRITION	10 Sachets Cuisson de 50g	Préparation à l'effort	Protéines (hyperprotéinés), glucides complexes, lipides, sodium, potassium.	Les glucides favorisent les réserves énergétiques par le renouvellement du glycogène. Les protéines sont proposées pour augmenter l'anabolisme protéique.	1 Sachet au déjeuner et/ou au dîner
Brownie Multisports SCIENTEC NUTRITION	Barres	Préparation à l'effort	Protéines (hyperprotéinés), glucides complexes dont fibres, lipides, phosphatidylcholine, sodium, phosphore, calcium, magnésium, fer, vit. B1	Les glucides vont maximiser les réserves énergétiques en produisant des molécules d'ATP. Sert d'en-cas énergétique avant une compétition de part sa forte teneur en glucides et protéines.	Consommer 1/4 à 1/2 BROWNIE MULTISPORT jusqu'à 1h avant tout effort physique
Energie Support Gamme GOLD SPECIFICS SOLGAR	Gélules	Préparation à l'effort	Ginseng, créatine, coenzyme Q10, acide alpha lipoiqque, vit. B3, vit. B12	Augmentation de la production d'ATP. Le ginseng provoque une action tonique et évite le stress de la compétition.	2 gélules végétales par jour en début de repas
Sport B CONCEPT NUTRI	Gélules	Préparation à l'effort	Vit. B, C, E, Zinc, Mn, Mg, Béta carotènes, Se, Eleuthérocoque	Prévention des déficits en Vitamines. Action anti- oxydante et donc protectrice des cellules musculaires.	2 gélules par jour
Oligo ERGYSPO	Solution buvable	Préparation à l'effort	Plus de 30 minéraux essentiels au sportif (Mg, Cu, K, Cr, Fe, Zn, Mn, Mo, Se)	Prévention contre les baisses en minéraux essentiels lors de la préparation aux efforts intensifs. Retard de l'arrivée des crampes.	1 à 2 doses-bouchon, à distance des repas.
ISOXAN SPORT	Comprimés	Préparation à l'effort	Vit (C, E, B5, B6, B2, B1, B9, B12), Beta carotènes, Mg, Zn, Cu, Se, Fe	Riche en vitamines et en minéraux qui vont transporter l'oxygène et donc présentés comme permettant de développer des qualités de force musculaire même en anaérobie.	2 comprimés par jour (cure de 1 mois)
Energy Cake EAFIT	Gâteau	Préparation à l'effort	Glucides, maltodextrines, phosphate de calcium, chlorure de sodium, carbonate de Mg, vitamines (C, PP, B5; B6; B2, B1)	Recharge les réserves énergétiques et donc le glycogène cellulaire par les glucides complexes (maltodextrines) avant l'effort. Permet de libérer une quantité d'énergie importante.	1/3 voire 1/2 de gâteaux 1h30 avant l'effort

Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration
Meal Shake EAFIT	Solution buvable	Préparation à l'effort	Protéines de lactosérum, Ca, protéines de blanc d'œuf, Carbonate de Mg, Gluconate de Fer, Vitamines (C, E, PP, A, B5, B6, B2, B1, B12),	Recharge pleinement les réserves énergétiques grâce aux glucides et aux protéines. Régénère le potentiel musculaire après l'effort en retardant les crampes (Mg).	2 Rations entre les repas par jour en fonction des besoins
Protergy Pasta EAFIT	Sachet	Préparation à l'effort	Protéines de pois de haute valeur nutritionnelle, semoule de blé dur	Garantit un apport nutritionnel équilibré par la présence d'aliments des 5 groupes. La forte teneur en protéines optimise la construction musculaire Les glucides maximisent le potentiel énergétique.	prendre 1 sachet 12h avant
EssentiALL Formula EAFIT	Sachet	Préparation à l'effort	Protéines de lactosérum à dispersion instantanée, minéraux: citrate de Ca, de Mg, valine, isoleucine, glutamine, arginine, leucine, vitamine C, acide alpha-lipoïque, vitamine E, PP, A, B6, B2, B1, B12	Contient tous les nutriments: vitamines, minéraux, anti-oxydants et AA qui vont être indispensables pour la construction, la protection et le bon fonctionnement des muscles. Les minéraux comme le Mg vont diminuer la chance d'avoir des crampes après l'effort.	1 Sachet à prendre le matin dans un verre d'eau ou de jus de fruit
Préparation à l'effort EAFIT	Comprimés	Préparation à l'effort	BCAA, Ginseng, 9 Vitamines (C, E...), 9 minéraux dont 6 oligo-éléments (Béta-carotènes, Se), Probiotiques	Contient des anti-oxydants comme le bêta-carotène qui vont protéger le muscle contre les radicaux libres produits par l'effort. Le ginseng va tonifier l'organisme.	3 comprimés par jour pendant 15 jours
ACTIV G SPORT CLIPTOL	Sachet et solution buvable	Préparation à l'effort	Dextrose, fructose, glutathione, Phosphate de Ca, Citrate de Na, de K, Carbonate de Mg, vitamines C, E, B1, Béta-carotène, maltodextrines	Prévention du manque d'énergie par la présence de sucre qui vont favoriser la production d'énergie. Protection des cellules musculaires par les anti-oxydants.	1 sachet à diluer dans 500mL d'eau ou 1 mesurette rase de 30mL à diluer dans 500mL d'eau

Tableau IX : exemples de produits diététiques pour la préparation à l'effort.

3.2 Les produits de l'effort

La prise de ces produits n'a d'intérêt que lorsqu'ils appartiennent à la classe des aliments équilibrés de l'effort ou des aliments de l'effort à forte teneur en glucides et que la pratique du sport amène inévitablement à les consommer.

La consommation de produits équilibrés de l'effort peut être bénéfique si le sport est pratiqué dans un milieu hostile et où le ravitaillement ne peut se faire (alpinisme, régates). Il remplacera alors un ou plusieurs repas.

Ces produits sont souvent conditionnés sous un faible volume, rendant leur utilisation plus pratique (7).

La prise de produits de l'effort à forte teneur en glucides ne doit pas supplanter un repas, ils viennent en complément d'une alimentation équilibrée et ne doivent être utilisés que dans certaines pratiques sportives. Parmi ces produits, on distingue :

- les boissons : riches en glucides rapides, vitamine B1 (indispensable à la bonne assimilation des sucres), en sodium et potassium. Ces boissons peuvent être consommées en quantités modérées (100 à 150mL par ½ heures) dans les sports d'endurance (30).

- les pâtes et barres énergétiques : composées de glucides, lipides et protéines, elles peuvent être utilisées en complément de la boisson seulement, lors d'activités physiques intenses et de longues durées (raid, randonnées).

- les dragées : sources de glucides purs peuvent répondre à un besoin immédiat en complément de la boisson si l'effort est intense avec un risque d'hypoglycémie élevé (7).

Norm du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration
Dosette Inergy Red Blaster EAFIT	Dosettes énergétiques des efforts intenses	Pendant l'exercice	Dylacarboloze (gomme guar, minéraux (K), extrait actif de maté, d'éléuthérocoque, de gingembre, de guarana, de kola, vitamines (C, P, B12, B1, biotine)	Eleuthérocoque est présenté comme favorisant la résistance à l'effort physique, tout en améliorant la récupération, grâce aux vertus adaptogènes et stimule les défenses naturelles de l'organisme. Les extraits de guarana, kola et maté vont permettre de stimuler l'organisme tout au long de l'effort pour éviter les épisodes de fatigue.	1 dosette au moment des phases d'effort maximal
Dosette Inergy + EAFIT	Dosettes énergétiques de la performance	Pendant l'exercice	Polycarbaloze, extrait actif de ginseng, de shiitake, gelée royale, propolis, minéraux (Fe, Mn, Cu), Vitamines (B6, B2, B1, acide folique)	Ginseng exerce une activité tonique sur l'organisme en stimulant les performances physiques et intellectuelles. La gelée royale est un reconstituant et un stimulant de l'état général, qui favorise une meilleure résistance. Le propolis et le shiitake stimulent les défenses naturelles tout en exerçant une action anti- oxydante qui permet de lutter contre le stress oxydatif de l'effort.	1 dosette avant l'effort et 1 par heure pendant l'effort e/ou 1 dosette en phase de récupération.
Energetic EAFIT	Gélules	Pendant l'exercice	Glucoplex (Glucose, fructose, malto dextrines), caféine, sodium, 7 vitamines, fibres	Glucoplex (complexe glucidique) va assurer une quantité d'énergie suffisante. la caféine stimule les performances physiques chez la plupart des sportifs: elle améliore l'absorption du glucose et facilite son oxydation par les muscles. Les vitamines C et E aident à limiter le stress oxydatif. Les vitamines du groupe B facilitent le métabolisme musculaire.	1 à 3 gélule(s) maximum selon la durée de l'effort en association avec une hydratation régulière

Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration
BARRE D'ENERGIE FLASH CLIPTOL	étui de 5 barres de 30g	Pendant l'exercice	Maltodextrines, germe de blé, glutacholine, miel, polydextrose, abcots séchés, oxyde de Mg, vitamine C, sorbate de K, oxyde de Zn, vitamine B1	Les glucides rapides permettent de libérer de l'énergie rapidement. Les maltodextrines vont prendre le relais pour prévenir des baisses de régimes.	1 barre par jour
GEL D'ENERGIE FLASH CLIPTOL	étui de 5 barres de 30g	Pendant l'exercice	Glutacholine, pectines de fruits, acide citrique, lactate de Mg, de Zn, vitamines C, B1.	La glutacholine va fournir la choline, constituant essentiel du muscle. La vitamine C va fournir de l'énergie.	1 barre par jour
INERGY + EAFIT	Préparation pour boisson isotonique	Pendant l'exercice	Dextrose, minéraux (Na, K, Mg), Vitamines (C, B6, B1)	Les dextroses sont des glucides à diffusion rapide à modérée permettant de répondre besoins énergétiques et hydriques de la plupart des activités sportives. L'absence totale d'acidité couplée à l'osmolalité proche de celle de l'organisme permet de garantir une hydratation et un apport énergétique optimal.	Diluer 75g de poudre dans 3/4 litre d'eau Consommer pendant l'effort 1 à 2 pleines gorgées toutes les 10 minutes
Inergy Pro EAFIT	Boisson isotonique en poudre des efforts intenses	Pendant l'exercice	Maltodextrines, minéraux (Zn, Na, Mn, K, Cu, Mg, Se, Ca, Vitamines (C, PP, B5, B6, B2, B1, B12)	Assure une réhydratation et un apport énergétique optimal. Les maltodextrines, complexes glucidiques vont assurer une couverture énergétique maximale	75g de poudre dans 1/2 litre d'eau froide
Inergy Malto EAFIT	Boisson énergétique des efforts longue durée	Pendant l'exercice	Maltodextrines, fructose, sel, minéraux (K, Na, Mg), Vitamines (C, B6, B1, B2)	Libérations de sucres et donc d'énergie (maltodextrines) vont couvrir les besoins énergétiques des efforts de longue durée. Les minéraux et les vitamines assurent les manques de carence dus à l'effort.	150g de poudre dans 3/4 litre d'eau froide
Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration

Rep Blaster EAFIT	Poudre à diluer	Pendant l'exercice	Maltodextrines, minéraux (Zn, Na, Mn, K, Cu, Mg, Se, Ca), extraits de guarana, extraits de citus aurantium, poudre de jus de betterave, bêta-carotène, Vitamines (C, PP, B5, B6, B2, B1, B12)	les maltodextrines garantissent un apport énergétique, les extraits actifs de citus aurantium et de guarana riche en caféine sont présentés comme capables de mobiliser les graisses pour servir de carburant disponible rapidement.	1 barre inergy 30min à 1h30 après l'effort pour accélérer la récupération
Barre énergétique Inergy EAFIT	Barre	Pendant l'exercice	Protéines de lait, beurre de cacao, amidon, amandes, noisettes, L-cystine, vitamines (C, B3, E, B5, B6, B2, B1, A, D, B12, acide folique, biotine)	Vitamines favorisent l'assimilation des nutriments énergétiques.	
ISOXAN SPORT PRO BOISSON ACTIVE	Sachet à diluer	Pendant l'exercice	Ca, Mg, mélange vitaminique (Vit C, bêta-carotènes, B6, B1, A) bioflavonoïdes d'agrumes.	Les minéraux permettent de tamponner l'excès de production d'acide lactique. Les anti-oxydants limitent le stress oxydatif au niveau musculaire. Les apports glucidiques complètent la fourniture en énergie et les vitamines du groupe B aident à son assimilation pendant l'exercice physique.	1h30 avant l'effort prendre un sachet à diluer dans 75 mL d'eau et boire la totalité
Over Blast SCIENTEC NUTRITION	Dosettes de 25g	Pendant l'exercice	Glucides, Caféine, Electrolytes (Cl, Na, K), Extraits concentrés de panax, ginseng, Kola, Propolis et gingembre, vitamines (C, B1, B2; B5, B6; B12)	Apporte un effet "coup de fouet" lors d'efforts d'intenses ou prolongés Repousse les limites de la fatigue Renforce les défenses naturelles de l'organisme	1 à 2 doses par heure à l'entraînement ou en compétition en fonction de l'intensité de l'effort
Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration

VO2 Max SCIENITEC NUTRITION	Sachets à dissoudre dans de l'eau	Pendant l'exercice	Protéines (hyperprotéinés), Glucides, Bioflavonoïdes, Extrait de gingembre, Electrolytes (Na, PO4, K, Ca, Cl, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Se, Zn), vitamines (A, C, E, B1, B2, B5, B6, PP, B8, B9, B12)	Améliore la réhydratation et compense les pertes vitaminiques et minérales pendant les efforts intenses et de longue durée. Accélère la récupération en optimisant les réserves de glycogène.	500mL de solution pendant l'exercice et 500mL immédiatement à la fin de l'épreuve.
VO2 Max Barre SCIENITEC NUTRITION	Barre de 45g	Pendant l'exercice	Protéines (hyperprotéinés), Glucides, Fibres, Vitamines (A, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, C, D, E)	Les protéines sont présentées pour augmenter l'anabolisme protéique. Fournit à l'organisme l'énergie rapidement disponible dont il a besoin (Glucides). Ces glucides vont également contribuer à reconstruire les réserves en glycogène pour les efforts d'endurance.	1 à 3 barres par jour, en complément d'un produit d'hydratation, ou suivre les recommandations d'un professionnel du sport ou de la santé.

