

LES ALIMENTS ERGOGENES

Le 03 Février 1999

{ Denis RICHE in Guide nutritionnel des sports d'endurance }

INTRODUCTION.....	3
1. LA L-CARNITINE.....	4
<u>1.1. La D-carnitine.....</u>	<u>5</u>
<u>1.2. La L-carnitine comme brûleur de graisses ?.....</u>	<u>6</u>
<u>1.3. Un hypothétique pouvoir tampon</u>	<u>7</u>
2. LA CAFEINE.....	8
<u>2.1. La controverse</u>	<u>10</u>
2.1.1. Caféine et sommeil.....	12
<u>2.2. Un plus pour les efforts maximaux</u>	<u>12</u>
<u>2.3. Problèmes de tolérance.....</u>	<u>13</u>
3. LA CREATINE.....	15
<u>3.1. Les résultats observés pour des efforts brefs maximaux et répétés.....</u>	<u>16</u>
<u>3.2. Un triple effet</u>	<u>17</u>
<u>3.3. Un protocole en cours d'évolution</u>	<u>18</u>
4. LE GINSENG.....	20
<u>4.1. Les principes actifs du ginseng.....</u>	<u>21</u>
<u>4.2. Des investigations très concluantes.....</u>	<u>22</u>
<u>4.3. Son emploi</u>	<u>24</u>
5. LES AUTRES ERGOGENES.....	24

<u>5.1. Le coenzyme Q10.....</u>	<u>25</u>
<u>5.2. L'inosine.....</u>	<u>25</u>
<u>5.3. Le mythe du pollen.....</u>	<u>26</u>
<u>5.4. L'acide pangamique ou B15.....</u>	<u>26</u>

INTRODUCTION

Dans le langage des scientifiques, un produit ergogène se définit comme une substance qui améliore la performance sportive. Certains figurent parmi les constituants de notre ration, d'autres relèvent au contraire de la pharmacopée. Parmi ces derniers, une forte proportion se rangent parmi les dopants et sont strictement interdits, comme les amphétamines, ou les anabolisants. Hormis l'éthanol (recherché dans certains sports comme le tir) ou la caféine, qui peut donner lieu à un contrôle positif en cas d'abus manifeste, aucun composant de notre ration ne se range parmi les substances interdites. Par contre, on y découvre année après année de multiples constituants candidats au statut d'ergogène. Les recherches conduites dans les laboratoires et leur quête effrénée dans certains milieux athlétiques relèvent indiscutablement du mythe du produit-miracle, qui transformerait magiquement les performances et le potentiel athlétique de ses utilisateurs. Il ne saurait être évidemment question de laisser croire qu'une telle panacée existe. Bien plus modestement, peu d'ergogènes ressortent sans dommage d'une analyse critique sévère et confirment leur intérêt présumé. Nous développons dans ce chapitre les substances tirées de nos denrées, et dont on a montré que l'ingestion pouvait améliorer certains paramètres en rapport avec les performances.

L'existence d'ergogènes nutritionnels embarrasse plus d'un spécialiste, ne serait-ce que parce que la législation française, dans la rubrique consacrée aux produits diététiques de l'effort, ne prévoit pas de tels éléments. Il faut dire qu'à l'époque de son élaboration (en 1976, ce qui signifie que la bibliographie ayant servi à ce travail est encore plus ancienne), on ne soupçonnait pas, sauf pour la caféine, qu'une molécule particulière eût la propriété d'influer sur le niveau de performance.

Le dogme en vigueur à l'époque, et qui gouverne encore nos décisions dans le domaine de la diététique est le suivant : "la recherche d'une alimentation équilibrée vise à satisfaire l'ensemble des besoins spécifiques du sportif et a pour effet de prévenir les contre-performances. Or ces trente dernières années nos connaissances en biochimie ont beaucoup évolué, surtout grâce aux progrès des techniques d'analyse et simultanément l'entraînement a énormément crû, non seulement au niveau de l'élite, mais également à celui de la masse. Il s'ensuit qu'aujourd'hui, dans certaines situations bien particulières, une alimentation parfaitement équilibrée ne permet plus forcément de faire face à l'ensemble des besoins du sportif, tant au repos, qu'à l'effort ou en période de récupération. Deux démarches ont donc gagné du terrain : la supplémentation et le recours aux ergogènes, initié et systématisé dans les deux blocs des années soixante-dix, les Etats-Unis d'une part et l'ex-URSS d'autre part, contributions majeures auxquelles s'ajoutent celles des pays scandinaves et de l'Allemagne, puis plus récemment celle de l'Italie (en particulier en ce qui concerne la L-carnitine) ou le Royaume-Uni, davantage sensibilisé à l'intérêt de la créatine.

La décision d'avoir recours à des ergogènes dérange, car elle renvoie à l'idée que certaines substances peuvent artificiellement améliorer les performances. Cette procédure apparaît donc aux yeux de certains comme particulièrement insidieuse, et ce pour plusieurs raisons ; si un tel ergogène existe effectivement, il crée une situation de dépendance de l'utilisateur, qui ne peut plus se passer de celui-ci pour obtenir des résultats corrects, et ce faisant il faciliterait le passage à l'acte interdit, autrement dit le recours au dopage. D'autre part, il reléguerait

au second rang des préoccupations des athlètes la recherche d'une alimentation équilibrée, dans la mesure où elle aurait le double désavantage, comparativement aux ergogènes, d'être astreignante et moins décisive relativement aux performances. Revenons sur ces deux concepts. Tout d'abord, dans notre esprit, la distinction entre le recours aux dopants et l'emploi d'ergogènes s'avère sans ambiguïté (indépendamment de notions telles que l'absence de dangers et d'accessibilité de tous aux ergogènes, pourtant déterminantes lorsqu'il s'agit de distinguer les deux procédures). En effet, à nos yeux, il n'y a aucune commune mesure entre l'athlète qui a recours aux acides aminés ramifiés, aux sels de créatine ou qui consomme un surcroît de vitamines au cours de sa préparation et un autre qui se verrait administré des anabolisants. De surcroît, l'efficacité des ergogènes ne peut s'observer que si l'athlète respecte au préalable un bon équilibre alimentaire et s'entraîne correctement, faute de quoi les propriétés dudit produit se verraient compensées par les multiples imperfections de son alimentation et de sa préparation.

L'emploi des ergogènes ne peut donc se concevoir que dans le cadre d'une information et d'une éducation nutritionnelles adéquates, tant auprès du sportif que de ses préparateurs. Et là encore, en raison de ce rôle éducatif, et en dépit d'un objectif a priori ambigu, l'emploi de ces produits représente bien une alternative au dopage. Il ne saurait donc être question de faire planer la suspicion sur ceux qui ont opté, dans leur approche, pour ces ergogènes. Nous développerons ici les connaissances relatives à la L-carnitine, à la caféine, à la créatine, ainsi qu'au ginseng. Nous évoquerons enfin rapidement les pseudo-ergogènes parfois proposés aux sportifs.

1. LA L-CARNITINE

Encore nommée abusivement vitamine B7 par certains auteurs américains, cette substance se trouve abondamment dans nos tissus qui, sauf pathologie particulière associée à une déficience de ses voies de synthèse, parviennent toujours à en élaborer en quantité suffisante. Pour cette raison il ne s'agit donc pas d'un nutriment essentiel, même si sa synthèse dépend de la présence à des taux adéquats de deux acides aminés essentiels, la lysine et la méthionine, souvent déficitaires dans certains végétaux. C'est sans doute ce qui explique la terminologie employée par le passé par certains spécialistes d'outre-Atlantique. Contrairement à la caféine, dont la consommation dans notre société est recherchée et même ritualisée, l'ingestion de L-carnitine ne présente aucun caractère de convivialité. Les sportifs, à une époque, y ont eu massivement recours, les argumentaires publicitaires faisant alors mention, pour ce produit, d'une activité de brûleur de graisse, qui s'est depuis vue infirmée.

Dès 1910 on a pu établir que sa synthèse avait lieu dans le corps humain. On sait également la fabriquer en laboratoire, mais on en obtient alors deux formes voisines :

la L- et la D-carnitine. Seule la première possède une activité biologique, la variante D - s'avérant dénuée de toute propriété, et pouvant même se révéler toxique (voir chapitre 1.1). Comme on l'a mentionné plus haut, deux acides aminés essentiels participent à son élaboration. Interviennent encore d'autres nutriments, comme les vitamines B2, B6 et C, ainsi que le fer. Les voies de fabrication endogènes (c'est-à-dire se déroulant à l'intérieur de nos

tissus), assurent une synthèse quotidienne de l'ordre de 16 à 20 g/j. Outre cette production autonome, l'organisme s'approvisionne dans l'alimentation, mais les quantités ainsi délivrées sont plus faibles ; l'apport moyen estimé se situe entre 8 et 11 mg/j selon Angelini, alors que Cederblad propose une valeur plus réaliste de 30 mg/j, voire davantage chez les gros consommateurs de viande. En effet les chairs animales en constituent, de loin, les meilleures sources (voir le tableau). Il apparaît vraisemblable que l'un supplée admirablement l'autre, puisque sauf anomalie enzymatique on n'observe aucun cas de carence, même chez des individus ingérant très peu de L-carnitine. D'ailleurs, de façon générale, les taux de carnitine restent relativement stables dans l'organisme. On en trouve surtout dans les muscles et le coeur (98%), ce qui explique d'ailleurs que, parmi les abats, le coeur de moutons ou de boeuf se distingue par sa richesse en L-carnitine. Le complément se trouve dans le foie et les reins (1,6%) et dans les liquides extra-cellulaires, ce qui doit inciter à relativiser la portée des fluctuations de ses teneurs sanguines.

Les sources alimentaires de L-carnitine

Produit	Teneur (mg/100 g de partie comestible)
Agneau (cru)	209
Mouton	168
Boeuf	60-65
Abats de mouton	60
Coeur de boeuf	20
Foie de lapin	20
Lait	17
Poulet	10
Alfa	2
Avocat	1
Germe de blé	1
Lapin	0

1.1. La D-carnitine

Lors des premières tentatives de synthèse de carnitine, effectuées en laboratoire, on en obtint deux types, l'une ressemblant à l'autre comme son reflet dans un miroir. On se mit à parler alors de L- et de D-carnitine. Les premières préparations proposées aux athlètes comprenaient les deux composés. Mais on s'aperçut vite que l'ingestion de la forme D- s'accompagnait d'une diminution des réserves tissulaires de L-carnitine et, dans les cas les plus graves, pouvait même carrément bloquer l'activité de l'enzyme-clé de la synthèse endogène. Il peut s'ensuivre de dangereuses complications ; Keith relate ainsi le cas d'un athlète expérimenté ayant avalé

deux fois deux doses de 50 mg d'un mélange L-D, l'avant-veille et la veille d'un marathon, et victime de lésions musculaires sévères occasionnant une myoglobinurie à l'origine d'une fatigue extrême et d'une faiblesse des cuisses après l'épreuve. Ces symptômes évoquaient précisément ceux du déficit héréditaire en L-carnitine. On attribua cette anomalie à la présence de la forme D- et fort heureusement, depuis lors, les méthodes de fabrication se sont améliorées permettant l'élimination de cette forme nocive, pour ne proposer que la L-carnitine.

1.2. La L-carnitine comme brûleur de graisses ?

Les éléments précédemment proposés justifient peu, a priori, qu'on pense à fournir un complément de L-carnitine aux sportifs. Pourquoi alors l'a-t-on envisagé ? C'est sur la base des fluctuations de ses teneurs à l'effort. On a ainsi constaté que son taux dans les muscles pouvait s'abaisser en réponse à un exercice, et encore n'est-ce pas de manière systématique. Les pertes urinaires se modifient très peu, et de manière très transitoire après une activité, mais cette adaptation n'a que peu d'impact sur l'état des réserves, et sauf cas pathologique (par exemple une déficience enzymatique particulière). De plus les selles en renferment une quantité négligeable, évaluée entre 16 et 48 mg/j, soit moins de 0,3% de ce que contient notre organisme, et à peu près ce que délivre notre ration. En d'autres termes, la conservation et les synthèses de L-carnitine se maintiennent à un niveau optimal chez le sportif, et sauf pathologie (une anomalie métabolique très rare), le risque de carence est nul. Ce constat n'a pas suffi à dissuader certains spécialistes de proposer une cure de L-carnitine. En fait ils l'ont imaginé dans l'espoir qu'une majoration des apports en carnitine accroîtrait son taux dans les tissus, et de là stimulerait ses actions physiologiques. Quelles sont-elles ? On connaît surtout son intervention dans l'utilisation des acides gras, une opération qui se déroule obligatoirement dans des structures particulières, les mitochondries, qu'on considère comme les véritables hauts fourneaux de la cellule. Elle participe à l'acheminement des graisses vers ces structures. Ce rôle essentiel ne signifie pas pour autant qu'un apport accru en cette substance favorise leur oxydation. D'ailleurs, si tel était le cas, on observerait une consommation plus importante des graisses de réserve en cas de supplémentation massive en carnitine. Il s'agirait en quelque sorte d'un produit capable d'attiser leur consommation par les tissus, et donc d'aider très nettement à maigrir. C'est ce que soutiennent les partisans de la L-carnitine... mais qu'on n'a jamais démontré dans la moindre étude. L'apport massif de L-carnitine aboutit certes à une élévation de son taux sanguin et/ou de sa teneur dans certains tissus, mais on ne constate pas d'utilisation préférentielle des graisses, y compris quand, comme dans l'étude de Decombaz et al., on épuise au préalable le glycogène pour rendre les fibres plus dépendantes des lipides. Cet échec quasi systématique explique que les fabricants n'aient plus le droit de faire allégation de la L-carnitine en tant que brûleur de graisse. Pourquoi un tel échec ? La L-carnitine joue en fait un rôle de canal pour l'entrée des graisses dans les mitochondries et sa disponibilité, comme le rappelle Wagenmalcers dans son article de synthèse, ne constitue jamais l'étape limitante de la combustion des acides gras. Il serait d'ailleurs assez naïf de penser qu'on pourrait accroître la

production d'énergie en surchargeant de L-carnitine les cellules. De façon imagée, cela reviendrait à supposer qu'en ouvrant plus de portes dans une salle de spectacle on pourrait y faire tenir plus de monde !

1.3. Un hypothétique pouvoir tampon

En infirmant son rôle de brûleur de graisses les physiologistes pensaient en avoir fini avec la L-carnitine. Ils se sont peut-être réjouis un peu vite, car plusieurs publications récentes, envisageant une approche différente, suggèrent que ce candidat ergogène pourrait influencer favorablement sur certaines performances. On a notamment relevé des résultats troublants de la part d'une équipe italienne. Celle-ci a en effet trouvé que la prise de ce produit, à raison de 4 g/j pendant 2 semaines, améliorerait la valeur de VO_2 max de 6%. Par quel mécanisme ? A ces doses ces auteurs soupçonnent un effet ne relevant pas de l'activation de l'utilisation des graisses. Un début d'explication pourrait être délivré par une autre expérimentation. Celle-ci, conduite chez l'animal, a indiqué que l'administration de mégadoses de L-carnitine améliorerait l'oxygénation des tissus en intervenant sur la dynamique des vaisseaux sanguins et en protégeant les cellules de ceux-ci, qualifiées d'endothéliales. Ces données qui pourraient fournir un début d'explication aux résultats des chercheurs transalpins, signifieraient que son ingestion pourrait s'avérer intéressante non plus dans le cadre d'efforts de longue durée, mais au contraire dans le cadre d'exercices accomplis à intensité maximale. Un autre mécanisme pourrait aussi intervenir ; une série d'études espagnoles suggère, de manière isolée et demandant confirmation, qu'une cure d'un mois permettrait de préserver l'activité de l'enzyme chargé de favoriser le recyclage de l'acide pyruvique, proche parent de l'acide lactique, et nommé pyruvate déshydrogénase . Ceci éviterait une élévation trop prononcée du taux d'acide lactique et de l'acidose. Autrement dit, la L-carnitine améliorerait son pouvoir tampon. Confinant les observations de l'équipe d'Arenas, un travail initié par un autre Italien, Siliprandi, a jeté un certain émoi, dans le milieu scientifique, puisqu'il a lui aussi montré que l'ingestion en prise unique de 2 g de L-carnitine 1 heure avant un effort très intensif s'accompagnait d'une moindre accumulation d'acide lactique, ainsi que d'une plus grande dépense d'énergie. Notons encore, au rang des effets positifs, qu'un test conduit en 1995 et consistant à fournir un mélange de L-carnitine et d'aspartate a indiqué que celui-ci limitait l'élévation de l'ammoniémie à l'effort, mais l'effet observé résulte vraisemblablement de l'aspartate, et celui de la L-carnitine demeure vraiment hypothétique. Ne nous emballons pas, aucune autre publication n'a confirmé ces résultats par ailleurs décriés, en raison de certaines lacunes méthodologiques. On a même plutôt enregistré des résultats contraires à ceux du groupe transalpin. Deux études publiées simultanément en Allemagne en 1994, et au cours desquelles on avait fourni de la carnitine durant un mois à raison de 2-4 g/j, ont mentionné l'absence d'effet sur les performances dudit produit, que ce soit dans le cadre d'un effort sous-maximal d'une heure, ou d'un exercice visant à déterminer VO_2 max. De même, une équipe suisse a tenté de valider l'an dernier la réalité de cette action dans le cadre d'une expérience très rigoureuse. La procédure retenue a consisté à administrer aux 12 volontaires retenus soit 2 g de L-carnitine, soit une dose équivalente d'un placebo. Deux heures plus tard, délai jugé suffisant pour que ce produit soit disponible au niveau mitochondrial, on demandait à ces sportifs d'entamer une

première session de pédalage, effectuée à l'intensité du seuil anaérobie, et ce jusqu'à épuisement. Après 3 heures de récupération, on leur demandait de renouveler ce test. Ce protocole permettait donc à la fois d'établir l'effet de la L-carnitine sur la performance, et de tester une hypothétique action de celle-ci sur la vitesse de récupération. Une semaine plus tard les volontaires renouvelaient la procédure, mais en inversant les produits. Il n'est rien ressorti de cette expérience, qui n'a donc pas confirmé un éventuel intérêt à la prise de carnitine. Aujourd'hui, on se trouve donc dans la situation où il a bien été démontré que la prise de ce produit ne stimulait pas la combustion des graisses corporelles, et où un possible effet tampon, lié à un meilleur recyclage de l'acide lactique, pourrait exister. Mais trop peu de données confirment cette hypothèse ; on peut douter de la fiabilité de ses conclusions. À l'heure actuelle, la prise de L-carnitine ne se justifie vraisemblablement pas non plus lors d'efforts intensifs.