Tableau X : exemples de produits diététiques à prendre pendant l'exercice. Les produits de récupération et de réparation

3.3 Les produits de récupération et de réparation

Ces produits permettent de mieux gérer la récupération en évitant l'apparition des crampes et courbatures. Elle diminue la fatigue musculaire et régénère les stocks de glycogène et de protéines.

Leur prise est indiquée pour les sports d'endurance dont les épreuves s'étalent sur plusieurs jours et dont les phases de récupération sont très courtes.

Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration
Energy Recup EAFIT	Poudre à diluer	Récupération	Protéines de lactosérum, minéraux: gluconate de Mn, carbonate de Mg, carbonate de K, gluconate de Zn, bicarbonate de Na, gluconate de Cu, antiagglomérant: phosphate tricalcique, vitamines: C, E, PP, A, B5, B6; B2; B12, B1, B9, B8- bêta-carotènes, extrait de raisin, levure riche en sélénium, extrait de melon tiré en superoxyde dismutase.	Se réhydrater rapidement(isotonicité), limiter l'acidité post-effort(Basicité), compenser ses pertes en minéraux et renouveler son pool de vitamines. Reconstituer ses réserves en glycogène avec des apports de glucides à IG moyen à élevé (fructose, dextrose,...), assurer rapidement une recharge protéique et limiter le catabolisme musculaire, limiter les crampes, courbatures, ainsi que le stress oxydatif lié aux oxydations intenses.	A consommer jusqu'à 1h30 après l'effort à raison de 50g de poudre dans 37,5cL d'eau froide pour une récupération intense et un réhydratation optimale.
Barre hyperprotéinée Protergy EAFIT	Barre (33% de protéines)	Récupération	Concentré de protéines de lait, minéraux: citrate disodique, phosphate bicalcique, phosphate disodique, chlorure de K, carbonate de Mg, sulfate de Mn, pyrophosphate de Fe, oxyde de Zn, iodure de K, sélénite de Na, molybdate de Na, L-cystine, vitamines: C, PP, E, B5, B6, B2, B1, A, Acide folique, biotine, D, B12.	Contient des protéines pour l'anabolisme protéique au niveau du muscle, des oligo-éléments pour éviter la fatigue musculaire post-effort et donc les crampes. Ces éléments vont également recharger les réserves de l'organisme pour faciliter la récupération.	une barre Protergy 1h avant l'entraînement ou dans l'heure et demi qui suit l'effort.
Elite Fitness Bar SCIENTEC NUTRITION	Barre	Récupération	Protéines(15g, hyperprotéinées), glucides, Vitamines: A, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, C, D), minéraux: Ca, Cl, Fe, F, I, Mg, Mn, Mo, P, K, Se, Na)	Les protéines vont augmenter l'anabolisme protéique du muscle, les glucides vont permettre de leur fournir de l'énergie pour éviter le phénomène de surentraînement. Les minéraux vont permettre de rétablir l'équilibre hydrominéral.	1 à 2 barres par jour, à consommer après l'effort.
Nom du produit Labo	Galénique	Indications	Composition	Action revendiquée	Posologie et mode d'administration

ENDURANCE B CONCEPT	Gélules	Récupération	Vitamines A, B, C, E, Mg, Zn, Se, Mn, Béta-carotènes, Marc de raisin, Ginseng	Prévenir les carences habituelles des sportifs d'endurance: vitamines A, B, C, E, Mg, Zn, Se, Mn. Assurer une protection anti-oxydante maximale grâce à l'association de vitamines C, vitamine E naturelle, béta-carotène, Zn, Mn, Se et le marc de raisin. Le ginseng va stimuler l'organisme pour éviter l'effet d'épuisement.	1 à 2 gélules par jour en période d'entraînement.
D-RIBOSE SOLGAR	Poudre	Récupération	D-ribose	Le D-ribose est un sucre qui permet de nourrir les tissus, particulièrement ceux des muscles cardiaques et pépéniques.	3 cuillères à thé par jour soit 2,2 à 6,6 g de D-ribose.
ERGYSTIM RECUP	Gélules	Récupération	Principaux nutriments: carbonates, citrates, bicarbonates, Mg, Ca, K, Vitamines B1, B2, B3, B5, B6.	Contient les principaux nutriments : Bicarbonates pour éviter l'acide lactique et donc les crampes en synergie avec le magnésium.	2 à 3 gélules par jour au cours du repas du soir.
ACTIV G SPORT Récupération CLIPTOL	Sticks à diluer ou en poudre à diluer	Récupération	Acide citrique, maltodextrines, guta choline (mélange de protéines de blé riche en glutamine/lécithine de soja), oxyde de Mg, gluconate de K, peptides de riz, dioxyde de silicium, chlorure de sodium, aspartame, vitamines B3, B5, B6, B12, B1 et B9	Glucides complexes (maltodextrines) fournissent au muscle des molécules d'énergie. Contient des minéraux pour restaurer l'équilibre hydrominéral atteint lors de l'effort.	2 à 3 sticks par jour ou 2 mesurées rases (soit 16g) de poudre à diluer dans 500 mL d'eau

Tableau XI : exemples de produits diététiques de récupération.

4 Substances interdites

Un problème grandissant se pose sur l'utilisation de compléments dont les sources d'approvisionnements ne sont pas garanties de sécurité. Internet en est un exemple en proposant des produits dont la composition est mal définie et/ou pouvant contenir, à l'insu ou non du consommateur, des substances potentiellement considérées comme dopantes et qui peuvent être dangereuses pour la santé.

Notre société pousse à la performance, contraignant l'athlète à se surpasser chaque jour un peu plus. Le stress des compétitions, la volonté d'améliorer ses performances pousse l'individu à utiliser des stratagèmes qui peuvent le pousser à consommer des substances interdites. Leur absorption à court ou long terme peut dans certains cas augmenter les capacités de l'athlète, mais lui fait surtout courir le risque de s'exposer à de lourdes conséquences au niveau de sa santé et de la pratique de son sport lors de contrôle positif au test antidopage.

4.1 Listes des substances non autorisées

4.1.1 Lois

Le code de la santé publique considère que les dopants dont l'usage doit être interdits sont « les substances et procédés de nature à modifier artificiellement les capacités ou à masquer l'emploi de substances ou procédés ayant cette propriété »

Le code mondial antidopage et en particulier son article 4.3.1 déclare que, pour être inscrit sur la liste des interdictions, une substance ou un procédé doit remplir deux des trois critères suivants :

- Avoir le « potentiel d'améliorer les performances sportives »
- Présenter « un risque réel ou potentiel pour la santé du sportif »
- Être « contraire à l'esprit sportif tel que décrit dans l'introduction du code »

Le choix des substances et procédés entrants dans la catégorie des produits dopants appartient à l'Agence mondiale antidopage, au sein de laquelle, la France joue un rôle actif (24).

Les substances que l'on retrouve dans la composition de certains compléments et produits diététiques de l'effort peuvent être considérées comme dopantes. Il convient donc d'être vigilant et de connaître les substances entrant dans la législation du dopage.

Les substances et procédés (cf.tableau X) peuvent être interdits en permanence (pendant et hors compétition) ou seulement lors d'une compétition et ne peuvent concerner que certains sports.

	Classe des substances interdites en permanence (en et hors compétition)	Classe des substances interdites en compétition (ou autorisées hors compétition)	Classe des substances interdites dans certains sports	Procédés interdits en permanence (en et hors compétition)
Classe S.1 - Agents anabolisants	X			
Classe S.2 - Hormones et substances apparentées	X			
Classe S.3 - Bêta-2-agonistes	X			
Classe S.4 - Agents ayant une action anti-oestrogènes	X			
Classe S.5 - Diurétiques et agents masquants	X			
Classe S.6 - Stimulants		X		
Classe S.7 - Narcotiques		X		
Classe S.8 - Cannabinoïdes		X		
Classe S.9 - Glucocorticostéroïdes		X		
Classe P.1 - Alcool			X	
Classe P.2 - Bêta-bloquants			X	
M.1 - Amélioration du transfert d'oxygène				X
M.2 - Manipulation chimique				X
M.3 - Dopage génétique				X

Tableau XII : Classe de substances ou procédés interdits en permanence, en compétition ou dans certains sports (24)

4.1.2 Substances dopantes contenues dans les compléments et produits de l'effort disponibles en officine

Le décret n°2006/352 du 20 mars 2006, publié au Journal Officiel du 25 mars 2006, fournit un cadre juridique strict sur les compléments alimentaires. Il prévoit une procédure d'enregistrement obligatoire par la DGCCRF. Si le produit proposé contient des substances non autorisées en France, l'institution demandera une évaluation préalable par l'agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA), afin de garantir la sécurité du consommateur.

De plus, les doses de ces compléments et produits de l'effort doivent être physiologiques ou nutritionnels mais non pharmacologiques. Elles ne doivent pas dépasser les apports de référence, soit 1 à 3 fois les AJR. De ce fait, il est interdit aux officines de mettre en vente des compléments et produits diététiques de l'effort ne répondant pas à ce décret. Il est donc impossible, lorsque les lois et les décrets sont respectés, qu'un produit dopant se retrouve en vente au sein du circuit pharmaceutique.

Fort de son diplôme, l'officinal n'est pas un charlatan et doit mettre en avant sa position de scientifique et ne vendre que des produits qui répondent aux attentes du sportif sans engendrer de dommage pour la santé ou un risque de dopage.

Le pharmacien doit vérifier si la marchandise qu'il propose répond aux normes françaises et européennes.

Toutefois, même si l'officinal propose des produits qui entrent dans la réglementation, il doit faire attention à l'accumulation de prises de compléments. En effet, un sportif qui consomme plusieurs produits peut se retrouver largement au-dessus des AJR recommandés et de ce fait, risquer pour sa santé.

4.2 Compléments alimentaires et dopage

Les compléments alimentaires suscitent bien des interrogations et en particulier celle de leur efficacité même si ceux commercialisés dans des circuits officiels ne présentent pas de risque en terme d'infraction à la législation sur le sport, le concept même de prendre des compléments pour augmenter les performances et non seulement pour compenser l'augmentation des besoins, place le sportif utilisateur dans une position ambiguë. Dans la recherche de performance, le sportif est poussé à la consommation de plus en plus de substances dont il ne connaît pas toujours la composition. Cette envie de gagner, de se

dépasser devient la priorité de l'athlète, mais ce besoin légitime suppose de nos jours le recours à de nombreux stratagèmes délétères et illégaux qui peuvent vite faire du sportif un athlète dopé avec des conséquences néfastes pour sa santé. De nombreux sportifs de tous niveaux ont recours à des substances chimiques et pharmacologiques dans l'espoir de voir augmenter leur performance, leur force ou leur endurance. Dans notre société, forte consommatrice de médicaments, l'usage de produits diététiques ergogènes est en forte augmentation et ceux, même chez les plus jeunes, dès le lycée ou le collège. La plus forte consommation de substance illicite reste cependant les sportifs de haut niveau. La consommation de produits dopants reste un fléau incontrôlé qui ronge les véritables bases du sport de compétition (52).

Gagner devient si important chez le sportif que la fraude pour y arriver prend des proportions démesurées.

Le dopage est défini par la loi comme l'utilisation de substances ou de procédés de nature à modifier artificiellement les capacités d'un sportif. L'utilisation de produits ou de procédés destinés à masquer l'emploi de produits dopants est également considérée comme dopage. Le dopage est interdit car il viole les règles éthiques du sport et de la médecine. On parle de dopage dès lors qu'est établie la preuve de l'administration de substances interdites ou de l'utilisation de techniques prohibées (52).

Le dopage menace la santé des sportifs, l'intégrité et la dignité du sport amateur, ainsi que l'adhésion de la population à l'idéal olympique.

La recherche de performance est la première cause de dopage. Le sportif et son entraîneur se fixent un objectif que l'athlète doit atteindre au fur et à mesure de ses entraînements. La difficulté étant que la progression n'est pas linéaire, il peut y avoir des stagnations. Le premier réflexe étant d'augmenter les entraînements et la quantité de travail fourni ce qui peut à court terme aboutir à un surentraînement et donc avoir les effets inverses de ceux recherchés. Dans un deuxième temps, le sportif peut être tenté de recourir au dopage pour atteindre ses objectifs plus facilement et plus rapidement (16).

Le sportif n'est pas le seul responsable dans cette dérive dopante, toutes les personnes qui entourent l'athlète peuvent avoir une part de responsabilité. Le plus souvent, les personnes incriminées sont les entraîneurs et les médecins.

-les entraîneurs : un bon entraîneur doit repérer l'évolution de son sportif et adapter les séances pour ne pas fatiguer physiquement et moralement l'athlète. L'entraîneur est souvent

un personnage admiré par le sportif, tout ce qu'il dit de faire est généralement suivi aveuglément par l'athlète (42).

Le recours aux produits dopants est le plus généralement motivé d'une part par la recherche d'une reconnaissance à travers les bons résultats et d'autre part par la situation délicate des entraîneurs lié par un contrat qui dépend essentiellement des résultats des personnes qu'ils entraînent.

-les médecins : un suivi longitudinal de qualité constitue le meilleur antidote au dopage mais demande un investissement humain et matériel important. En encourageant la prise de substances illicites, le suivi et la qualité de l'entraînement deviennent secondaires (33).

D'autres acteurs ou motivations secondaires peuvent avoir une influence néfaste sur le sportif. Sous l'influence du milieu où il évolue, sous la pression de tiers, le sportif peut faire l'usage de dopants. Parmi ses motivations secondaires, on retrouve, la pression économique, la pression des médias, le comportement du public, l'influence de l'entourage (8).

Les sportifs sont donc à la fois victimes et coupables de toutes ces dérives.