2. LA CAFEINE

Les statistiques sont formelles : plus des 3/4 des Français et Françaises boivent chaque jour au moins une tasse de café. Les athlètes ne dérogent pas à cette règle, mais chez eux cette pratique n'a pas pour seul but que de faire sortir du demi-coma duquel certains ont du mal à émerger après une nuit trop courte : il s'agit, dans le milieu sportif et plus particulièrement chez les athlètes, de l'ergogène le plus recherché avec la L-carnitine évoquée ci-dessus.

On l'a longtemps considérée comme un brûleur de graisses, exactement à l'égal de la L-carnitine. Force est de reconnaître que, comme celle-ci, elle ne s'est pas avérée vraiment convaincante sur ce plan. La caféine est un excitant de la famille des alcaloïdes, contenue dans divers végétaux, comme le café, le thé, le cola ou le cacao. De longue date, l'homme y a eu recours et en a ritualisé l'usage, et il n'y a pas de pays dans le monde où ne boive du café, du thé ou du maté. A cet égard, un éminent spécialiste américain considère qu'elle représente la drogue la plus consommée au monde, ce qui constitue un jugement évidemment excessif, ne serait-ce que si on se souvient qu'alors qu'existent des statistiques de consommation on ne recense pas les décès causés par la caféine. L'alcool, le tabac et les drogues dans leur ensemble constituent à nos yeux des combats bien plus urgents à mener. Autre point mis en avant par les encenseurs de tout poil : la caféine favoriserait le cancer. Certains écrits vaguement ésotériques à consonance nettement végétarienne, l'affirment de manière péremptoire, faisant de la dissuasion par la terreur. Il n'en est rien ; les hypothétiques effets cancérigènes de la caféine et du café, jamais établis, se voient plus que compensés par la présence de phytonutriments dans cette boisson ainsi que dans le thé. Certes, les effets excitants de la caféine ne font aucun doute. Qui ne connaît le coup de fouet que procure un petit noir, et qui se révèle salutaire en bien des occasions, pour ceux qui conduisent de nuit, préparent des examens, doivent enchaîner de longues réunions... ou augmentent leurs charges d'entraînement ? Comme le déclara le cycliste britannique Tom Simpson peu avant sa mort : "peut-être vous faut-il une tasse de café serré pour démarrer la journée. Si vous faites 240 à 250 km à vélo, comme moi, peut-être vous en faudra-t-il deux ou trois ..." La caféine a donc fait son entrée dans le milieu du sport grâce à son action psychostimulante. Communément admis et démontré dans de multiples travaux, cet effet exciteur s'explique en partie par le rôle facilitateur jouée par la

caféine vis-à-vis de la libération de neurotransmetteurs. On lui attribue par exemple une libération accrue de catécholamines (adrénaline et noradrénaline) en fin d'exercice, et de ce fait elle peut contribuer à une meilleure adaptation au stress. Cependant, du fait qu'elle sollicite durablement les glandes, surtout si on procède à des prises répétées de café, la caféine assure une adaptation transitoire, instable, conduisant à terme à un stade d'épuisement, à l'inverse d'un véritable adaptogène comme le ginseng (voir chapitre 4), qui préserve durablement l'intégrité de l'organisme face aux conséquences du stress chronique. L'effet central de la caféine dépend de la cinétique d'administration, des quantités fournies, de la fréquence de consommation, du type de produit choisi (café, coca ou thé par exemple) ainsi que de caractéristiques métaboliques individuelles difficilement prévisibles, un peu à l'égal de ce qu'on observe avec l'alcool.

Nous considérons à cet égard que le recours accru aux boissons caféinées, sur des périodes limitées, constitue un indice très fiable de l'instauration d'un état de surmenage.

Il traduit en effet des difficultés croissantes à faire face à la fatigue et à maintenir un état d'éveil et de vigilance convenable.

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, les effets obtenus à la suite de la prise de caféine ne sont pas prévisibles à 100%. On estime cependant que l'effet central (s'exerçant au niveau cérébral), survient dans un délai de 60 minutes environ.

Ce n'est que dans le courant des années soixante-dix qu'on en a évoqué l'intérêt dans un autre contexte : les travaux réalisés par Dave Costill et ses collaborateurs de l'Université de Ball State, ont à leur époque révolutionné l'approche des marathoniens et des adeptes des autres sports d'endurance. Les travaux en question ont consisté à comparer l'influence de la caféine (à raison de 250 mg ou 5 mg/kg) à celle d'un placebo, sur l'endurance et la composition du mélange utilisé par les muscles au cours d'un effort prolongé d'intensité modérée (70% de VO_2 max, au niveau de la zone où les lipides demeurent le constituant majoritaire du mélange consommé par les fibres). Ces travaux initiaux ont révélé que la prise de caféine prolongeait la durée du test et accroissait la participation des graisses. D'autres se sont accumulés depuis, donnant lieu à des recommandations et à des avis contradictoires. Que nous suggèrent précisément ces travaux ? Il en ressort que la caféine peut améliorer la performance physique ou l'endurance (autrement dit le temps durant lequel on poursuit une activité), pour des intensités modérées, dans des disciplines telles que le ski de fond, le cyclisme, la course à pied. Mais on recense également un nombre non négligeable de travaux, tout aussi bien conduits sur le plan méthodologique, pour lesquels on n'a pas relevé d'incidence de la caféine sur la performance. Les contradictions rendent donc difficile tout jugement univoque. Des travaux conduits en altitude, contexte s'accompagnant d'adaptations physiologiques particulières, montrent toutefois que la prise de caféine s'avère efficace dans ce cadre très précis. Ainsi ceux de Berglund conduits à 2 900 m d'altitude ont-ils souligné le bénéfice procuré par la prise de cet alcaloïde. Les travaux complémentaires de Fulco suggèrent que cet effet ergogène se manifeste plus particulièrement chez les athlètes ne s'étant pas adaptés à l'altitude, autrement dit venant d'entamer leur séjour, et évoluant donc, comme disent les physiologistes, dans une situation d'hypoxie aiguë, celle pour laquelle les perturbations hormonales se révèlent les profondes. On a principalement retenu et popularisé les résultats des travaux initiaux, favorables à la caféine. Ce constat répercuté dans le milieu sportif, a incité à une pratique

quasi généralisée dans le milieu de la course à pied, du triathlon ou du vélo : la prise de café en quantité accrue avant une épreuve.

2.1. La controverse

Plusieurs caractéristiques de ces travaux, pas toujours considérées avec suffisamment d'attention, peuvent expliquer les discordances relevées dans les résultats, parfaitement partagés entre positifs et sans action :

- D'une part, les sujets prenant part à ces tests ont presque toujours ingéré la caféine (ou le placebo) à jeun. Or, dans cette situation, le taux de graisses dans le sang s'élève fortement, ce qui en soi facilite leur utilisation et mime l'action de la caféine, qui se trouve ainsi amplifiée. Si on reproduisait cette expérience chez des sujets qui auraient au préalable pris un petit déjeuner glucidique, et auraient veillé à manger suffisamment de pâtes les jours précédents (ce que tous les compétiteurs font), l'action de la caféine serait demeurée inaperçue ; dans ce cas précis, en effet, la nature hyperglucidique de la ration oriente le métabolisme vers une utilisation préférentielle des sucres, ce à quoi le muscle se trouve préparé, et la prise de caféine n'y change rien.
- Le niveau de consommation habituelle influence beaucoup la durée de vie de la caféine, c'est-à-dire le délai qui sépare son ingestion de sa dégradation. Or, des sujets habitués à en consommer de façon régulière développent une forme de tolérance à l'égard de la caféine différente de celle des individus n'en prenant habituellement pas, fort rares au demeurant. Le recrutement des sujets englobés dans ces différentes études peut donc, selon la façon dont on l'accomplit, aboutir à des résultats fort variables : supposons que le groupe recevant de la caféine se compose essentiellement d'athlètes normalement abstinentes : l'alcaloïde aura alors chez eux des effets plus prononcés. On sait ainsi que la prise de caféine, chez de tels sujets, peut provoquer des insomnies, alors qu'un grand buveur de café peut en boire jusqu'à tard dans la soirée sans pour autant connaître de difficulté à sombrer dans le sommeil (voir chapitre 2.1.1). Inversement, la prescription de caféine à des sportifs amateurs de café, ou soumis à des charges d'entraînement élevées, ne donne pas lieu à un changement significatif du carburant utilisé par le muscle. Pour cette raison, certains spécialistes leur conseillent de se sevrer de caféine pendant 4 jours avant d'en reprendre le matin de l'épreuve, auquel cas la contribution des graisses à la fourniture d'énergie pourrait s'élever. Cette possibilité reste encore, cependant, largement hypothétique et surtout très difficile à mettre en oeuvre. Un tel sevrage demeure difficile et requiert une haute motivation.
- La prise de décaféiné, comme celle d'un vrai "Robusta", s'accompagne d'une élévation du taux d'acides gras présents dans le sang, et influence semblablement les taux de cholestérol.
- Leur analyse détaillée nous enseigne en outre que ces expériences consistaient, pour la plupart, à faire pédaler des athlètes, plutôt habitués à la course à pied, et ce simple stress (pour les physiologistes, cette sollicitation inhabituelle en constitue un exemple), peut suffire à provoquer des phénomènes susceptibles d'influer sur le mélange utilisé par les muscles. Les soumettre à un exercice plus conforme à leur discipline, c'est-à-dire faire courir des athlètes sur un tapis roulant comme dans l'étude de Casal, ou faire