Ils sont victimes du fait où l'on exige toujours plus d'eux autant physiquement que psychologiquement mais coupable de leur propre dérive du fait qu'il semble impensable qu'il ne soit pas au courant des substances interdites qu'on leur fait ingérer.

Le sportif soucieux de sa santé peut aujourd'hui être incité à trouver une alternative au dopage à travers la diététique. Grâce aux avancées scientifiques, on connaît l'origine et la nature de certaines molécules comme les hormones ou celles qui favorisent leur production, on s'aperçoit que la majorité de leur composition est faite d'acides aminés, de protéines facilement retrouvés dans l'alimentation. Certaines attentes du dopage (cf. tableau VIII) peuvent être satisfaites par un apport spécifique d'un aliment qui se substitue à un apport de produits dopants (35).

Cependant, il semble bien préférable que le sportif prenne conscience du fait que la prise de compléments et autres produits ergogènes ne signifie pas l'augmentation de ses performances, il ne faut pas associer prise de compléments et réussite sportive. Placer la prise de ce type de substances dans la stratégie du sportif engendre une dérive, surtout chez les sportifs les plus fragiles, qui pourrait conduire à une consommation de plus en plus importante et non

surveiller avec l'achat de produits de composition inconnue via Internet et donc la possibilité de consommer des substances dopantes et /ou dangereuses pour la santé.

Effets recherchés	Substances dopantes	Exemples d'aliments
Augmentation des globules rouges	EPO	Ceux riches en fer, en vitamine B12, en folates et en acides gras poly-insaturés
Dynamiser l'organisme	Amphétamines	Ceux riches en vitamines B, C et en alcaloïdes particuliers (caféine, gingénosides...)
Puissance, force et volume musculaire	Hormone de croissance, nandrolone, stéroïdes...	Ceux riches en acides aminés ramifiés (valine, leucine, isoleucine...)
Retard de la fatigue	Amphétamines	Régime dissocié scandinave

Tableau XIII : Substitution des produits dopants par l'alimentation (58).

5 Aspect psychologique dans la prise de compléments et produits diététiques de l'effort

La personnalité est constituée par notre tempérament et par notre caractère. Le caractère se construit tout au long de notre vie sur quatre niveaux différents :

-L'autodétermination qui permet la construction de l'estime de soi grâce à l'acquisition des compétences.

-Le contrôle qui permet la maîtrise de soi.

-La coopération qui aide à construire des relations équilibrées, basées sur la confiance

-L'auto transcendance qui permet au sportif d'être conscient de ce qui l'entoure (environnement, univers).

Le sportif, comme tout homme, est confronté à ses limites et à celle du monde qui l'entoure (17).

Cette confrontation, en fonction de la personnalité de chacun, peut entraîner des émotions telles qu'un comportement agressif, violent, inhibé ou affirmé. Le rôle de l'entourage est alors primordial afin de permettre de contrôler ces émotions et de les transcender pour obtenir un sentiment bénéfique pour le sportif. Ainsi, un sentiment violent sera transformé en combativité.

La prise de compléments à répétition et de produits dopants est intimement liée à la psychologie du sportif. Un sportif qui doute de ses capacités qui se compare aux autres d'une manière négative aura plus tendance à recourir à des compléments alimentaires qui lui donneront une meilleure image de lui-même. Mais heureusement, cela reste une minorité devant les consommateurs de compléments et produits de l'effort qui y ont recours dans le seul but de mieux protéger et adapter leur corps à l'effort et ainsi croire à l'amélioration de leur performance sportive.

La manière de s'alimenter et les compulsions qui s'y associent, répondent à un environnement donné, pour une situation particulière. Le choix du sport pratiqué aura une influence sur la relation à l'alimentation qu'adoptera le sportif. Ainsi suivant que l'on souhaite s'adonner à une activité pour gagner, maigrir ou seulement pour son plaisir, la place prise par les aliments et les compléments alimentaires ne sera pas la même (26).

La difficulté pour le sportif sera de discerner ses réels besoins en compléments alimentaires et ne pas systématiquement y avoir recours sous prétexte qu'il souffre physiquement ou psychologiquement. Il pourra trouver une aide chez son pharmacien qui pourra l'aider et le conseiller dans son alimentation et la prise éventuelle de compléments. Le sportif doit comprendre que les produits de l'effort ne sont pas une béquille sur laquelle il peut s'appuyer pour mieux avancer mais un outil diététique qui entre dans un programme défini selon les besoins réels du sportif. La frontière est donc mince entre nécessité et simple soutien psychologique, mais elle est pourtant nécessaire pour permettre d'optimiser les capacités de l'athlète sans tomber dans la spirale des prises répétées et systématiques de compléments, produits diététiques de l'effort ou autres substances ergogènes.

Conclusion

Nous venons de voir que certains compléments ou produits diététiques de l'effort pouvaient avoir une place dans la stratégie du sportif. Cependant, ces produits, souvent onéreux, ne sont pas indispensables et peuvent même être dangereux pour la santé. Le sportif doit donc former sa propre opinion sur l'utilité et la réelle efficacité afin d'être vigilant lors du choix de ces substances. Il doit avoir un regard critique sur les prétendus effets bénéfiques sur ses performances et ne doit pas être piégé par les pseudos études scientifiques et slogans alléchants des grandes industries des suppléments nutritionnels.

Il ne faut pas que le sportif perde de vue le fait qu'aucun supplément ne remplacera un programme personnalisé alliant diététiques, entraînements et suivie psychologique.

C'est pourquoi, il semble utile de rappeler, dans la troisième partie, les besoins spécifiques nutritionnels de chaque sportif (jeune espoir, sportive, vétéran) afin qu'il puisse optimiser ses performances par le biais de sa simple alimentation sans avoir recours à ces produits diététiques et substances ergogènes.

**CHAPITRE III. CONSEILS OFFICINAUX ASSOCIES A
LA VENTE DE PRODUITS DIETETIQUES OU DE
COMPLEMENTS ALIMENTAIRES POUR LA
PRATIQUE SPORTIVE**

Nous avons largement évoqué les besoins nutritionnels qu'entraînent une pratique sportive importante et les adaptations physiologiques pouvant permettre d'optimiser le déroulement de l'effort en répondant aux besoins accrus. Nous avons également évoqué la nature des produits qui, associés à l'alimentation, peuvent être recherchés par les sportifs. Certains présentent des risques et des limites d'emplois dans un marché très florissant hors officine. Cependant, en plus de l'athlète régulier, pro ou non, les sportifs les plus souvent abordés en officine et en demande de ces produits, sont des personnes de pratiques plus modestes, d'âge et d'expérience différents dont certains possèdent même des pathologies qui peuvent conditionner non seulement leur pratique sportive mais aussi le choix des produits qu'ils souhaitent utiliser dans ce contexte.

Chaque personne, quelque soit son âge peut pratiquer une activité physique à partir du moment où elle est adaptée à ses aptitudes. L'activité doit être choisie en fonction des besoins mais surtout en fonction des possibilités de chacun.

La pratique sportive doit rester un plaisir et permettre un épanouissement personnel ainsi que le maintien de la condition physique. Elle permet aussi de prévenir l'apparition de certaines maladies comme l'hypertension, les cardiopathies ischémiques, l'obésité, le diabète non insulino-dépendant ou encore de limiter la progression de l'ostéoporose.

Pour qu'une activité sportive soit bénéfique, il faut qu'elle soit régulière, d'intensité modérée et qu'elle dure plus de 30 mins. Une activité occasionnelle n'est pas suffisante pour apporter une véritable action positive sur l'organisme et peut être même néfaste lorsque qu'elle est extrême (intensité importante avec peu de pratique) en entraînant des traumatismes importants au niveau de l'organisme.

Le pharmacien a une place privilégiée de conseils qu'il peut apporter en fonction de l'âge et de l'activité choisie par le sportif. Il va permettre aux sportifs de faire le bon choix dans la multitude de produits diététiques de l'effort qui se trouve actuellement sur le marché. En effet, la consommation de ces compléments et autres produits de l'effort peut avoir des conséquences néfastes sur son organisme. Il est donc indispensable de bien connaître l'individu et son environnement (âge, sexe, physiopathologie, type de sport pratiqué) afin de répondre correctement à ses attentes, de proposer les produits adaptés et de mettre en garde sur la consommation de certains. Les chapitres suivants vont donc traiter de différentes catégories de sportifs, de leur besoin nutritionnel spécifique et des produits diététiques de l'effort adaptés aux sportifs.

Pour permettre au pharmacien d'optimiser son conseil et aux sportifs de s'informer avec rigueur, différentes sources bibliographiques et électroniques seront également citées.

1 Conseils aux sportifs et mesures diététiques adaptées

Pour qu'un conseil en compléments alimentaires ou produits diététiques de l'effort soit adapté à chaque sportif, il faut connaître les différentes catégories que l'on peut différencier principalement par leur âge, leur sexe, leurs différentes pathologies (hypertension artérielle, diabète).

Nous venons de préciser que le sport peut être pratiqué par tous à partir du moment où il est adapté, encadré et qu'il n'entraîne aucun danger pour l'individu qui le pratique.

La connaissance des différences qui caractérise les sportifs va permettre un conseil plus adapté et ainsi d'optimiser leur performance tout en respectant leur santé.

1.1 Le sportif adulte

1.1.1 La femme sportive

Le sport féminin s'est développé ses dernières années devenant un véritable phénomène de société. Les avantages d'une pratique régulière bien conduite ne doivent pas faire oublier quelques risques liés aux différentes époques de la vie génitale de la sportive (17).

Si les deux sexes répondent de manière assez proche à l'exercice aigu et chronique, un certain nombre de problèmes restent typiquement féminins.

-Les règles et troubles menstruels : les troubles menstruels ou les dysménorrhées ne concernent en aucun cas les sportives de loisirs, ils touchent principalement les jeunes dont l'entraînement est précoce. L'apparition des règles peut être retardée surtout chez les sportives qui ont un contrôle important sur leur courbe pondérale entraînant un faible pourcentage de graisse corporelle (danseuse, gymnaste...) (51). Ces perturbations du cycle sont le plus souvent réversibles à l'arrêt de l'activité et également pendant les périodes de repos. En règle générale, les menstruations n'entraînent pas une plus grande « fatigabilité » chez la sportive (71).

-La fertilité peut être plus ou moins perturbée du fait de l'irrégularité ou des dysménorrhées rencontrés chez les sportives mais aucune étude n'a démontrée que l'absence de fertilité était plus fréquente chez l'athlète féminine. Toutefois, pour une sportive de haut

niveau, on conseillera, lors d'un désir de grossesse de diminuer l'intensité de ses entraînements. Si l'infertilité persiste, il sera conseillé des dosages hormonaux (50).

-La grossesse. Certaines femmes ne veulent pas renoncer à l'exercice physique pendant leur grossesse voir même à la compétition. La pratique sportive et la grossesse sont compatibles, mais certaines limites doivent être posées pour la survie de l'embryon mais également du fait que la gravidité dans les premières semaines est considéré comme un état de dopage dans certaines compétitions (17).

Une activité douce comme la marche, le yoga, ou la natation peut être encouragé pendant la gestation. Les sports de combat, le ski ou encore la plongée sont à proscrire (71).

-L'ostéoporose. L'activité sportive a une action bénéfique sur la structure osseuse mais à certaines conditions. Il faut que l'activité soit dite « en charge » c'est-à-dire avoir un contact avec le sol donc sont exclus la natation ou le vélo par exemple, que l'activité soit modérée, que l'alimentation soit équilibrée et riche en calcium, que les variations de poids restent raisonnables (51). Une perte osseuse se caractérise par une augmentation du risque de fracture (71).

-Les troubles alimentaires sont beaucoup plus fréquents chez la sportive que chez le sportif (90% des cas chez la femme). Ils sont favorisés par les enchaînements des entraînements, les sports à catégorie de poids (judo, boxe), les sports où l'image du corps est essentielle (gym, danse), les remplacements de repas par les substituts alimentaires et les compléments (10). Dans ce cadre, le pharmacien a un rôle essentiel en sachant refuser la vente de produits associés au régime hypocalorique comme les hyperprotéinés, les draineurs et coupe-faims s'il trouve la demande abusive. En appuyant son refus de vente, l'officinal peut donner quelques conseils pratiques nutritionnels pour réajuster le poids sans avoir recours à des produits amaigrissants. Il doit mettre en garde sur la prise de ce type de compléments en réaffirmant sa position de professionnel de santé et sur la possibilité de vente de produits dangereux hors officines. En effet, il existe beaucoup de produits diététiques à base de plantes type thé vert, guarana ou caféine aux propriétés thermogènes et drainantes vendus dans des magasins de diététique, sur Internet, voir même en officine, et qui ont pour objectif de « maintenir la ligne » en accord avec la pratique sportive.

Les enquêtes n'apportent pas de résultats précis, mais font ressortir des comportements spécifiques d'anorexie chez certaines femmes sportives. Parmi ces signes, il faut retenir principalement : la crainte permanente de prendre du poids alors que l'IMC est déjà bas, une perte de poids d'au moins 5% obtenue après un régime ou un entraînement intensif, des troubles du comportement comme le refus de s'alimenter, l'utilisation de laxatifs ou vomitifs. Ces signes doivent alerter l'entourage car les conséquences de ces troubles peuvent être irréversibles même s'ils sont régressifs comme l'ostéoporose (71).

La plupart des activités sportives sont accessibles aux femmes lorsque celles-ci ont pris conscience des effets de la pratique du sport sur leur organisme. Une activité modérée et bien encadrée ne pourra être que bénéfique. A contrario, les sports extrêmes, d'intensités importantes ou la pratique de sports de hauts niveaux, pourront engendrer des effets plus ou moins réversibles. Le choix de la pratique d'un sport est donc primordial surtout si l'athlète est en âge de procréer.

L'alimentation de la sportive devra être surveillée à différents niveaux, du fait des désordres alimentaires fréquents chez les athlètes, du risque d'ostéoporose et des pertes menstruelles plus ou moins abondantes.

Les différences structurales et morphologiques de la femme par rapport à l'homme impliquent des besoins alimentaires différents. En effet, la masse grasse est en proportion plus importante chez la femme représentant 20 à 30%, la proportion chez la sportive peut descendre entre 12 à 20% (homme sportif 5 à 15%) (20).

En règle générale, sportive ou non sportive, la femme a des besoins accrus (relativement à une ration énergétique équivalente homme femme) en nutriments (cf. tableau XII) : en fer, magnésium, calcium, vitamine C, vitamine B12, vitamine D, vitamine E.

Chez la femme sportive, une augmentation d'autres nutriments ou de nutriments évoqués auparavant mais en quantité plus importantes sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

- Nutriments nécessaires au métabolisme énergétique et à la synthèse protéique : vitamine B1, vitamine B2, vitamine B3, vitamine B6.

- Nutriments nécessaires à la neutralisation des radicaux libres : Vitamine C, vitamine E, les bêta-carotènes, le zinc.

	FEMME	FEMME ENCEINTE 1er trimestre	FEMME ENCEINTE 2ème trimestre	FEMME ENCEINTE 3ème trimestre	FEMME ALLAITANTE	FEMME SPORTIVE
Energie	2000-2200kcal	besoin +33.5kcal	besoin +91kcal	besoin +100kcal	besoin +70 à 380kcal	considérant un apport énergétique de 3000kcal
Protéines	0.8g/kg	besoin + 1.3g	besoin + 6.1g	besoin + 10.7g	1g/kg	1-1.5g/kg
Lipides	<30% de l'AET*	<30% de l'AET*	<30% de l'AET*	<30% de l'AET*	<30% de l'AET	<30% de l'AET*
Glucides	<55% de l'AET*	55-70% de l'AET*	55-70% de l'AET*	55-70% de l'AET*	<55% de l'AET*	55-70% de l'AET*
Fer	16mg	30mg	30mg	30mg	16mg	16-22mg
Calcium	900-1200mg	900-1100mg	900-1100mg	900-1100mg	900-1100mg	900-1200mg
Magnésium	360mg	360mg	360mg	400mg	390mg	360mg
B1	1.3mg	1.3mg	1.3mg	1.3mg	1.3mg	Jusqu'à 5-10mg
B2	1.5mg	1.5mg	1.5mg	1.5mg	1.5mg	Jusqu'à 8-15mg
B6	2mg	2mg	2mg	2mg	2mg	Jusqu'à 15-30mg
PP	15mg	15mg	15mg	15mg	15mg	Jusqu'à 30-50mg
B9	300µg	400µg	400µg	400µg	400µg	400µg
A	600µg	600µg	600µg	700µg	950µg	800µg
D	5µg	10µg	10µg	25µg	10µg	10µg

*AET= apport énergétique total

Tableau XIV : apports nutritionnels conseillés chez la femme (81).

Une alimentation variée et équilibrée peut couvrir totalement les besoins nutritionnels de la sportive, mais il s'avère que du fait de l'alimentation moderne et des restrictions nutritives que s'imposent les femmes, les apports sont souvent insuffisants en fer et en magnésium. Selon de récentes expertises, 23% des femmes présenteraient un déficit, le plus fréquent étant celui en fer, une complémentation en vitamines, minéraux et oligo-éléments sera donc à discuter. De nombreux produits diététiques de l'effort semblent également intéressants pour la sportive qui n'atteindrait pas les ANC du fait de la présence de nombreux nutriments qui manqueraient dans son alimentation :

- barres chocolatées riche en magnésium
- complexe anti-oxydant
- boisson énergétique riche en vitamine du groupe B, calcium et magnésium

1.1.2 Le sujet âgé

En France, on compte plus de 11.5 millions de personnes ayant plus de 60 ans, ce chiffre ne cesse d'augmenter du fait de l'allongement de l'espérance de vie. L'activité physique et sportive permet chez ce type d'individu de repousser la dépendance et de ralentir les conséquences du vieillissement sur l'organisme. De ce fait, il est important que les sujets âgés pratiquent une activité sportive à partir du moment où elle est adaptée. Avant de commencer une activité ou de s'engager dans des entraînements trop intenses, il faut tenir compte de certaines modifications liés à l'âge :

- une diminution de la VO2 max qui diminue de 10% tous les 10 ans à partir de 30 ans.
- une diminution de la fréquence cardiaque ($F_{cmax} = 220 - \text{âge}$ pour une personne sédentaire), chez le sujet entraîné, la fréquence cardiaque est inférieure de 10 battements/min au résultat obtenu (17).
- une augmentation de la pression artérielle avec diminution du débit sanguin périphérique
- une augmentation du poids et de la répartition des graisses avec une diminution de la taille (71).
- une diminution de la force maximale qui s'explique par une perte de la masse musculaire et une diminution de la proportion des fibres musculaires rapides.

-un déficit neuro-sensoriel qui se marque au niveau de la vue, de l'ouïe, de la proprioception, de l'appareil vestibulaire. On observe également une augmentation du seuil de sensibilité aux stimuli. Toutes ses altérations peuvent altérer la réponse musculaire (52).

Toutes ses modifications sont inéluctables, mais peuvent être ralenties par la pratique régulière d'une activité physique.

Pour la reprise d'un sport, il est important que la personne âgée consulte son médecin pour un bilan préalable, ainsi, il pourra lui être conseillé certains sports plutôt que d'autres. Gymnastique adaptée, marche, natation, golf, cyclisme sont régulièrement conseillés. En revanche, les sports collectifs, sports de combat, plongé sont à éviter.

Toutes les études montrent qu'il est possible de reprendre un entraînement à l'effort d'endurance à 55 ou 60 ans mais cette reprise doit être progressive, adaptée et programmée sur du long terme, le plus souvent sur 18 mois (54).

Le rôle du pharmacien va être de convaincre la personne âgée et son entourage que la reprise d'activité est bénéfique même si la sédentarité est supérieure à 35 ans. En effet, des études ont montré que la pratique d'une activité physique et sportive permettrait d'augmenter son espérance de vie en retardant le passage à la dépendance (17). De plus, la pratique sportive permet de retirer la personne âgée de son isolement, en participant à la vie d'un groupe et en sollicitant ses émotions (70).

Une alimentation équilibrée suffit pour apporter les éléments nécessaires à l'organisme à partir du moment où la personne âgée peut s'alimenter normalement. En effet, à partir de 70 ans, on peut observer des modifications pouvant entraîner un défaut d'apport nutritionnel :

- atteintes de l'appareil masticateur par la diminution du nombre de dents, inflammation de la gencive.

- atrophie des glandes salivaires diminuant la digestibilité des aliments

- modification du goût par la diminution du nombre des récepteurs gustatifs.

- ralentissement du transit et de la vidange gastrique (62).

Chez le sportif vétéran en bonne santé et ayant une alimentation variée et équilibrée, il n'est pas conseillé d'avoir recours à une supplémentation ou des produits diététiques de l'effort. Néanmoins, il peut être intéressant de conseiller un complément alimentaire associant calcium et vitamine D pour la prévention de l'ostéoporose.

La proportion des glucides, lipides et protides doit être maintenue. Il faudra d'ailleurs éviter la prise de compléments alimentaires hyperprotéinés sans avis médical du fait de la possibilité d'une insuffisance rénale liée à l'âge (en l'absence d'une hydratation suffisante), de plus une supplémentation protéique à cet âge ne présente aucun intérêt (28).

L'hydratation aura une grande place chez le sportif âgé, encore plus que chez le sportif de moins de 50 ans du fait de l'élévation du seuil de la soif.

En conclusion, la pratique sportive semble de toute évidence un élément positif dans la vie de la personne âgée à partir du moment où celle-ci est adaptée, le suivi bien coordonné par le médecin et le pharmacien et les apports nutritionnels équilibrés.

1.2 L'enfant et l'adolescent

Le jeune sportif ne peut pas être comparé au sportif adulte, il a des particularités spécifiques dues à sa période de croissance. La connaissance des modifications morphologiques de l'enfant pendant sa période de croissance va permettre d'adapter la pratique sportive.

On distingue deux périodes dans la vie de l'enfant :

- la période pré pubertaire qui débute vers l'âge de 7 ans et qui se caractérise par une augmentation du taux des androgènes surrénaliens.

- la période pubertaire est caractérisée par une accélération de la vitesse de croissance qui s'accompagne d'une maturation osseuse, d'une poussée mammaire chez les filles et d'une augmentation du volume testiculaire chez les garçons. Cette période débute généralement vers les 11-12 ans avec une plus grande précocité chez les filles (51).

La pratique du sport dès le plus jeune âge est fortement recommandée du fait du déficit d'activité physique spontanée dont les enfants ont normalement besoin au quotidien et dont notre société de consommation les prive le plus souvent.

Des études récentes ont démontré que les bienfaits du sport dans la construction du squelette et de la masse osseuse en fin de croissance étaient plus importants chez les adolescents ayant pratiqués une activité sportive que les non pratiquants (43).

L'alimentation du jeune sportif est une notion importante. L'éducation alimentaire se fait dès le plus jeune âge, en effet, « l'éducation de l'assiette » est primordiale afin de prévenir l'obésité grandissante dans nos pays développés. La priorité chez les jeunes sportifs est de s'assurer qu'ils ingèrent un apport énergétique correspondant à leur niveau de dépenses quotidiennes. L'apport énergétique se fera en respectant, comme chez l'adulte, la pyramide alimentaire et en privilégiant les sucres lents, les protéines et en limitant les apports lipidiques et les sucres rapides.

Les besoins protéiques sont majorés en période d'entraînement couvrant 12 à 15% des AET, mais leur part dans la ration alimentaire ne doit pas être augmenté du fait qu'ils sont généralement bien couverts par une l'alimentation diversifiée (17).

Concernant les lipides, les ANC sont identiques à ceux des enfants et adolescents sédentaires. L'apport en oméga 3 devra toutefois être surveillé car souvent peu présente dans notre alimentation occidentale. On pourra les trouver dans les poissons gras (thon, maquereau) et les huiles telles que colza, noix, soja (62).

Pour un jeune sportif, l'alimentation ressemble donc à celle de l'adulte comprenant quatre repas équilibrés par jour avec répartition égale des apports caloriques dans la journée, en évitant les grignotages et en privilégiant les sucres lents aux sucres rapides semblent le plus adapté aux enfants et adolescents (6).

Il faudra tout de même se pencher sur la nécessité d'une complémentation en vitamines et minéraux (calcium, vitamine D, fer) essentiels à la croissance de l'enfant. En effet, équilibrer la ration alimentaire d'un enfant peut s'avérer une tâche ardue, contenue des goûts difficiles des enfants. Ainsi, il est souvent observé chez les jeunes sportifs pratiquant une activité intense, une insuffisance d'apport nutritionnel. Pourtant, avant d'aller vers la faciliter et compléter, il faut s'assurer que le jeune ingère un apport énergétique correspondant à ses besoins quotidiens et ce en apportant des aliments appartenant aux différentes classes de la pyramide alimentaire (cf. figure 8).

En revanche, la supplémentation est fortement déconseillée. Le dépassement des ANC pouvant entraîner des effets secondaires à long terme car il ne faut pas oublier que l'enfant n'est pas un adulte en miniature mais un organisme en évolution qui ne souscrit pas aux mêmes règles physiologiques que l'adulte.

De plus, avoir recours dès le plus jeune âge à la supplémentation, conduit le jeune sportif à effectuer un parallèle entre supplémentation et réussite sportive pouvant entraîner le jeune espoir vers les chemins du dopage à l'âge adulte.

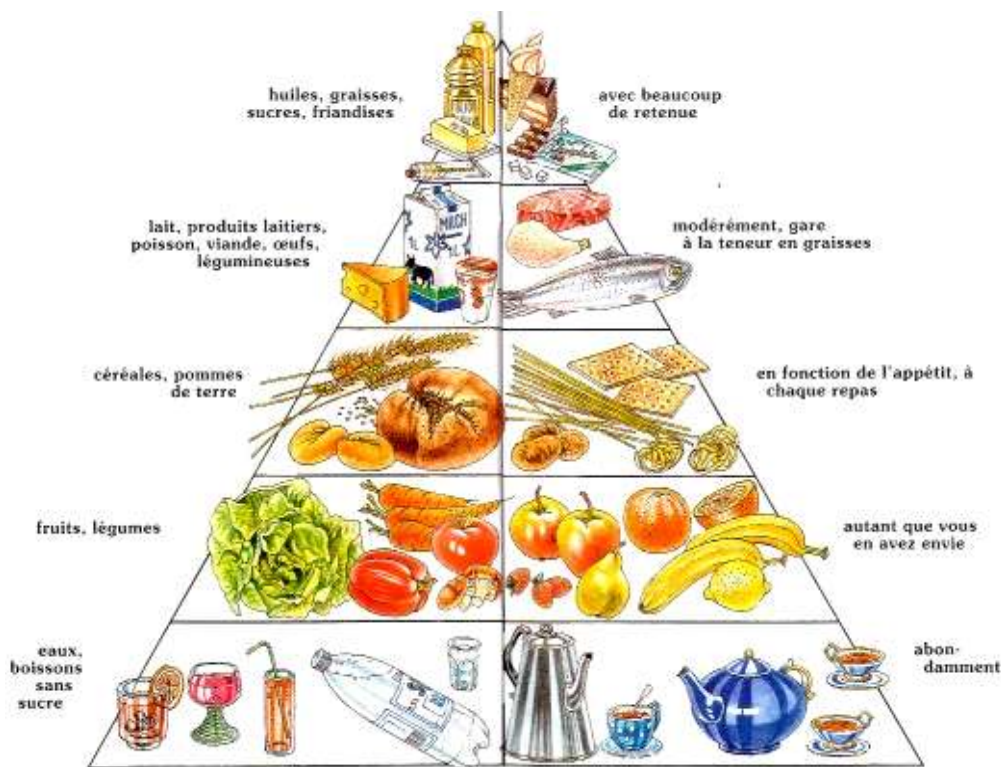


Figure 6 : pyramide alimentaire (52)

1.3 Pathologies et diététiques sportives

La pratique sportive est accessible à tous à partir du moment où l'activité est adaptée au handicap ou à la pathologie. Certaines précautions seront à respecter et certains sports à éviter.