skier des fondeurs à l'instar de ce qu'a proposé Berglund, de surcroît en les faisant manger 4 heures avant, ôte toute influence à la caféine.

- La majorité des expériences ont été conduites à des niveaux d'effort inférieurs à ceux qui correspondent aux compétitions, ce qui fausse évidemment la portée des conclusions. Si on impose des efforts plus intensifs, de l'ordre de l'allure du marathon, la controverse partage les chercheurs : de récentes publications, où on emploie des doses plus importantes que précédemment et où on soumet les volontaires à des séquences plus intenses, entre 80 et 85% de VO_2 max, laissent à penser que la caféine exerce une action. En l'occurrence, dans les travaux en question, son ingestion permettait d'allonger la durée du test. S'agit-il de données extrapolables sur le terrain ? Nous devons nous avouer très sceptique sur ce point; en effet, ces publications de Graham et de Passman démontrent un effet bénéfique de la caféine avec des doses de l'ordre de 9 mg/kg, soit deux fois supérieures aux plus fortes employées jusqu'alors. Or de telles quantités exposent au risque d'être déclaré positif au contrôle antidopage. On peut certes abaisser légèrement les doses; une étude plus récente a ainsi comparé l'effet ergogénique de ces doses et celui d'un apport inférieur, de l'ordre de 5 mg/kg.j (soit 350 mg chez un sujet de 70 kg), niveau d'apport habituel dans les études sur ce produit. Elle retrouve les résultats précédents. La valeur de ces travaux doit être nuancée du fait que dans ces expériences on imposait aux volontaires une privation de caféine depuis 48 heures. Or cette procédure potentialise l'action de celle ingérée ensuite au labo, de sorte qu'on peut se demander dans ce cas précis si c'est la prise de caféine ou l'abstinence préalable qui explique les résultats relevés. Pour cette raison, la conclusion d'une étude récente due à des chercheurs de Maastricht se montre très intéressante, puisqu'elle conclue aussi à l'action positive précédemment décrite, et ce en dépit d'un recrutement hétérogène, les volontaires étudiés se rangeant tout autant parmi les consommateurs usuels de café que parmi les abstinents. Ces informations complémentaires sont à ajouter au dossier, sans qu'elles permettent de trancher de manière définitive le débat sur l'intérêt de la caféine dans les sports d'endurance.

On peut de surcroît interpréter ces contradictions évidentes d'une étude à l'autre en tenant compte d'autres éléments non négligeables; d'une part, il se peut fort bien que l'effet métabolique du café, quand on l'observe, ne provienne pas seulement de la caféine, mais aussi d'un des 200 autres constituants du breuvage, comme le suggère une ancienne étude citée par Nehlig dans son article de synthèse. Elle consistait à donner en double aveugle une dose de café (délivrante 250 mg de caféine) ou de déca, avant l'accomplissement d'une série d'exercices. Or, que ce soit en saut ou en sprint, on a relevé une amélioration similaire des performances, ce qui soulève la question de l'effet potentiel d'autres constituants du café. D'autre part, on peut aussi suspecter un «effet placebo», par lequel le simple fait de penser qu'il va boire un café, et de savoir qu'il va prendre part à une épreuve, fait décharger de l'adrénaline à un coureur.

Précisément, c'est en partie par cette activation de la libération de celle-ci que passent les effets de la caféine. Ils expliquent les nouvelles observations, apparemment paradoxales, faites ces dernières années...

Pour des efforts prolongés, l'intérêt de la caféine fait l'objet de vives discussions. Son efficacité dépend des conditions d'exercice et des individus concernés.

2.1.1. Caféine et sommeil

Les effets centraux de la caféine résultent de multiples mécanismes, mais font en partie appel à la libération accrue de catécholamines, les hormones du stress, qui instaurent un état de vigilance durable, comme après un exercice violent. Sur ce plan, l'accomplissement d'une compétition ou d'un entraînement imposant des efforts maximaux peut se révéler encore plus propice aux insomnies que la prise de caféine chez un sujet sensible à celle-ci. Cela étant, la réputation de la caféine n'est plus à faire. Qu'en est-il exactement ?

On a souvent accusé la caféine de provoquer des nuits blanches si on la prenait trop tard dans la journée. En fait, les résultats dépendent de la consommation habituelle de chacun.

- Si on est un grand consommateur de caféine (dont l'abus, soit plus de 600 mg/j, peut créer une forme de dépendance mineure, le caféinisme), en boire avant d'aller au lit s'avérera sans effet.
- Si on en ingère habituellement peu voire pas du tout, en boire soudain en fin de journée (après 17 h) pourra retarder l'endormissement et altérer la qualité du sommeil.
- Si on se range parmi les ex-grands caféinomanes et qu'on en reprend soudainement, on éprouve une grande fatigue et on risque de ressentir des maux de tête qui peuvent demander 48 heures pour s'estomper.

2.2. Un plus pour les efforts maximaux

En 1997, la rôle éventuel de la caféine pour les sports d'endurance demeure discuté. Par contre, dans le domaine du demi-fond, elle a récemment éveillé un intérêt justifié.

Des travaux conduits depuis 1991 ont élargi nos connaissances. Entrepris auprès de nageurs spécialisés dans les distances courtes ou auprès d'athlètes pratiquant le 1 500 m, c'est-à-dire auprès de compétiteurs évoluant à des intensités maximales, ils ont révélé une nette amélioration de leurs chronos s'ils prenaient de la caféine une heure avant l'épreuve. A quoi est dû ce progrès ? Les auteurs de ces travaux l'attribuent à un meilleur rendement musculaire, à une qualité gestuelle supérieure, et à un état d'éveil plus marqué. La caféine, selon eux, favorise ces effets. De plus, à cette intensité, le glycogène fournit seul l'énergie nécessaire, et le débit d'utilisation, autrement dit la quantité utilisée à chaque instant, conditionne directement la performance. En d'autres termes, c'est en ouvrant au maximum le robinet qui délivre le «super» qu'on peut espérer accomplir une performance, ce dont attestent les teneurs plus élevées d'acide lactique relevées dans ces conditions au terme des épreuves. Or, la prise de caféine, aux posologies anciennement proposées par ceux qui voyaient en elle un brûleur de graisses, contribue à faire décharger de plus grandes quantités d'adrénaline, comme on l'a vu. Celle-ci activera l'utilisation du glycogène, ce qui sur ces distances constitue un gage de succès.

La consommation de caféine une heure avant un effort intensif favorise l'utilisation maximale du glycogène et contribue à de meilleures performances.

Sources de caféine

Aliment	Teneur
Café robusta	Source la plus riche. à raison d'environ 120 mg/tasse, soit 20 mg/g (une tasse se préparant en moyenne à partir de 6 g de café).
Café arabica	Deux fois moins que le robusta, soit 30 à 60 mg/tasse, gamme de chiffres comparable à celle du thé.
Thé	De 30 à 60 mg/tasse selon qu'il s'agit de thé noir ou vert. Dans cette boisson, l'action de la caféine (appelée ici théine) se réduit à cause des tannins, ces composés qui lui donnent sa couleur et son âcreté caractéristiques. Ces constituants inassimilables entravent le passage de la caféine dans le sang, comme ils le font pour divers minéraux. Ils entraînent dans les selles et diminuent l'amplitude du pic de caféine dans le sang, tout en retardant sa survenue. Ceci explique qu'à dose de caféine égale, le thé produise de moins nets effets excitants que le café.
Cacao	10 à 15 mg/tasse, selon son origine, soit environ 2 à 3 mg/g.
Boissons au cola	50 à 80 mg/l. Cela en fait une source importante de caféine chez les plus jeunes et justifie l'apparition sur le marché d'une variante décaféinée.
Thé et café décaféinés	Ils ne doivent pas contenir plus de 1% de caféine dans leur extrait sec.
En France	80% de la caféine ingérée provient du café.