La pratique sportive a un intérêt non négligeable dans la prévention de la maladie coronarienne, de l'hypertension artérielle et de deux pathologies métaboliques de plus en plus présentes en France, le diabète et l'obésité.

Nous évoquerons les mesures hygiéno-diététiques associées à ces pathologies et les risques de la prise éventuelle de certains compléments ou produits diététiques de l'effort.

1.3.1 Sport et maladie coronarienne

La place de l'activité physique dans la prévention de la maladie coronarienne n'est plus à prouver. Les études épidémiologiques ont montré que le risque de maladie coronarienne est de 2 à 3 fois supérieure chez le sédentaire masculin que chez les sujets actifs, de plus, l'inactivité doublerait le risque d'accident cardiaque mortel (6).

L'alimentation du sportif souffrant de maladie coronarienne doit être équilibrée, avec une attention particulière à ses apports lipidiques. Ces derniers devront être surveillés afin de diminuer les sources de cholestérol.

Les acides gras insaturés seront privilégiés par rapport aux acides gras saturés. De même, les oméga 3 seront recherchés dans l'alimentation (cf. tableau XIII), en effet, des études épidémiologiques effectuées chez des Inuits, grands consommateurs d'oméga 3, ont montré une incidence beaucoup moins élevée dans cette population de pathologies cardiaques. Un apport de 1300 mg à 2500 mg semble raisonnable pour le sportif coronarien, contre seulement 800mg chez le sédentaire souffrant de maladie coronarienne (4).

Aliment	Portion	Oméga-3 (mg)
Saumon rose en conserve	100 g	1 300
Huile de canola*	15 mL (1 c. à table)	1 300
Huile de lin*	5 mL (1 c. à thé)	3 250
Graines de lin broyées	15 mL (1 c. à table)	1 950
Noix de Grenoble ou graines de citrouille	15 mL (1 c. à table)	430
Sardines	100g	500
Thon pâle en conserve	100 g	650

* Les huiles ne doivent pas être chauffées afin de ne pas altérer les acides gras oméga 3

Tableau XV : teneur en oméga 3 de certains aliments (65)

D'une manière générale, le sportif souffrant de maladie coronarienne doit donc avoir une alimentation proche du sédentaire en augmentant ses apports en fonction de ses dépenses énergétiques et en portant une attention particulière à ses apports lipidiques en privilégiant les graisses insaturées aux graisses saturées (4).

Le recours aux produits diététiques de l'effort devra être surveillé au point de vue de l'apport lipidique et glucidique. En revanche, les produits qui contiennent anti-oxydants, vitamines et magnésium seront préférés même si leur nécessité sur la performance sportive reste aléatoire.

Le souci repose plutôt sur la prise de produits ergogènes, non pas à cause de leur composition mais de la notion qu'ils véhiculent. En effet, dans l'esprit du sportif, la prise d'ergogènes contribue à augmenter les performances et donc l'effort physique. Or, chez le sportif ayant une pathologie coronarienne, les efforts violents sont à proscrire, il faudra donc être particulièrement attentif à cette demande de produits de l'effort de type ergogène face à cette pathologie.

1.3.2 Sport et hypertension

Les effets préventifs de l'activité physique sur l'hypertension artérielle sont moins formels que pour la maladie coronarienne. De plus les mécanismes pouvant entraîner cette baisse de tension restent flous (52).

Les apports nutritionnels du sportif hypertendu doivent rester dans la norme avec une attention particulière sur ses apports en sels minéraux. En effet, des données cliniques, expérimentales et biologiques sont en faveur du rôle positif de certains minéraux : potassium, calcium et magnésium dans la régulation de la pression artérielle. En revanche, le sodium aurait un effet défavorable.

Les apports en sel (chlorure de sodium) doivent donc être surveillés chez le sportif hypertendu. Ses apports doivent être limités en prenant en compte des pertes sudorales qui peuvent être importantes selon le sport pratiqué et qui doivent donc être compenser.

Les boissons hypertoniques comme les eaux riches en sodium doivent être supprimées, les produits de récupération riche en sodium écartés.

Il est conseillé aux sportifs de préparer eux-mêmes leur boisson en tenant compte des pertes réelles de sodium lors de l'effort afin de ne pas apporter une trop grande quantité de sel à l'organisme. Cette estimation peut se faire en évaluant la perte de poids et donc des pertes sudorales après un effort (pesée avant et après l'activité physique).

1.3.3 Sport et diabète

Le diabète est une maladie chronique due à une carence ou un défaut de l'utilisation de l'insuline, perturbant le métabolisme glucidique. La pathologie se caractérise par une glycémie élevée et la présence de sucre dans les urines.

Il n'a pas été formellement prouvé qu'une activité physique régulière aide à prévenir le diabète mais il reste admis que le sport est un facteur important dans la prise en charge de la maladie.

Il existe deux types de diabète qui répondent différemment à l'exercice, le diabète de type I sera celui développé dans ce chapitre.

Le diabète de type I est un diabète insulino-dépendant. Les injections d'insuline rythment la journée du diabétique et sont primordiales pour la survie de l'individu. Le plus difficile pour

le sportif sera de savoir adapter ses doses d'insuline en fonction de l'effort sportif qu'il va exécuter et des aliments qu'il aura ingérer (25).

Les doses d'insuline seront diminuées au moment de la pratique du sport. Au début, il est recommandé de tâtonner pour définir la dose idéale. La régularité est la meilleure alliée pour le sportif, elle évitera toutes les variations imprévisibles de la glycémie (51).

Les sports à conseiller s'orientent vers les sports d'équipe, les courses, le vélo, la marche. A contrario, il faudra éviter tous les sports isolés et à risques comme la plongée, l'alpinisme, les sports de forts contact comme la boxe ou encore les sports où la vie d'un partenaire peut être mis en danger comme les courses de rallye (53).

L'alimentation des diabétiques est particulière et doit être suivie par une diététicienne ou un nutritionniste.

L'adaptation diététique repose sur les apports en glucides et hydratation, sur la durée et le type d'activité (loisir ou intensive).

- activité < 1h00 : 15 à 20 g de glucides rapides 15 mins avant l'effort.

- activité > 2h00 : augmentation de la ration glucidique au repas précédant et prise de 15 à 20 g de glucides mixtes à indices glycémiques élevés (pâte de fruits, barres de céréales) toutes les 30 à 45 min de compétition.

- compétition prolongée : 75% de glucides lents aux deux repas précédents avec un apport régulier de glucides mixtes (50g/heure). Après la compétition, reconstitution des stocks de glycogène par une eau de boissons sucrées bicarbonatées.

- effort imprévu : diminuer la dose d'insuline, apporter 25 à 30g de glucides rapides au début et toutes les 30 à 45 mins (63).

Pour toutes ses activités, il est indispensable d'avoir un apport en eau suffisant. Il est d'ailleurs recommandé de faire son eau de boissons en calculant la proportion en sucre qu'il faut ajouter. Généralement, on ajoute 10g de glucides simples pour 100ml d'eau (51).

En règle générale, le diabétique aura les mêmes apports énergétiques que le sportif sain à l'exception d'apports glucidiques augmentés dans certaines circonstances vu précédemment.

En revanche, le sportif diabétique consommateur de compléments et produits diététiques de l'effort devra être prudent dans ses choix du fait de la présence de source énergétiques plus ou moins à prendre en compte dans sa ration quotidienne.

Des compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort vendus en officine ou magasins spécialisés sont conçus afin de répondre aux attentes de ce type de sportif. En effet, ils vont être adaptés aux besoins spécifiques du sportif diabétique avec une part de glucides appropriée souvent à base de fructose afin de ne pas engendrer de variations trop importantes de la glycémie.

Ce chapitre a souligné les différences diététiques rencontrées chez le sportif. L'alimentation reste sensiblement la même quelle que soit la pathologie ou le mode de vie adopté par l'athlète. La mise en garde repose donc essentiellement sur la prise de compléments et produits diététiques de l'effort qui ne seraient pas adaptés et pourraient même nuire à la santé de l'individu.

Le pharmacien, acteur de santé publique et fort de ses connaissances médicales et diététiques, pourra donc apporter des conseils adéquats et ainsi proposer les produits les plus adaptés à la pratique sportive de l'individu et mettre en garde sur la prise de certains autres.

2 Conseils associés à la prise de compléments alimentaires et produits diététique de l'effort

De plus en plus de compléments alimentaires sont mis sur le marché, accompagnés d'allégations fortes poussant la population à en consommer.

Parmi la jungle des pilules miracles, il faut être vigilant et averti car certains produits peuvent être dangereux pour la santé. En effet, une étude de 2003 révélait que sur 635 compléments alimentaires en vente sur le sol européen, plus de 15% étaient contaminés par des substances qui n'étaient pas mentionnées sur l'étiquette. Le plus souvent, il s'agissait de stimulants (surtout l'éphédrine) et de stéroïdes (surtout la nandrolone) (76).

Une consommation aveugle peut entraîner un risque de dopage, les sportifs doivent donc être conscients des dangers potentiels des compléments alimentaires qu'ils avalent et donc les conséquences sur leur propre responsabilité. En effet, dès lors qu'un test anti-dopage s'est révélé positif, le sportif est responsable du fait de la présence de substances dopantes trouvées dans son corps peu importe la manière dont elles sont parvenues (72).

L'industrie du complément alimentaire, très lucrative, est en pleine essor. Seules quelques grandes enseignes ayant prouvées leurs compétences sont recommandables. Il faut rappeler que les propriétés des produits doivent être démontrées scientifiquement, que toutes les substances doivent être mentionnées et qu'un avertissement des effets négatifs des produits doit être porté sur le produit.

L'industrie du complément engendrant beaucoup d'argent et développant une stratégie marketing affûtée, les sportifs doivent recevoir une aide nécessaire pour permettre la distinction entre publicité mensongère et aide réelle pour la pratique sportive.

En effet, avec la démocratisation d'Internet, l'accès aux produits diététiques et compléments non soumis à la réglementation française est facilité. Le danger est que les Etats Unis n'ont aucune réglementation vis à vis ce type de produits et autorise « quasiment tout » comme

l'hormone de croissance ou la DHEA. Ainsi, le sportif pensant naïvement commander des compléments alimentaires autorisés peut facilement se retrouver à consommer des produits dopants.

Le pharmacien peut et doit être une aide pour le sportif du fait de ses connaissances scientifiques et nutritionnelles. Il doit apporter une réponse ciblée et proposer des produits adéquats et sans risque pour le sportif. Le pharmacien, fort de son diplôme ne peut pas proposer des produits qui ne seraient pas reconnus comme sans danger du fait de sa responsabilité en cas d'accident. L'achat de compléments en pharmacie doit donc constituer une garantie pour le consommateur du fait de la traçabilité du produit que les officines proposent. À l'inverse, une commande sur Internet reste un risque pour le sportif du fait d'un défaut possible de clarté des étiquetages (82).

En tout état de cause, les compléments alimentaires ne compensent pas un régime inadéquat et peu varié. Les sportifs qui envisagent une complémentation devraient dans un premier temps cerner les besoins et cibler les compléments réellement utiles. Un sportif confirmé doit certes augmenter ses rations alimentaires, ce qui nécessite de consommer plus de glucides, lipides, protéines, de minéraux, oligo-éléments et vitamines mais n'est pas dans l'obligation d'avoir recours aux compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort. Certes, ils peuvent être nécessaires dans certaines circonstances (défaut d'apports, situations extrêmes), mais ne doivent pas devenir systématiques dans la stratégie du sportif afin de ne pas associer prise de compléments et performance. Il faut bien souligner que ces produits ne sont anodins et que leur consommation peut entraîner des problèmes de santé non négligeables lorsqu'ils sont pris à haute dose, au sein d'une alimentation déséquilibrée et de sources non sûres (69).

Le pharmacien, par un questionnement simple, va pouvoir diriger vers un type précis de compléments. Il faudra connaître s'il existe chez le sportif des signes cliniques caractéristiques d'une carence (crampes, nervosité, fatigue anormale), mener une enquête nutritionnelle simple abordant les grandes lignes d'une alimentation équilibrée, et tenir compte de l'environnement et du type de sport pratiqué (athlétisme, sports d'équipe). Suite, à ces quelques questions ciblées et rapides, le pharmacien va savoir si les apports nutritionnels sont suffisants et adaptés et conseiller éventuellement l'utilisation d'un complément ou un produit diététique de l'effort (73).

À partir du moment où le pharmacien propose un produit adapté, il peut également en profiter pour promulguer quelques conseils sur la consommation de ce type de produits :

- mettre en avant sa profession et garantir la qualité et la composition des compléments alimentaires qu'il propose.

- ne jamais utiliser un complément alimentaire d'un autre sportif sans qu'il soit recommandé par une personne qualifiée.

- mettre en garde sur les risques de dopage surtout si les produits sont commandés via Internet. Préférer des fournisseurs reconnus dans le milieu sportif, de préférence des industries pharmaceutiques.

- vérifier l'étiquetage, la composition afin de savoir si le produit proposé entre dans la législation française.

En conclusion, les sportifs doivent être extrêmement vigilants et prendre en compte l'efficacité du produit consommé, son coût, le risque pour la santé, d'un contrôle anti-dopage positif et sur la réelle action sur leur performance sportive. Pour les éclairer, qu'ils n'hésitent pas à demander conseil à un professionnel de santé.

3 Sources d'informations destinées aux professionnels de santé et au grand public

Parmi la multitude d'informations qui peuvent nous parvenir par le biais d'Internet, de livres ou de publicités, seuls quelques documents sont intéressants. Il est important d'avoir le recul nécessaire afin de choisir les bons outils de recherche pour appuyer un conseil destiné aux sportifs. C'est pourquoi, il semble judicieux d'apporter des exemples de sources crédibles qui vont permettre aux professionnels de santé d'avoir un support correct pour informer leur clientèle sportive sur la prise de compléments et produits de l'effort et des explications plus accessibles mais toutes aussi cohérentes pour un public plus large.