2.3. Problèmes de tolérance

La modération demeure de mise, en raison d'effets métaboliques néfastes, susceptibles de survenir en cas d'ingestion exagérée de caféine ou de sa consommation avant une épreuve, dans un contexte de stress :

- La caféine, tout comme sa proche cousine la théophylline, qu'on trouve en quantité abondante dans le thé (où figure également la théobromine à des taux conséquents), exerce une puissante action diurétique. Son abus peut donc déshydrater.
- La présence de ces deux alcaloïdes à des taux trop élevés peut abaisser l'élimination de certaines toxines telles que l'acide urique. Quand on sait que certains athlètes surentraînés augmentent soudainement leur ingestion de café, on comprend mieux en quoi cette mauvaise habitude favorise la survenue de pépins.
- La caféine stimule la sécrétion de suc gastrique, liquide comparable à de l'acide chlorhydrique, et donc susceptible de gravement altérer la muqueuse de l'estomac, surtout si cet excès de café est consommé au cours d'un repas frugal, ce qui est en général le cas avant une compétition, où on mange peu.

En pratique, on recommande de ne pas dépasser 250 mg de caféine (2 à 3 tasses de robusta), une heure avant le départ d'un 1500 ou d'un 5 000 m. Pour des distances supérieures, tout dépend de la réponse de l'individu à la caféine, de sa susceptibilité au stress, de sa faculté à être bien éveillé lors d'un départ matinal, de la fragilité de son estomac ou de son niveau de consommation usuel. On déconseillera de toute façon une

ingestion supérieure à 5 mg/kg.j, le tableau ci-dessus permet de calculer les portions auxquelles cela correspond.

Qu'en est-il de l'intérêt de la consommation de coca à l'effort lors de compétitions d'ultra-endurance ? Cette habitude, popularisée par quelques grands noms du triathlon avant qu'ils ne se trouvent confrontés à de graves troubles gastriques et l'abandonnent dans la discrétion, avait pour objectif d'apporter un surcroît de disponibilité psychique, d'ardeur, sur la seconde partie d'efforts prolongés, tout en stimulant l'utilisation des graisses par les muscles. Or, dès 1973 une étude où on comparait les concentrations maximales de caféine et la cinétique d'apparition de celle-ci après ingestion de thé, de caféine pure, de café ou de coca, a démontré que ce dernier produisait un pic plus tardif et plus faible que le thé ou le café. On ne voit donc pas bien comment cette cinétique d'assimilation particulière peut conférer un avantage à l'effort. Par contre ce travail de Marks et Kelly aide à comprendre pourquoi les enfants qui en boivent en fin de journée peuvent plus difficilement s'endormir.

Autre stratégie parfois adoptée, l'ingestion d'une boisson riche en caféine 30 minutes avant l'arrivée d'une épreuve, en général cycliste ou triathlétique. De récentes statistiques publiées par Clasing indiquent qu'en Allemagne on compte environ 15% des cyclistes de haut niveau y ayant recours, dans le but évident de disposer d'un effet stimulant en vue de la banderole. En dépit de sa popularité, cette démarche restait à valider. C'est ce que à quoi visait une expérience récente, conduite dans le même pays (où le marché des "energy drinks" riches en caféine est très développé). Il en est ressorti que l'ingestion de ce produit 30 minutes avant, un effort maximal, ou conduit à une allure équivalant au seuil anaérobie, ne présentait aucune supériorité comparativement à un placebo. Les auteurs de cette rigoureuse expérience en ont conclu que le « coup de fouet » était en fait du vent...

Une très récente publication, présentée au début de l'année 1997, a par contre montré que l'ingestion de ce type de produit en cours d'effort n'avait aucune incidence sur la diurèse, l'effet stimulant de la caféine sur ce processus se trouvant sans doute compensé par la relative déshydratation et la libération d'hormone antidiurétique à l'effort.

L'usage répandu de la caféine parmi les sportifs pose une autre question, celle de la tolérance et du risque d'être déclaré positif à l'occasion d'un contrôle antidopage.

Rappelons à cet égard que la concentration maximale de caféine dans les urines tolérée par le CIO est de 12 micron.g/ml. On admet usuellement qu'une consommation normale de café, de thé ou de Coca ne permet pas d'atteindre un tel niveau. Il faudrait en effet absorber entre 900 et 1 065 mg de caféine pour se trouver en irrégularité, ce qui requiert la prise d'environ 7-8 tasses de café prises dans un bref délai. L'administration d'environ 9 mg/kg de caféine, comme on l'a proposé dans certaines études, permet également de parvenir à ce seuil fatidique. En fait, cette mésaventure peut survenir avec des apports bien plus faibles, les travaux de Duthel et ceux du Sud-Africain Van der Merwe suggérant qu'avec une dose de 350 à 450 mg de caféine des individus éliminant très mal la caféine (en raison d'un métabolisme hépatique paresseux), peuvent très bien excéder lors du contrôle les chiffres-limite posés par le CIO. C'est notamment le point de vue du professeur Birkett, ce qui amène à examiner d'un oeil plus critique les cas de dopage à la caféine recensés ces dernières

années, et aide à comprendre la proposition faite aux instances internationales de réviser cette valeur-couperet. Cette possible anomalie métabolique doit également inciter à un usage très raisonnable de ce produit.

Quand consommer la caféine ? Traditionnellement, les marathoniens, les cyclistes et les triathlètes en avalent 60 minutes avant le départ. Or si leur objectif consiste à mobiliser davantage les lipides et à économiser le glycogène, il faut attendre que la caféine agisse au niveau cellulaire et que le taux d'acides gras plasmatiques s'accroisse, ce qui demande 4 heures. En clair, les observations positives relevées en maintes occasions sur le terrain s'expliquent vraisemblablement par l'effet psychotrope de la caféine. Celui-ci en effet survient dans un délai de 60 minutes, soit au bout du même laps de temps que l'activation des enzymes dégradant le glycogène.

Il faut 60 minutes à la caféine pour stimuler le système nerveux et favoriser l'utilisation maximale du glycogène, mais pas moins de 4 heures pour permettre une éventuelle utilisation accrue des lipides.

Le bénéfice métabolique conféré par la prise de caféine s'avère donc illusoire, d'autant qu'on admet que la consommation d'un régime hyperglucidique et la prise d'un dernier repas glucidique annulent toute action ultérieure éventuelle de la caféine. L'intérêt de celle-ci pour les efforts prolongés demeure très incertaine.

3. LA CREATINE

Ces dernières années, si un produit a acquis une rapide notoriété dans le milieu sportif, c'est bien la créatine. Il figure parmi les rares ergogènes qui non seulement résiste à une analyse critique sévère, mais parvient même à en sortir grandi. Inconnue des athlètes, même ceux de l'élite, il y a seulement 5 ans, on s'imagine que le produit n'est que récemment apparu dans le giron des scientifiques. Or, si effectivement les publications mettant en exergue l'intérêt de ce produit pour certaines catégories de sportifs remontent au plus à 1993, il s'agit cependant d'un composant qu'on a identifié depuis plus de 150 ans dans notre organisme. Son origine est double : d'une part nos cellules peuvent le fabriquer à partir de trois acides aminés (arginine, méthionine et glycine) fournis par notre alimentation, mais les voies de synthèse pourvoient difficilement au renouvellement des taux de créatine et de phosphocréatine. D'autre part notre ration la délivre également directement (voir le tableau), plus particulièrement les produits d'origine animale. Un équilibre existe entre ces deux sources : plus notre ration en apporte et moins la synthèse est efficiente. A l'inverse un régime trop peu carné voire végétarien s'accompagne de plus faibles taux cellulaires de créatine, mais également de son dérivé, la créatine phosphate (CP). Rappelons que cet intermédiaire permet l'accomplissement d'efforts très intensifs et brefs, mettant en jeu les fibres rapides IIb. La possibilité que l'aptitude à ce type d'effort puisse en partie dépendre de caractéristiques nutritionnelles plus ou moins bien connues, amène à s'interroger quant aux possibilités d'en moduler le niveau des stocks par le biais de l'alimentation, d'autant que ce nutriment présente une autonomie très faible ; on sait en effet que les stocks de CP sont totalement épuisés en seulement 10 secondes d'effort absolu, et que la chute du taux de ce carburant se traduit par une diminution sensible de la force des fibres rapides IIb. A la différence de ce qu'on sait du glycogène, on a longtemps ignoré si l'apport de doses accrues de créatine, à l'égal d'un régime

hyperglucidique, pouvait accroître la teneur du muscle en CP, et par suite retarder l'épuisement de ces réserves. C'est ce sur quoi se sont penchés les nutritionnistes ces dernières années.