3.1 Sites Internet : entre crédibilité et publicités mensongères

Internet, véritable outil de recherche, apporte de nombreuses informations sur la nutrition, les compléments alimentaires et les produits diététiques de l'effort. Ce chapitre va

permettre de faire la lumière sur quelques sites, officiels et non officiels, afin que les professionnels de santé et le grand public aient accès aux informations qui les intéressent.

3.1.1 Sites destinés aux professionnels de santé

Les sites officiels peuvent être un excellent support pour informer les professionnels de santé. Ils peuvent ainsi s'appuyer sur des éléments fournis par ces sites qui vont leur permettre d'optimiser leurs conseils lors d'un entretien avec un sportif.

Quatre adresses Internet vont informer, par exemple, sur les risques de dopages, conduites dopantes et les produits qu'il ne faut pas consommer sous risque d'avoir un résultat positif au test anti-dopage.

- www.jeunesse.gouv.fr : site de la jeunesse, des sports et de la vie associative mis à disposition par le gouvernement où un espace d'informations est destinée à la pratique sportive chez les jeunes.

- www.franceolympique.org : site du comité national olympique et sport français qui permet de s'informer sur les dernières lois et décrets sur le dopage qui s'appliquent aux différentes fédérations sportives françaises.

- www.inpes.sante.fr : site de l'institut national de prévention et d'éducation pour la santé propose des articles et dossiers sur la diététique et la nutrition du sportif ainsi que la dérive de la consommation de compléments alimentaires.

- www.wada-ama.org : site de l'agence mondiale antidopage. Ce site, écrit en anglais, propose des articles et dossiers intéressants sur le dopage mondial, ainsi que les conventions de l'UNESCO.

D'autres sites sont plus tournés vers la nutrition du sportif, les plans de prises alimentaires, la richesse des aliments en micro et macro nutriments.

- www.cerin.org : centre de recherche et d'information nutritionnelle informe sur les besoins et la qualité des aliments.

- www.updlf-asbl.be : union professionnelle des gradués en diététique de langue française propose des newsletters, des sondages et des actualités en nutrition et santé.

- www.andl.lu : association nationale des diététiciens du Luxembourg. Ce site propose des conseils en nutrition et diététique sous forme de fiches qui peuvent être appliquées facilement chez le sportif.

- www.wall-protect.com : propose un programme et une signalétique antidopage, prévient des risques sur la consommation de compléments alimentaires, propose des articles sur la nutrition et la diététique sportive.

Depuis 2005, la société Wall propose le concept Wall protect qui permet d'identifier les produits alimentaires conformes à la législation anti-dopage en vigueur. Il semble donc intéressant de garder cette adresse qui permettra aux professionnels de santé de choisir en toute lisibilité les produits qu'il pourra proposer aux sportifs (44).

3.1.2 Sites destinés au grand public

Internet a démocratisé l'accès à la connaissance et permet à la population de s'informer sur les sujets qui les intéressent. Le risque de ce libre accès est une mise en avant d'informations exagérées, d'apporter des notions erronées et donc de diffuser via des sites non-officiels des conseils non adaptés aux sportifs. De fausses informations peuvent avoir un impact négatif sur la performance de l'athlète. Il faut donc être vigilant notamment sur les sites marchands qui peuvent proposer des compléments alimentaires et autres produits diététiques de l'effort qui ne seraient pas conformes à la législation française entraînant un risque de dopage et des effets nocifs sur la santé de l'athlète qui les consomment.

L'utilisateur devrait donc, avant de faire son choix ou de colporter une fausse affirmation, consulter différents sites afin de comparer leurs informations sur les molécules, les gammes et les conseils apportés. Ainsi, il pourra se faire sa propre opinion et ne pas tomber dans des pièges diététiques qui pousseraient le sportif à toujours plus consommer de compléments et produits de l'effort.

Il faut donc mettre en garde contre l'utilisation de cet outil de recherche en apportant une aide efficace et en proposant des sites adaptés à sa demande.

Les sites d'information contre le dopage :

- www.cpld.fr : conseil de prévention et de lutte contre le dopage accessible aux sportifs et qui leur permettent de connaître les substances interdites dans leur sport.

- www.sport.pur.asso.fr : association pour la prévention contre le dopage. Prévention contre le dopage des jeunes, sportifs ou non, au sein d'une fédération ou en milieu scolaire.

Les sites d'information sur la physiologie et les besoins nutritionnels du sportif

- www.wikipedia.fr : encyclopédie qui regroupe les notions essentielles de la physiologie du sportif et de ses besoins nutritionnels sous réserves de mises à jour par du personnel compétant

- www.nutritiondusport.fr : apporte des articles et des adresses Internet intéressants pour l'athlète. On y trouve des archives d'articles, des dossiers qui permettent d'informer le sportif sur ses besoins nutritionnels réels avec une pédagogie adaptée.

La connaissance des besoins nutritionnels adaptés à la pratique sportive est un élément essentiel pour l'athlète. En effet, il va pouvoir par ce biais équilibrer son alimentation en fonction des ses pertes caloriques et vitaminiques quotidiennes.

Le problème de la complémentation ou de l'ajout de produits diététique de l'effort se pose alors par le biais de sites marchands florissants sur Internet, et qui proclament par des slogans bien choisis les bienfaits des produits qu'ils proposent sur la performance de l'athlète. En effet, à l'heure actuelle, aucun produit diététique de l'effort ou supplémentation ne peut augmenter les performances du sportif. Seule une complémentation qui viendrait satisfaire les besoins augmentés par la pratique sportive joue un rôle bénéfique du fait qu'elle apporte les besoins nécessaires selon les ANC recommandés et évite les déficits à l'origine de divers maux (asthénie, crampes, courbatures).

Il faut mettre en garde notre sportif naïf, entre stratégie marketing et pseudo études scientifiques, les sites marchands incitent à la consommation de produits diététiques de l'effort.

Le fait d'avoir pris connaissance antérieurement de ses réels besoins nutritionnels sur des adresses Internet appropriés et crédibles, devrait amener le sportif à être plus vigilant lors de la consultation de ces sites marchands.

Une mise en garde est également à apporter aux sites proposant des forums de discussion du fait des éléments apportés par les internautes qui peuvent être erronés. Les forums proposent des réponses plus ou moins farfelues qui découlent de l'expérience propre de chaque personne et ne peuvent donc pas être appliquées, d'une façon générale, à l'athlète.

3.2 Documentation littéraire

De nombreux ouvrages sont disponibles pour informer les professionnels de santé et le grand public.

Les ouvrages bibliographiques sont habituellement soumis aux contrôles de leur contenu avant publication, ce qui peut leur donner un avantage sur les sites Internet.

Ce qu'il faut noter lors d'un choix de livres ou de sites Internet est la date de publication, la pertinence de l'auteur (auteur reconnu dans le milieu sportif ayant plusieurs ouvrages à son actif) et surtout si derrière l'ouvrage, ne se cache pas une grande industrie alimentaire qui profite de pseudo conseils diététiques pour promouvoir ses produits.

Les ouvrages cités ci-après ne constituent pas une liste exhaustive de ce que l'on peut trouver sur le marché mais permettra à la population d'avoir accès à des sources intéressantes, récentes et complètes sur le sujet qui la concerne.

La physiologie de l'exercice musculaire est une matière intéressante et nécessaire pour comprendre les besoins spécifiques du sportif, pour l'illustrer la population peut s'aider de ces quelques ouvrages :

- Physiologie du sport, 3^{ème} édition

Monod

Masson 2007

Ce livre expose aux lecteurs les connaissances de bases sur l'énergétique, la mécanique et la biochimie musculaire, traite des différentes adaptations morphologiques et méthodes d'évaluation de l'aptitude physique en milieu normal ou spécifique.

- Physiologie du sport : bases physiologiques de l'activité physique et sportive, 6^{ème} édition

MONOT H, FLANDROIS R, Masson, 2007

Cet ouvrage présente sous une forme synthétique les notions fondamentales qui permettent de comprendre la structure et les mécanismes de régulation et d'adaptation de l'homme en activité physique et ceux chez l'adulte et l'enfant.

- Physiologie du sport : enfant et adolescent

VAN PRAAGH E, De Boeck, 2007

Le développement biologique de l'enfant et de l'adolescent est spécifique et variable selon les individus rendant la réponse physiologique particulière. Cet ouvrage est rédigé sous forme d'une revue générale des connaissances les plus récentes sur les réponses physiologiques induites par la pratique d'un sport tout au long de la croissance de l'individu.

- Physiologie du sport et de l'exercice

J H WILMORE, D L COSTILL, De Boeck, 2006

Il permet aux professionnels de santé d'accéder au domaine de la physiologie du sport en s'appuyant sur des données anatomiques et physiologiques. L'objectif étant d'expliquer les mécanismes grâce auxquels le corps s'adapte à l'activité physique.

La nutrition et les besoins nutritionnels du sportif sont la clé de la performance et doivent donc être adaptés à l'individu et au sport pratiqué. Pour cela certains ouvrages peuvent les aider :

- La diététique du sportif

GALTIER D, VALERA D, Européenne de magazine, 2004

Dans cet ouvrage, Damien GALTIER, diététicien et ancien sportif de haut niveau, explique de façon simple les bases de la diététique sportive.

- Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales

BIGARD X, BOISSEAU N, Masson 2005

Ce livre regroupe en un volume compact et didactique l'essentiel de la bioénergétique, de la physiologie et de la nutrition du sportif. Chaque chapitre comprend un encadré reprenant les notions fondamentales à retenir et d'application facile pour une diététique sportive au quotidien.

- Guide nutritionnel du sportif d'endurance

RICHE.D, Vigot, 2003

Cet ouvrage propose des conseils pratiques, doté de tests permettant à chacun de déterminer ses besoins nutritionnels. Des aspects de la diététique du sportif d'endurance y sont également évoqués.

- L'alimentation du sportif

BEAN A, Chantecler, 2005

Ce livre donne des conseils clairs et faciles à suivre pour permettre d'atteindre un régime équilibré et personnalisé que la pratique soit de loisir ou intensive. La présence de tableaux nutritionnels, de questions-réponses et de recettes rend le livre accessible à tous et agréable à lire.

- La diététique du sportif

DERVAUX J.L, De Vecchi, 2006

La diététique du sportif est devenue indispensable aux sportifs et toute personne désirant optimiser sa forme physique. Ce livre va promulguer des conseils faciles à appliquer et qui vont permettre à la population de composer eux-même leur repas en fonction de leurs propres besoins et dépenses énergétiques en appliquant les règles simples de diététiques

La question des compléments alimentaires et des produits diététiques de l'effort est souvent soulevée lors de la pratique sportive. Certains ouvrages vont permettre de mettre en lumière les réels besoins de la consommation de ces produits.

- Guide des compléments alimentaires pour sportifs

DELAVIER, GUNDILL, Vigot, 2007

Ce livre passe en revue les différents compléments alimentaires et aides ergogéniques actuellement sur le marché. On pourra y trouver les suppléments de l'endurance, de la musculation, les plantes adaptogènes, les suppléments amincissants et de récupération.

-Gagner sans se doper

GALTIER D, Chiron, 2005

Cet ouvrage permet aux sportifs de trouver dans leur alimentation de base, lorsque celle-ci est équilibrée et variée, tous les éléments nécessaires pour être au meilleur niveau sans avoir recours aux compléments ou autres produits diététiques de l'effort. Ce livre va permettre de mettre en lumière différents aliments à favoriser lorsque l'on pratique un sport intensif.

-Compléments alimentaires : les règles de base du bon usage

Le quotidien du pharmacien n°2539, 13 décembre 2007

Article intéressant sur la place des compléments alimentaires dans la stratégie du sportif. Il développe les notions de bon usage pour ne pas tomber dans la prise de produits dopants.

Le dopage est un fléau qui est de plus en plus présent dans le milieu sportif. La prise de compléments ou des produits diététiques de l'effort peuvent entraîner un risque de résultats positifs au test anti-dopage. Pour éviter tous risques, il est important pour le sportif d'avoir pris connaissance des substances et procédés dopants et de connaître les risques encourus si le test était positif. Pour cela, un certain nombre d'ouvrages sont disponibles :

- Histoire du dopage et des conduites dopantes : les alchimistes de la performance

LAURE P, Vuibert, 2004

Ce livre retrace l'évolution de la consommation de produits dopants et de leur réglementation à travers des données épidémiologiques, psychologiques, sociologiques et médicales.

- Dictionnaire du dopage : substances, procédés, conduites, dangers

MONDENARD J.P, Masson, 2004

Ce livre retrace, sous forme de fiches, les différentes substances et procédés dopants utilisés depuis le XIXe siècle. A ces données s'ajoute une documentation riche des principales affaires et anecdotes historiques des nombreux athlètes contrôlés positifs aux tests anti-dopage.

- Rapport d'activité 2005 : conseils de prévention et de lutte antidopage

CPLD, La documentation française, Paris, 2006

Ce rapport permet de connaître les dernières mise en applications de la lutte antidopage et de la nouvelle réglementation des substances et procédés dopants interdits dans la pratique sportive.

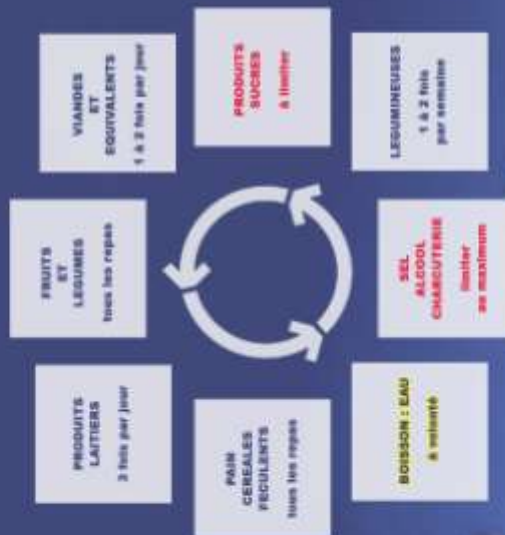
Après avoir pris connaissances du contenu de ces ouvrages cités, le professionnel de santé sera apte à délivrer les conseils nécessaires à la bonne pratique d'une activité physique et l'athlète pourra adapter ses besoins à la pratique de son sport et ainsi optimiser ses performances.

3.3 Création de plaquettes à remettre aux sportifs lors de la délivrance de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort

Pour conclure cette thèse, il m'a semblé judicieux de créer des plaquettes, distribuées dans les officines et mis à disposition des sportifs, afin de leur apporter quelques conseils pratiques et succincts qu'ils pourront appliquer facilement et qui les aideront dans la pratique de leur sport. En effet, des règles simples peuvent être appliquées au quotidien et permettre aux sportifs, qu'ils soient de pratique intense ou de loisir, d'optimiser ses performances. Pour cela, des conseils sur les dépenses énergétiques spécifiques, les apports nécessaires en eau et les différentes classes d'aliments vont pouvoir les aider à organiser leur repas et permettre de mieux contrôler leurs apports en fonction de leur propre besoin nutritionnel. Le respect de ces quelques règles de base pourra être une alternative possible à la consommation de compléments et produits de l'effort.

Le sport c'est aussi bien manger.

8 gestes santé pour une alimentation équilibrée !!



LA NUTRITION DU SPORTIF

Dans la pratique sportive, l'alimentation joue un rôle important dans la préparation à l'effort mais aussi dans les performances. Quelques règles simples peuvent vous aider à mieux gérer vos efforts.

Les sportifs ont besoins de plus d'énergie

- Ce sont les sucres (glucides) des céréales, fruits et légumes qui sont utilisés par votre corps.
- Les réserves s'épuisent si l'exercices est > 1h30.
- Répondre à cette augmentation des besoins pour l'endurance et la performance.

Attention à vos apports en Eau

- Transpirer aide votre corps à se refroidir.
- Vous perdez de l'eau il faut en apporter régulièrement
- La déshydratation nuit à votre santé et à vos performances
- Il faut boire avant, pendant, et après l'exercice :
 - <1h de l'eau
 - >1h boisson diététique de l'effort

Avez-vous besoin de compléments alimentaires ?

- Une alimentation équilibrée vous fournit toutes vitamines et minéraux nécessaires.
- Les compléments glucidiques : pour les sports d'endurance.
- Les compléments protéiques ne sont pas nécessaires
- Attention aux compléments achetés sur internet, Sachez demander conseils à votre pharmacien

CONCLUSION

Nous avons évoqué les différences existant entre un sportif intensif, un sportif de loisir et un sédentaire au point de vue des dépenses énergétiques et des besoins nutritionnels en macro et micro-nutriments. On a aussi pu souligner les besoins accrus du sportif au niveau de sa ration alimentaire. Sur la base de ces besoins augmentés, un marché énorme de produits à destination des athlètes ou de simples sportifs occasionnels s'est développé. Ainsi, la population a désormais accès à des compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort disponibles aussi bien en officines qu'en magasins spécialisés et sur Internet. Devant l'augmentation importante de ce marché, une réglementation particulière mentionnant les différences entre compléments, suppléments et produits diététiques de l'effort a vu le jour permettant d'écarter sur les points de vente officinaux, les substances pouvant entraîner un risque au point de vue du dopage et de la santé. Malgré les nombreuses mises en garde des autorités sanitaires françaises sur la consommation de ce type de produits, les sportifs, qui associent trop souvent supplémentation et performances sportives, continuent à en consommer. Or, hormis quelques situations particulières, une simple complémentation qui vient supporter les besoins accrus des sportifs en amenant l'athlète aux ANC recommandés sont bénéfiques. Il est alors possible d'être un athlète performant en équilibrant simplement sa ration alimentaire en fonction de ses besoins réels, il en ressort que la diététique du sportif est un maillon indispensable pour permettre aux sportifs d'optimiser ses performances.

Fort des conseils nutritionnels et des mises en garde sur l'ingestion de certaines substances décrites dans ce travail, le pharmacien, acteur de santé, peut conseiller efficacement le sportif sur ses choix alimentaires et sur l'éventuelle prise de produits de l'effort.

Parmi cet éventail de conseils, le plus important à retenir est qu'une consommation de suppléments et produits diététiques de l'effort ne remplacera jamais une diététique saine et équilibrée, que leur ingestion ne fera jamais augmenter les performances et pourra même constituer un risque par la consommation de produits de sources mal contrôlées.

ANNEXES

Annexe 1 : Dépenses énergétiques spécifiques

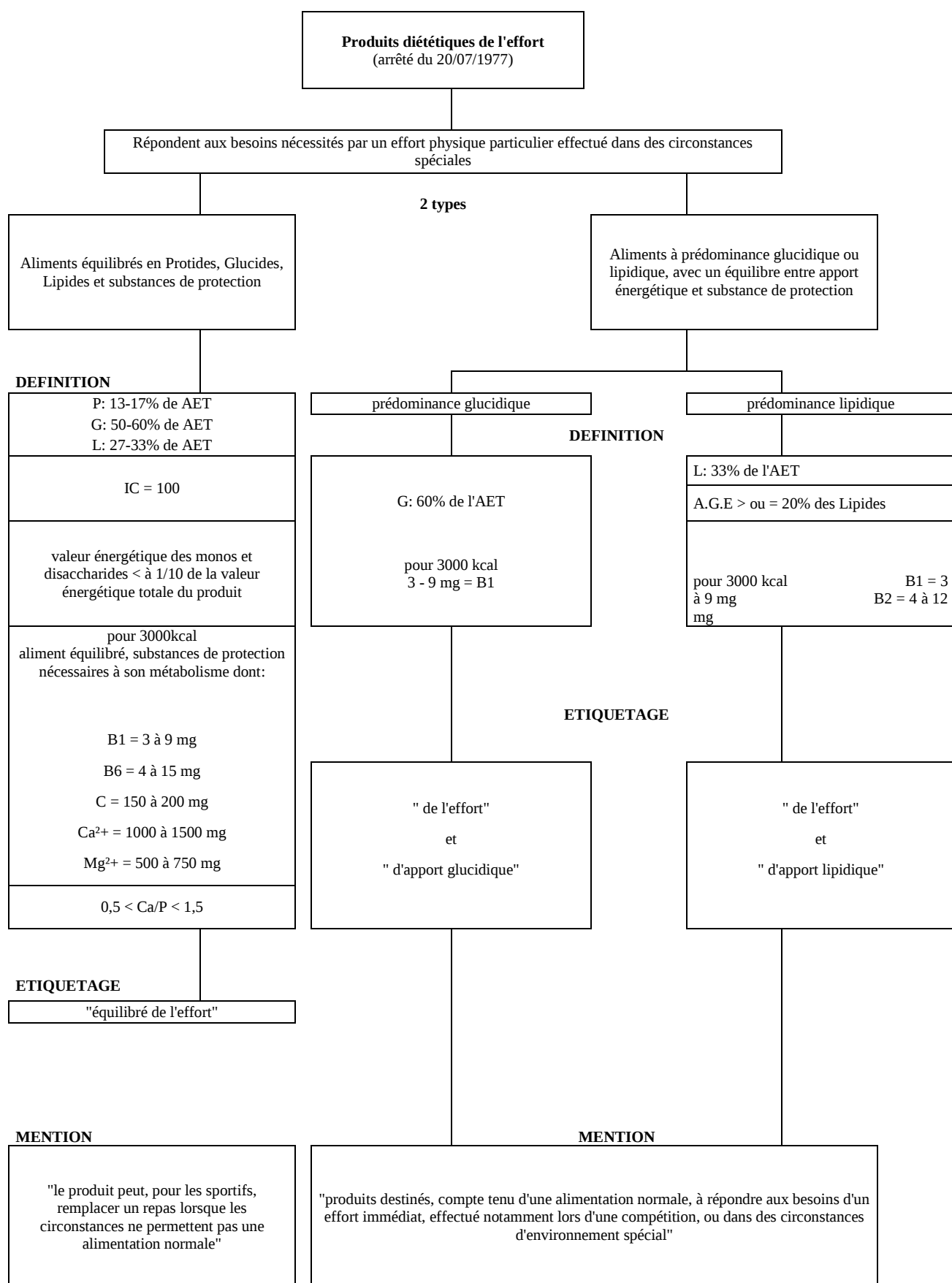
Sport	Dépense moyenne/h en kJ	Dépense moyenne /h en kCal
Alpinisme	2090/2510	500/600
Aviron	2090	500
Badminton	2930/3345	700/800
Basket	1670/2510	400/600
Body bulding Musculation	1880/2090	450/500
Bowling	1045/1255	250/300
Canoé Kayak	1670	400
Cyclotourisme	1465/1670	350/400
Danse	2510/2930	600/700
Demi fond athlétisme	3765	900
Equitation	625/835	150/200
Escrime	2090	500
Fond athlétisme	3765/4185	900/1000
Football	2090/2510	500/600
Golf	1670	400
Gymnastique sportive	1465/1670	350/400
Haltérophilie	1880/2090	450/500
Handball	1670/2090	400/500
Jogging	1045/1255	250/300
Judo	2930	700
Karaté	2930	700
Karting	625/835	150/200
Natation	2090/2510	500/600
Patinage Roller	1670/1880	400/450
Planche à voile	2090/2510	500/600
Plongée sous marine	2510	600
Randonnée pédestre	2090	500
Rugby	2090/2510	500/600
Sauts athlétisme	3345/3765	800/900
Ski alpin Surf des neiges Snow board	1880/2090	450/500
Ski de fond	2090/2930	500/700
Sprint athlétisme	2300/2510	500/600
Squash	2930/3345	700/800
Tennis	3345	800
Tennis de table	2090/2510	500/600
Tir à l'arc	835/1045	200/250
Voile	2090/2510	500/600
Volley ball	1670/2510	400/600
Boxe	2510	600
Marche	753	180
Piste	920	220
Derrière entraîneur	1465	350
Route	1510	360
Route vent debout	2510	600
Vitesse	2930	700
Fond	1885	450
Patinage artistique	2510	600
Patinage de vitesse	3010	720

Annexe 2: Exemples d'apports énergétiques totaux, protéiques, lipidiques et glucidiques de sportifs masculins (A) et féminins (B) effectuant un entraînement régulier (29).

GROUPE	Apports énergétiques (kCal)/jour	Protéines		Lipides		Glucides	
		g	%*	g	%*	g	%*
A. Hommes bien entraînés							
Coureurs de fonds (n=50)	3170	114	14	116	33	17	52
Coureurs de fonds (n=10)	3034	128	17	115	34	396	49
Triathlètes (n=25)	4095	134	13	127	27	627	60
Marathoniens (n=19)	3570	128	15	128	32	487	52
Joueurs de football américain (n=56)	3395	126	15	141	38	373	44
Haltérophiles (n=19)	3640	156	18	155	39	399	43
Footballeurs (n=8)	4952	170	14	217	39	596	47
Nageurs (des 2 sexes) (n=22)	5222	166	12	248	43	596	45
Nageurs, hommes (n=9)	3072	108	15	102	30	404	55
B. Femmes bien entraînées							
Coureuses de fonds (n=14)	1931	70	19	60	28	290	53
Coureuses de fonds euménorrhéiques (n=33)	2489	81	12	97	35	352	53
Coureuses de fonds euménorrhéiques (n=12)	2151	74	13	67	27	344	60
Nageurs (des 2sexes) (n=21)	3573	107	12	164	41	428	48
Nageuses, femmes (n=11)	2130	79	16	63	28	292	55

*% des AET

Annexe 3 : Réglementation des produits diététiques de l'effort



BIBLIOGRAPHIE

1. AASMUNTRUD O.

Les aliments diététiques de l'effort, caractéristiques optimales
Cahier Nutr Diet, 1986.

2. AASTRAND PO, ROHDAL K.

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

3. AFSSA.

Apports nutritionnels conseillés pour la population française
3^{ème} édition, Paris, 2001.

4. ANTIPOLIS S.

Performance et santé
AFRAPS, 1991.

5. BAELE DR.

La réglementation des produits pour sportifs
Revue de nutrition pratique n°8, Dietcom, 1994; 12-15.

6. BAR-OR O.

Médecine du sport chez l'enfant
Masson, 1992.

7. BASDEKIS JC, ZWIERZCHLIEWSKI B, LAGRANGE G.

L'alimentation du coureur à pied et du marathonien : comment se préparer
Estem, 2003.

8. BELLOCQ F.

Sport et dopage : la grande hypocrisie
Félin, 1991.

9. BENEZIS C, SIMERAY J, SIMON L.

L'enfant, l'adolescent et le sport: actualités en médecine du sport
Masson, 1986.

10. BERTHON F.

L'alimentation du sportif
Th D Pharm, Clermont-Ferrand; 2001.

11. BIELINSKI R.

La place des protéines dans l'alimentation du sportif
Med Hyg, 1993.

12. BIGARD X, KOULEMANN N.

Hydratation et sports

Masson, 2003.

13. BIGARD X, GUEZENNEC Y.

Nutrition du sportif

Masson, 2003.

14. BIGARD X.

Vitamines, minéraux, oligo-éléments et sports

Masson, 2003.

15. BLANCHET-VIVION D.

Dopage chez le sportif

Th D Pharm, Nantes; 1994.

16. BOISSEAU N.

Nutrition et bioénergétique du sportif

Masson, 2005.

17. BRUNET-GUEDJ I.

Médecine du sport

Masson, 2006.

18. CHAPELOT D, SYLVESTRE JL.

Les comportements alimentaires

Tec et doc, 2004.

19. CHAPPUIS P, FAVIER A.

Oligo-éléments en nutrition et thérapeutique

Lavoisier, 1995.

20. CHATARD JC.

Lutter contre le dopage en gérant la récupération physique

Publications de l'université de Saint-Étienne, 2004.

21. CIBERE et al .

randomized, double-blind, placebo controlled glucosamine discontinuation trial in knee osteoarthritis, arthritis and rheumatism, 2004.

22. CLEGG O et al .

Glucosamine, chondroitin sulfate and the two in combination for painful knee osteoarthritis

The new england journal of medicine, february 2006.