Les principales sources alimentaires de créatine

Aliment	Teneur (en g/kg)
Produits marins	
Hareng	6-10
Saumon	4,5
Thon	4
Cabillaud	3
Carrelet	2
Crevette	traces
Viandes	
Porc	5
Boeuf	4,5
Divers	
Lait	0,1
Airelle	0,02

3.1. Les résultats observés pour des efforts brefs maximaux et répétés

La première étude récente, indirectement reliée à l'activité physique, a consisté à mesurer l'évolution du taux musculaire de créatine et de CP sous l'effet d'une prise massive de créatine. Le protocole consistait à apporter une dose de 5 g de créatine 4 à 6 fois par jour pendant 2 jours, ce qui au total représentait une quantité équivalente à 40-50% de la totalité de la CP présente dans l'organisme, et 20 fois ce qu'ingère quotidiennement un très gros mangeur de viande. Le taux moyen s'est nettement accru, et par la suite les autres équipes ont confirmé cette aptitude à surcompenser la créatine phosphate.

Les augmentations les plus fortes s'observent chez les sujets pour lesquels les stocks étaient les plus bas, par exemple chez des sujets végétariens. Les doses requises pour observer cet effet, toutefois, sont impossibles à fournir avec une alimentation courante, ce qui distingue cette procédure de l'alimentation hyperglucidique proposée avant un marathon. Toutefois, comme d'autres études l'ont confirmé ultérieurement, une proportion à peu près constante d'individus (20 à 30%), d'une étude à l'autre, ne répondent pas à cette cure et conservent un taux cellulaire de créatine peu modifié. Ce constat a amené à rechercher le mode d'administration le plus efficace, ainsi que l'existence d'éventuels agents facilitateurs ou inhibiteurs.

D'autre pan il restait à établir dans quelle mesure, en reproduisant cette procédure, on pouvait influencer significativement sur la performances, à l'image du régime dissocié scandinave par exemple. Pour apporter une telle preuve, des travaux ont été entrepris dans la foulée de cette publication originelle. La première d'entre elles, menée par un groupe de chercheurs écossais, a repris le protocole précédent, mais y a intégré un test permettant de mesurer la force des sujets avant et après la supplémentation, et avec créatine ou placebo. Les données se sont avérées concluantes : grâce à ce produit, les volontaires sont parvenus à accroître la puissance produite lors de 5 séries de 30 contractions maximales espacées d'une minute de récupération. De multiples autres ont par la suite confirmé, unanimement, l'aptitude de la créatine à améliorer la performance lors d'efforts brefs, dynamiques, très intensifs et intermittents. On note en particulier, dans ces protocoles faisant appel à des répétitions d'efforts brefs maximaux espacés de longs repos, que la 2^{ème}, la 3^{ème} répétition et les suivantes se révèlent nettement meilleures après prise de créatine, comparativement à un placebo.

3.2. Un triple effet

A quoi attribuer cette amélioration incontestée sous l'effet de la créatine ? 3 phénomènes interviennent :

- Le muscle dispose d'une concentration accrue de CP avant l'effort, ce qui permet de dégager une plus grande puissance.
- La resynthèse lors des périodes de pause s'effectue à une vitesse supérieure, ce qui offre la possibilité de reproduire plus facilement un même exercice avec une moindre fatigue, ce que confirment des données récentes. Cette aptitude s'avère particulièrement précieuse pour toutes les séances de travail intermittent.
- Le pouvoir tampon des fibres est amélioré, du fait que la créatine phosphate, en se reconstituant à partir de la créatine et du phosphate, neutralise une molécule d'acide.

Cette propriété de tampon cellulaire a suscité beaucoup d'intérêt. Si le rôle métabolique de la CP et l'influence de son administration sur la puissance musculaire prédisposent à la réalisation de performances en sprint ou en lancers, l'aptitude de cette molécule à neutraliser davantage d'acide dans la fibre concerne un plus grand panel d'athlètes : en effet, l'accumulation progressive d'acide lors des efforts de 2 à 6 minutes constitue l'un des paramètres-clés de la réussite en demi-fond, en cyclisme sur piste ou sur certaines distances en natation. On comprend donc l'élargissement progressif des protocoles d'étude à des sports tels que le cyclisme, la natation ou le ski de fond. Dans ces disciplines, tout produit qui permet de retarder l'engorgement des cellules musculaires par l'acide, jouera un rôle d'ergogène indiscutable. Or jusqu'à présent, on s'est surtout intéressé aux tampons sanguins, dans la mesure où leur contribution à l'équilibre acide/base de l'organisme s'avère de loin supérieure à celle des antiacides cellulaires. C'est ainsi qu'on a pu lire de multiples expériences relatant l'action des bicarbonates ou des citrates. La présence au coeur des fibres musculaires de substances comme la CP, capables de neutraliser sur place l'acide, présente un intérêt théorique évident... que plusieurs études récentes ont confirmé sur le terrain. Un travail mené auprès de nageurs spécialisés dans le 100 m. a révélé que, comparativement aux performances accomplies lors du meeting disputé avant cette cure, la prise de créatine permettait de gagner en moyenne 0,34 seconde lors de la compétition suivante, avantage énorme

au niveau international. Une autre expérience menée simultanément auprès de cyclistes, a consisté à comparer les chronomètres réalisés lors d'une compétition de kilomètre lancé sur piste, avant et après prise de créatine ou de placebo. La progression se chiffrait à 2 secondes, niveau tout à fait déterminant. Malgré quelques travaux aux conclusions discordantes, la créatine semble aussi exercer une action ergogène à l'occasion d'efforts brefs uniques et maximaux.

Par contre, la controverse demeure vive à propos de son intérêt éventuel dans le cadre d'efforts essentiellement accomplis en aérobie. Ainsi, un travail antérieur conduit auprès de skieurs de fond, et dont le protocole demandait un effort de durée supérieure, n'a pas révélé de progrès significatif. La faible contribution des processus anaérobies dans ces efforts explique en partie cette absence de résultat. Mais elle n'est pas la seule en cause : comme dans d'autres études les fondeurs avaient pris près de 1 kg à la suite de cette ingestion de créatine, ce qui dans des exercices de longue durée peut constituer un phénomène néfaste.

Cette prise de poids résulterait en partie d'une rétention d'eau cellulaire, d'autant plus plausible que l'élévation des réserves de créatine améliore le stockage de glycogène lequel, on l'a vu, donne lieu à une fixation accrue d'eau. Mais on sait également depuis 1981, date d'une étude finlandaise conduite dans le cadre d'une pathologie musculaire, que cette molécule favorise l'élaboration de nouvelles myofibrilles, c'est-à-dire de ces petits réseaux de protéines qui interviennent dans la contraction musculaire, et génèrent force et vitesse. Ce processus porte d'ailleurs préférentiellement sur les fibres rapides, ce qui peut expliquer à la fois la variabilité des résultats selon les individus et le contexte d'exercice.

La prise de créatine permet la reconstruction de protéines contractiles dans le muscle.

La prise de créatine en phase de récupération présente donc, en théorie, d'évidents avantages dans toutes les circonstances où se produisent d'importantes altérations des protéines corporelles. Aucun travail n'a d'ailleurs testé à ce jour, de façon formelle, le bénéfice que pourrait apporter sa prise combinée à celle d'acides aminés spécifiques, dotés eux aussi d'une action sur la synthèse protéique.

3.3. Un protocole en cours d'évolution

Initialement, dans les travaux proposant une cure de créatine, on administrait celle-ci à raison de 20 g par jour (en 4 fois), pendant 4 à 5 jours. Dans 70% des cas, le taux cellulaire de créatine dépassait une valeur seuil à partir de laquelle s'observait un effet ergogène.

Mais deux types de problèmes se sont posés alors :

1. Pourquoi certains individus ne répondaient-ils pas à ce traitement ?
2. Comment faire persister davantage les effets de la cure, sachant qu'au-delà de 2-3 mois ses bénéfices s'estompaient ?

Ceci a conduit à s'interroger sur les processus intimes à l'origine de l'assimilation de la créatine. On a identifié plusieurs transporteurs à la surface de la cellule, sur lesquels la créatine se fixe avant de gagner la cellule. Des observations relevées au cours de certains travaux ont laissé penser que la caféine pouvait accélérer ce processus, ce qui se serait révélé profitable puisque dans la plupart des travaux publiés les

volontaires dissolvaient cet ergogène dans du thé et du café. Or, non seulement on n'a pas confirmé ce potentiel effet activateur de la caféine, mais un travail très récent, publié fin 1996, suggère même que cet alcaloïde bloque sa mise en jeu à l'effort. Les initiateurs de ce travail, sur la foi de ce constat, ne considèrent pas que cette façon de procéder soit profitable. Il ne faut peut-être pas les prendre au pied de la lettre. Dans leur discussion, en effet, ces auteurs confondent les effets de la caféine mélangée à la créatine, comme quand on dissout le peptide dans le thé, et ceux qui surviennent chroniquement chez des consommateurs usuels de boissons caféinées, situation qui concerne 95% d'entre nous. Rien n'indique que celui qui avale un petit noir puis ingère 20 g de créatine une heure plus tard va perdre une partie des bénéfices accordés à la créatine.

La seule précaution applicable aujourd'hui est de ne pas diluer la créatine dans le thé ou le café.

Par contre, l'insuline et l'exercice physique activent le processus de transport. On a d'ailleurs constaté, au cours d'une expérience où on administrait conjointement la créatine et des glucides, qu'on ne rencontrait plus de non répondeurs, que tous les cobayes élevaient suffisamment leurs réserves cellulaires de créatine phosphate. Sa prise en cours d'effort exerce également une action positive, de sorte qu'en mélangeant le sel de créatine à une boisson énergétique diluée en cours d'exercice et en phase de récupération, on optimisait l'action de la créatine.

Pour un effet maximal, on doit utiliser la créatine avec une boisson énergétique en cours d'activité et en phase de récupération.

Un autre petit peptide, la choline, présente dans la lécithine et par ailleurs impliquée dans la synthèse d'un neurotransmetteur, exercerait également une action facilitatrice sur la rétention de la créatine. Ceci reste à confirmer, d'autant qu'il ne s'agit pas de constituants trop abondants dans notre ration.

En ce qui concerne la possibilité de maintenir l'effet ergogène de la créatine, on s'est aperçu qu'en entreprenant après le traitement d'attaque évoqué ci-dessus une cure de 2 à 4 g par jour pendant 10 semaines (soit le niveau de créatine relevée dans la ration d'un très grand mangeur de viande), technique intitulée le traitement d'entretien, on conservait plus durablement les effets ergogènes de la créatine.

On doit procéder en deux temps. D'abord un traitement d'attaque : 20 g/j pendant 4 à 5 jours, puis un traitement d'entretien où on en administre de 2 à 4 g/j pendant 10 semaines environ.

Aux doses ainsi proposées, comme le soulignent les écrits de Hültman et ai. (1996) ou de Paul Greenhaff (1996), la créatine se révèle d'une totale innocuité, y compris pour les reins ce qui, ajouté à son statut de nutriment, rend absurde toute idée de la ranger parmi les dopants. Pourtant, alors que grâce aux connaissances acquises ces derniers mois, on peut utiliser favorablement ce composé, cette démarche est sans doute devenue impossible en France au moment où vous lisez ces lignes. Pourquoi ? Tout simplement parce que n'entrant pas dans le cadre de la législation française des produits diététiques de l'effort, (qui repose sur des données bibliographiques antérieures à 1976), la créatine se trouve rangée au rang des substances indésirables, et dont les distributeurs font l'objet de sentences de la part de la Répression des fraudes. Paradoxalement, en se fournissant à l'étranger ou en pharmacie, l'athlète désireux de l'utiliser peut fort bien parvenir à ses fins. Sur le plan de l'éthique, son emploi ne nous paraît en tout cas pas plus condamnable que

le régime hyperglucidique, et représente de surcroît une alternative au dopage, ce que les législateurs n'ont visiblement pas su prendre en compte.

Quoiqu'il en soit, avec les connaissances dont on dispose en 1997, la prise de créatine peut exercer une influence bénéfique sur la performance en diverses circonstances :

- dans tous les efforts à caractère de sprint, qu'il s'agisse de course, de vélo ou de natation ;
- dans les efforts de 1 à 6 minutes, de type demi-fond court, où le pouvoir tampon que ce composé confère permet une progression des performances ; - dans toutes les situations où on veut accroître la force explosive, ce qui concerne là encore un large échantillon de sportifs.

Pour ces trois situations, la créatine s'avère très efficace sur les séquences répétitives (fractionné).

Application débordant du cadre de cet ouvrage, les adeptes des sports d'équipe, où le profil physiologique de l'exercice consiste en séquences très intensives espacées de repos plus ou moins longs, en tireront un évident profit. En effet, ces efforts mettent en jeu le métabolisme anaérobie alactique, dont la CP constitue l'intervenant n° 1.

Par contre, pour des efforts de plus longue durée, surtout ceux pour lesquels toute surcharge pondérale peut constituer un handicap, son intérêt reste à démontrer.

4. LE GINSENG

Le ginseng constitue un cas très particulier dans le domaine des ergogènes, dans la mesure où il figure depuis plus de 4000 ans dans la pharmacopée chinoise, qu'une flatteuse et nébuleuse réputation le précède, mais qu'il n'y a pas plus de 30 ans qu'on s'attache à confirmer, selon les critères de la science moderne, ses propriétés supposées, et à en tester l'intérêt dans deux registres particuliers, celui des professions pénibles (usine, 3 x 8, poste nocturne, etc.), et celui du sport de haut niveau. Depuis le début des années quatre-vingt, la médecine occidentale lui accorde également une place croissante dans le cadre de la gériatrie.

C'est Marco Polo qui le premier testa cette plante, la chronique situant cet événement à l'année 1274, mais ses contemporains devront patienter pour l'imiter, le voyageur vénitien ayant oublié d'en mettre dans ses bagages. Il faudra attendre la fin du XVII^{ème} siècle pour voir des marchands hollandais en mettre en place le commerce et favoriser sa diffusion sur le Vieux Continent. Très vite, cette plante que les botanistes baptisèrent *Panax Ginseng* attisa la curiosité des scientifiques, et il ne faudra pas longtemps pour que les médecins la recommandent aux vieillards.

Curieusement, l'empirisme a très longtemps prévalu, et si on lui attribuait un large spectre d'indications, telles que le traitement des anémies, des insomnies, des troubles de la mémoire, de la perte de libido, de la fatigue chronique, des nausées, des problèmes hépatiques ou du diabète (ce qui en faisait une panacée très éclectique), les chercheurs consacrant leurs travaux à cette plante demeurèrent longtemps des francs-tireurs isolés.

Seulement quelques foyers d'études furent ainsi localisés dans la première moitié du XX^{ème} siècle. Baranov, dissident émigré aux Etats-Unis, a retracé il y a 15 ans, dans un article de synthèse très complet, l'historique des

études modernes sérieuses consacrées à cette plante. Les premiers véritables travaux modernes (au sens où on l'entend en référence aux règles en vigueur dans les laboratoires), consacrés au ginseng remontent aux années cinquante, initiés par les savants soviétiques, notamment l'équipe basée à Vladivostok, aux confins de l'Asie, et dirigée par le professeur Brekhman. Ceux de l'Occident ont eu cependant beaucoup de mal à s'en procurer les résultats, d'autant que les publications étaient souvent faites dans la seule langue russe. En outre, comme le souligne Baranov, ces travaux ne faisaient que rarement l'objet d'évaluations méthodiques, ce qui n'empêcha pas qu'en 1951 l'Académie de médecine de l'URSS l'acceptât à des fins thérapeutiques. De même, les vieux travaux entrepris en Chine, bien que plus nombreux, renferment eux aussi des informations mal documentées sur le plan scientifique, ce qui a peu à peu conduit le milieu médical à se désintéresser de ce champ d'investigations séculaire. Ainsi, en 1950, les études consacrées au ginseng étaient au plus bas, et il faudra attendre le début des années soixante pour assister à un regain d'intérêt pour cette plante, qui va générer une masse de nouveaux écrits, passés au crible d'une critique méthodique par Hu, un Asiatique émigré aux Etats-Unis dans les années soixante-dix. Simultanément, les Russes de Vladivostok vont apporter une abondante contribution à nos connaissances, en initiant notamment les vastes études au long cours entrepris, dans de grandes usines, sur des populations de plusieurs milliers d'individus soumis à des protocoles en double aveugle plusieurs années durant. Pour les épidémiologistes, ces études constituaient d'ailleurs des modèles du genre en raison de leur force statistique. Hormis en Allemagne, où l'équipe de Forgo a beaucoup publié ces 12 dernières années, le corps médical occidental est demeuré relativement réfractaire au ginseng et persuadé qu'il ne présentait aucun intérêt. Il en reste aujourd'hui, faute d'une information bien remise à jour, un a priori défavorable. En France, la position s'est récemment quelque peu infléchie, la présence du ginseng dans des produits diététiques se voyant désormais autorisée.

4.1. Les principes actifs du ginseng

Comme les travaux fondamentaux du professeur Brekhman l'ont précisé, on a identifié (principalement grâce aux chercheurs de l'ex-URSS), 6 familles et 10 espèces de plantes voisines, dont les plus connues et utilisées sont l'éleuthérocoque ou ginseng de Sibérie (1) et le ginseng véritable, dit de Corée.

(1) Le ginseng de Sibérie, bien qu'apparemment très proche du précédent, exerce des actions et présente des principes actifs tout à fait différents de ceux du ginseng de Corée. Ainsi, d'après Baranov, améliore-t-il davantage l'immunité et voit-il davantage son action se modifier selon les saisons.

Les effets physiologiques de ce dernier ne tiennent pas à la présence de nutriments tels que les glucides ou les acides aminés, car aux doses auxquelles on le préconise (moins d'un gramme par jour), il s'agit d'un apport négligeable. L'essentiel de l'activité résulte en fait de la présence d'entités chimiques végétales nommées les triterpénoïdes saponines, ou encore ginsénosides.