23. CONDEMINE-PIRON C.

Newsletter d'information médicale du Languedoc-Roussillon

Antenne médicale de prévention du dopage, octobre 2006; 2-3.

24. CPLD.

Rapport d'activité 2005 : conseils de prévention et de lutte antidopage

La documentation française, Paris, 2006; 12-14, 25-29.

25. **CRAPELET C, CRAPELET P, CRAPELET-MONIER J.**
Nutrition, alimentation et sport
Vigot, 1991.
26. **CREFF AF, BERARD L.**
Diététique sportive: physiologie nutritionnelle et diététique des activités physiques
Masson, 1987.
27. **CREFF AF.**
Les bases de l'alimentation du sportif
Prat Med, 1987.
28. **CUCULI DE CLERY A, KOURDOULY M.**
Alimentation du sujet âgé
Collection abrégés de médecine, 1991.
29. **DELLIAC P, DURIS P.**
Le sportif et l'eau
Diet Med, 1985.
30. **DEPREZ P, ANDRE JC.**
Compléments alimentaires et aliments santé
Technologie et documentation, Paris, 1999.
31. **DESFOSSES D, TALVARD S.**
Développement d'un complément alimentaire. Etude de la glucosamine
Université de Nantes, 2008 ; 8-12, 22-28
32. **DUPUPET L.**
Les besoins nutritionnels du sportif et les produits diététiques de l'effort
Th D Pharm, Nancy; 1998.
33. **FERRET JP, KOLECKAR H.**
Médecine du sport : prévention, traitement, homéopathie et nutrition
Boiron, 2000.
34. **FREMOT F.**
Biochimie physiologie, texte série 8
CNED, 2006; (4) 52-55, (7) 64-69.
35. **GALTIER D.**
Gagner sans se doper
Chiron, 2005.
36. **GARNIER A, WAYSFELD B.**
Alimentation et sport
Maloine, 1992.
37. **GIBAUT T.**
Nutrition et santé : diététique du sportif
Hatier, 2001.

38. GUEZENNEC GY.

Le régime alimentaire avant et pendant une compétition d'endurance
Rev de prat med gén, 1990.

39. IFOM et CREPS.

Les cahiers de diététiques sportives n°1
2003 ; 3-7, 31-34.

40. IFOM et CREPS.

Les cahiers de diététiques sportives n°2
2004 ; 12-17, 35-39.

41. IFOM et CREPS.

Les cahiers de diététiques sportives n°3
2005 ; 2-6, 33-36.

42. JOUSSELIN E.

La médecine du sport sur le terrain
Masson, 2005.

43. KELLER J.

Activité physique et sportive et motricité de l'enfant
Vigot, 1992.

44. Laboratoire Pierre Fabre Santé.

Documentation CLIPTOL SPORT
2008 ; 1-19.

45. Laboratoire SOLGAR.

Brochure Gplc
2008 ; 1-2.

46. Laboratoire SOLGAR.

Le guide SOLGAR des compléments alimentaires pour sportifs
2008; 2-5, 8-12.

47. LAURE P.

Le dopage
Presse universitaire de France, 1995.

48. Le quotidien du pharmacien.

Compléments alimentaires : les règles de base du bon usage
Le quotidien du pharmacien n°2539, 13 décembre 2007; 25-27.

49. LEROY C.

Compléments alimentaires : réalités officinales
Th D Pharm, Angers; 2000.

50. LEGRUSSE J, WATIER B.

Les vitamines, données biochimiques, nutritionnelles et cliniques
Laboratoire ROCHE, 1993.

51. **MAGNIN P, CORNU JY.**
Médecine du sport
Ellipses, 1997.
52. **Mc ARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL.**
Nutrition et performances sportives
Deboeck & Larcier, 2004.
53. **Mc ARDLE W, KATCH F, KATCH V.**
Physiologie de l'activité physique : énergie, nutrition et performance
Maloine, 2001.
54. **MANIDI MJ, MICHEL JP.**
Activité physique pour l'adulte de plus de 55 ans
Masson, 1998.
55. **MONDENARD JP.**
Dictionnaire des substances et procédés dopants
Masson, 1991.
56. **MONDENARD JP.**
Dictionnaire du dopage
Masson, 2004.
57. **MONOT H, FLANDROIS R.**
Physiologie du sport, 4^{ème} édition
Masson, 1997.
58. **NORET A.**
Le dopage
Vigot, 1990.
59. **PAOLETTI R.**
Education et motricité, l'enfant de deux à huit ans
De Boeck université, 1999.
60. **PILARDEAU P.**
Biochimie et nutrition des activités physiques et sportives. Le métabolisme énergétique
Masson, Paris, 1995.
61. **PINEAU A.**
Le dopage: danger pour la santé
Cours de 3^{ème} année de pharmacie, Nantes, 2007, 14-18, 24-29, 32-35.
62. **RICHE D.**
Equilibre alimentaire et sports d'endurances
Vigot, 1990.
63. **RICHE D.**
Guide nutritionnel des sports d'endurance
Vigot, 1994.

64. RICHE D.

Guide nutritionnel des sports d'endurance, 2^{ème} édition
Vigot, 1998.

65. RICHE D.

Pratique sportive et oligo-éléments : conséquences nutritionnelles
Sci sports, 1996.

66. RYAN M.

Nourrir l'endurance
De Boeck, 2007.

67. SALOU H.

Les substances dopantes dans le sport et leurs méthodes d'analyses
Th D Pharm, Nantes; 1995.

68. SAUDAN C, BAUME N, EMERY C, STRAHM E, SAUGY M.

Short term impact of Tribulus terrestris intake on doping control analysis of endogenous steroids

Swiss Laboratory for Doping Analysis, Institut Universitaire de Médecine Légale
septembre 2007.

69. VASSON MP, GOUDABLE J, HININGER-FAVIER I.

Conseil en compléments alimentaires
Wolters Kluwer, 2007.

70. WEINECK J.

Biologie du sport
Vigot, 1992.

71. WILMORE JH, COSTILL DL.

Physiologie du sport et de l'exercice
De Boeck, 2006.

BIBLIOGRAPHIE ELECTRONIQUE

72. **Agence mondiale de lutte contre le dopage**

www.wada.ama.org, consulté le 06/06/2008

73. **Besoins nutritionnels spécifiques aux sportifs**

www.nutri-site.com, consulté le 22/06/2008

74. **Caractéristique du *Tribulus terrestris***

www.passeportsante.net, consulté le 25/08/2008

75. **Cerin**

Apports nutritionnels conseillés dans la population française

www.cerin.org, consulté le 13/03/2008

76. **Comité olympique**

Propositions de lois et lutte anti-dopage

www.olympic.org, consulté le 06/06/2008

77. **Définition et études sur le *Tribulus terrestris***

www.edietetique.com, consulté le 25/08/2008

78. **Définition du Coenzyme Q10**

www.wikipedia.fr, Consulté le 21/07/2008

79. **Diététique sportive**

www.dietsportive.com, consulté le 02/09/2008

80. **Education et esprit sportif**

réglementation et lois

www.santesport.gouv.fr, Consulté le 17/05/2008

81. **Produits diététiques de l'effort**

exemples de produits ergogènes

www.overstims.com, Consulté le 02/09/2008

82. **Réglementation des produits diététiques de l'effort**

Label de garantie d'un produit non dopant

www.wall-protect.com, Consulté le 22/06/2008

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Régénération de l'ATP par la filière anaérobie alactique.....	11
Figure 2 : Régénération de l'ATP par la filière anaérobie lactique	12
Figure 3 : Régénération de l'ATP par la filière aérobie	13
Figure 4 : Participations des différentes filières selon la durée de l'exercice	14
Figure 5 : Temps de passage des aliments dans l'estomac (13).....	11
Figure 6 : pyramide alimentaire (52).....	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Propriétés et types de fibres musculaires	9
Tableau 2 : Récapitulatif des besoins vitaminiques des sportifs.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3 : Récapitulatifs des besoins en minéraux et oligo-éléments du sportif.	3
Tableau 4 : Acides aminés indispensables et non indispensables (71).	3
Tableau 5 : index glycémique d'aliments pouvant se retrouver dans l'alimentation du sportif (9).	5
Tableau 6 : Volume de boisson à prévoir et à consommer au cours d'une activité physique intense de 90 minutes. (71)	7
Tableau 8 : Quantité de glucides et proportion de sel dans la boisson selon la température (39).	14
Tableau 9 : exemples de produits diététiques pour la préparation à l'effort.	42
Tableau 10 : exemples de produits diététiques à prendre pendant l'exercice.	47
Tableau 11 : exemples de produits diététiques de récupération.	51
Tableau 12 : Classe de substances ou procédés interdits en permanence, en compétition ou dans certains sports (24).....	53
Tableau 13 : Substitution des produits dopants par l'alimentation (58).	57
Tableau 14 : apports nutritionnels conseillés chez la femme (81).	65
Tableau 15 : teneur en oméga 3 de certains aliments (65)	71

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	Erreur ! Signet non défini.
SOMMAIRE	3
LISTE DES ABREVIATIONS	4
Introduction	5
Chapitre I. Diététique du sportif: des besoins spécifiques	7
1 Le travail musculaire	8
1.1 La contraction musculaire	8
1.2 Les différentes voies du métabolisme énergétique	10
1.3 Les effets de l'entraînement	14
2 Les besoins en phase d'entraînement (cf. annexes 1,2)	17
2.1 Besoins en protéines	18
2.2 Besoins en glucides	18
2.3 Besoins en lipides	20
2.4 L'apport hydrique	21
2.5 Besoins en vitamines, minéraux et oligo-éléments	22
3 Les besoins en phase de compétition	3
3.1 Besoins en protéines	3
3.2 Besoins en glucides	4
3.3 Besoins en lipides	6
3.4 L'apport hydrique	6
3.5 Besoins en vitamines, minéraux et oligo-éléments	8
4 Plan de prise alimentaire en préparation d'une compétition	9
4.1 Pré compétition	9
4.2 Pendant la compétition	13
4.3 La récupération	15
Chapitre II. Les compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort dans la stratégie du sportif	18
1 Définitions et lois	19
1.1 Réglementation française	19
1.2 Réglementation européenne	23
1.3 Réglementation mondiale	24
2 Produits diététiques ergogènes : entre fiction et réalité	24
2.1 Prétendues effets des aides ergogéniques	25
2.2 Substances ergogènes	25
3 Exemples de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort disponibles à l'officine et magasins spécialisés.	41
3.1 Les produits de préparation à l'effort	41
3.2 Les produits de l'effort	44
4 Substances interdites	52
4.1 Listes des substances non autorisées	52
4.2 Compléments alimentaires et dopage	54
5 Aspect psychologique dans la prise de compléments et produits diététiques de l'effort	57
Chapitre III. Conseils officinaux associés à la vente de produits diététiques ou de compléments alimentaires pour la pratique sportive	60
1 Conseils aux sportifs et mesures diététiques adaptées	62
1.1 Le sportif adulte	62
1.2 L'enfant et l'adolescent	68
1.3 Pathologies et diététiques sportives	70

2	Conseils associés à la prise de compléments alimentaires et produits diététique de l'effort.....	74
3	Sources d'informations destinées aux professionnels de santé et au grand public	76
3.1	Sites Internet : entre crédibilité et publicités mensongères	76
3.2	Documentation littéraire.....	80
3.3	Création de plaquettes à remettre aux sportifs lors de la délivrance de compléments alimentaires et produits diététiques de l'effort.....	84
	Conclusion.....	86
	Annexes	88
	Annexe 1 : Dépenses énergétiques spécifiques.....	89
	Annexe 2: Exemples d'apports énergétiques totaux, protéiques, lipidiques et glucidiques de sportifs masculins (A) et féminins (B) effectuant un entraînement régulier (29).	90
	Annexe 3 : Réglementation des produits diététiques de l'effort	91
	BIBLIOGRAPHIE	92
	BIBLIOGRAPHIE ELECTRONIQUE.....	98
	LISTE DES FIGURES.....	99
	LISTE DES TABLEAUX.....	100
	TABLE DES MATIERES	101

Nom – Prénom : Audrey MAO **Titre de la thèse :**

DIETETIQUE DU SPORTIF : DE LA PRATIQUE INTENSIVE A LA PRATIQUE LOISIR
PLACE DES COMPLEMENTES ALIMENTAIRES ET PRODUITS DIETETIQUES DE L'EFFORT DANS LA
STRATEGIE DU SPORTIF

Résumé de la thèse :

La diététique du sportif a une place prépondérante dans la recherche de performances. Une alimentation équilibrée, tenant compte de la physiologie sportive, des dépenses énergétiques spécifiques et des besoins accrus en macro et micro-nutriments est généralement suffisante. Néanmoins, le sportif, qu'il soit de pratique loisir ou intensif, a de plus en plus recours à des produits de l'effort et suppléments nutritionnels. Cette consommation peut poser des problèmes en terme des risques pour la santé et de risque de dopage. Le pharmacien en tant qu'acteur de santé et distributeur de produits associés à la diététique sportive, reste un interlocuteur privilégié. Il est à même de prodiguer des conseils appropriés, selon le type de sportif (sexe, âge, pathologie, intensité du sport) et d'alerter sur les conditions et limites d'utilisation de ces produits.

MOTS-CLÉS :

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| - DIETETIQUE DU SPORTIF | - DOPAGE |
| - COMPLEMENTES ALIMENTAIRES | - PRODUITS ERGOGENES |
| - PRODUITS DIETETIQUES DE L'EFFORT | - PHYSIOLOGIE DU SPORT |

JURY :

PRESIDENT : M. El-hassane NAZIH, Maître de Conférences en biochimie
Faculté de pharmacie de Nantes

ASSESSEURS : M. Christophe OLIVIER, Maître de Conférences en toxicologie
Faculté de pharmacie de Nantes

Mme Florence ANGIBAUD, Docteur en pharmacie

14 rue du Cabriolet, 44800 Orvault

M. Florent POHU, Ostéopathe 28, rue Vaugirard, 75015 Paris

Adresse de l'auteur : Audrey MAO
« Les îles » 98 bld de l'Océan
44500 La Baule