On en dénombre 15, dotées d'activités spécifiques et d'intensité variable. Outre ces ginsénosides, on relève encore la présence de choline (précurseur de neurotransmetteurs), de vitamines (C, B1, B2) et de pectine, mais l'impact physiologique de leur présence demeure aléatoire. Le souci de tirer la quintessence de la plante

et de se débarrasser de tout constituant indésirable a incité à réaliser des extraits purifiés tirés du ginseng de Corée (sous le nom de G 115), ce qui offre le double avantage d'offrir une préparation à formation standardisée, et de permettre l'obtention de résultats reproductibles.

L'essentiel des travaux modernes entrepris dans le milieu du sport l'ont été avec ce G 115, qui offre en outre l'avantage d'avoir été expertisé par un laboratoire chargé de la lutte antidopage, et ayant établi l'innocuité de la préparation. Ceci s'avère d'autant plus important que par le passé, aux Jeux de Séoul, un athlète britannique s'est vu contrôlé positif après avoir ingéré une mixture frelatée à base de ginseng, mais dont la mise en oeuvre peu rigoureuse avait conduit à sa contamination par de l'éphédrine.

Abstraction faite de ce type d'incidents rarissimes, on considère usuellement que le ginseng n'est pas toxique, en raison de l'absence d'alcaloïdes de la plante. Ainsi, son danger éventuel ne s'observerait que pour des doses très élevées (de l'ordre de 10 g/kg chez l'animal), sans rapport avec celles habituellement proposées aux sportifs. Certes, des témoignages épars font état d'effets secondaires tels que de l'insomnie, des éruptions cutanées, de la nervosité, de l'hypertension, de l'euphorie, ou des diarrhées matinales avec des prises de 3 g/j pendant 2 ans. Mais aucune étude clinique solide n'a pu établir la moindre manifestation négative aux doses et aux durées de cure usuelles.

4.2. Des investigations très concluantes

Les études à vaste échelle ont été précédées d'investigations pharmacologiques, c'est-à-dire de recherche fondamentale de laboratoire, qui ont suggéré que l'effet primaire du ginseng se résumait à son aptitude à améliorer la résistance non spécifique à des stress de toute nature. Brekllman parle d'adaptogène plutôt que d'ergogène pour décrire une telle substance, en général dénuée de toxicité, qui n'altère pas les fonctions physiologiques (elle n'améliore donc pas les performances à l'inverse d'un vrai ergogène), mais qui aide à améliorer la résistance à des agents nocifs. En tant qu'adaptogène, le ginseng présente une autre caractéristique : ses effets ne deviennent évidents que lorsque la résistance de l'organisme a été diminuée et sa capacité de régulation dépassée. En situation normale, son action demeure silencieuse, ce qui peut expliquer les difficultés rencontrées pour établir l'intérêt de la substance, et les réticences de certains de ses détracteurs. Par contre, son action, tout comme celle de son proche parent l'éleuthérocoque, devient d'autant plus prépondérante que l'organisme se trouve fortement sollicité.

Quelques études en attestent :

- En 1977, Galanova a fait administrer à 1 200 employés d'une usine automobile un placebo ou une dose d'éleuthérocoque comprise entre 8 et 12 mg/j, lors de deux cures de deux mois, l'une au printemps, l'autre à l'automne. Ce traitement s'est traduit par une chute de 30% du nombre de cas de maladies apparues dans l'intervalle. Ces résultats positifs confirmaient l'étude initiale conduite sur le même site un an plus tôt sous l'égide de Schchezin.

- Toujours en 1977, Gagarin et Brekhman ont proposé à la moitié d'un groupe de 1000 mineurs 22 ml/j d'extrait d'éleuthérocoque durant les mois d'hiver. Résultat ? L'incidence des maladies respiratoires et des cas de grippe a chuté de 240% comparativement aux sujets sous placebo.
- En 1986, un groupe de chercheurs italiens a proposé des extraits purifiés de ginseng de Corée (le fameux G 115), en double aveugle, à 12 volontaires. La posologie était de 200 mg/j pendant 12 semaines. Plusieurs tests complétaient le protocole, servant à évaluer l'impact du ginseng sur les fonctions cognitives et intellectuelles. Certaines ne subirent aucune modification (ce que ne manquèrent pas de souligner les détracteurs du produit), mais on releva néanmoins de meilleurs scores, après prise de ginseng, relativement à l'attention, à une batterie de tests arithmétiques, ou au temps de réaction à un stimulus visuel. Le même extrait (proposé en 1992 par une équipe bulgare en combinaison à un extrait de Ginkgo biloba) a permis d'améliorer sensiblement les processus de mémorisation de sujets âgés.
- Plus récemment, et indépendamment des autres expériences, un groupe de chercheurs suédois a évalué à l'aide de questionnaires portant sur les aspects psychologiques, la qualité de vie, et la sensation de bien-être de 390 individus en bonne santé, dont la moitié recevait un placebo et l'autre consommait 200 mg de ginseng par jour. Ces derniers ont amélioré leur score de vigilance, ont acquis une meilleure aptitude à se détendre, et ont manifesté un plus grand appétit. Ce travail faisait suite à une étude menée 12 ans plus tôt dans le même pays, auprès d'infirmières en poste nocturne, et pour lesquelles la prise de ginseng s'était également révélée bénéfique sur certains aspects.

Cette série de publications ne présentent qu'un intérêt relatif et indirect pour le sportif, même si elles suggèrent que, chez lui, la prise de ginseng peut améliorer l'adaptation aux multiples stress de la vie quotidienne. Depuis, des travaux s'appuyant davantage sur des protocoles faisant appel à la pratique athlétique ont permis d'avancer dans notre connaissance des rôles du ginseng. Une série de tests conduits par l'Allemand Forgo, d'abord en l'absence de placebo puis confrontant le ginseng à celui-ci, ont montré que les extraits de cette plante amélioraient les performances physiques lors d'exercices d'intensité progressive (en paliers), effet s'accompagnant d'une diminution du taux d'acide lactique et d'une baisse du pouls à chaque niveau d'effort. L'intensité, dans ces cas précis, demeurait dans un registre aérobie. Le travail ultérieur de Pieralisi, reproduisant son protocole, a abouti à des conclusions similaires. Ces résultats semblent contredits par les données d'une étude française très récente où on testait l'intérêt d'une cure de ginseng avant un exercice d'intensité très élevée. Certes celle-ci n'a révélé aucun intérêt à cette démarche.

Mais l'effort demandé dépassait les possibilités adaptatives de l'individu (effort maximal à 120% de VO_2 max), de sorte que les conclusions de Collomp et collaborateurs ne remettent pas en cause l'intérêt potentiel de ce produit. De toute façon, à notre sens, un possible effet ergogène ne constitue pas le véritable intérêt de ce produit, et demeure confiné à quelques études où on impose un effort purement endurant. Sa spécificité réside plutôt dans son influence sur la récupération et la capacité d'encaissement d'une préparation lourde, où il intervient davantage pour prévenir la baisse de performance que pour l'améliorer, ce qui sur le plan statistique s'avère délicat à mettre en exergue. Pour cette raison, le travail de Van Schepdael, mené auprès de 43 triathlètes de bon niveau durant la période de compétitions s'est montré très instructif. On y a en effet noté

que la fatigue, évaluée à l'aide de paramètres physiologiques et de tests validés, apparaissait nettement moindre avec la prise de ce produit. Une très récente publication, où le protocole imposait la prise d'un extrait de G 115 ou d'un placebo selon une méthodologie en double aveugle, a accredité la notion largement répandue selon laquelle le ginseng pourrait stimuler les défenses immunitaires. L'étude s'est déroulée durant 12 semaines. A la fin du 1^{er} mois, une vaccination antigrippale a été proposée. A intervalles réguliers (4^{ème}, 8^{ème} et 12^{ème} semaines), des mesures d'activité immunitaires ont été réalisées. Les résultats consignés dans la figure 32 indiquent clairement que la prise en cure de ginseng améliorait significativement l'efficacité du système immunitaire. Les retombées pratiques de cette observation revêtent une réelle portée : proposé en cure lors des périodes hivernales, ou à l'occasion des cycles d'entraînement « lourd », qui correspondent tous deux à des épisodes de fragilisation du sportif, cet extrait de ginseng pourra les protéger avantageusement du risque de maladie infectieuse. D'autres travaux, conduits dans le milieu sportif, devraient le confirmer dans les mois qui viennent.

En ce qui concerne l'éléuthérocoque, une série de travaux initiés par le docteur Stephan ont établi, dans le plus total anonymat, qu'une cure de 30 jours permettait à des athlètes de demi-fond, durant la période hivernale, d'augmenter assez nettement leurs aptitudes aérobies et de gagner un surcroît de force musculaire. L'entraînement auquel eux et le groupe placebo se trouvaient soumis, comprenait une séance hebdomadaire de musculation. Les conclusions de cette mini étude-pilote occidentale ont confirmé de façon rigoureuse les résultats avancés par le professeur Korobkov, délivrés de manière sporadique à l'Occident. Ce scientifique avait institué avec succès une vaste campagne de supplémentation en éléuthérocoque auprès des quelque 1500 pensionnaires de l'Institut des sports Lesgraft de Moscou, dans les années soixante-dix. Cette démarche avait mis en lumière l'effet adaptogène du produit, lié à l'optimisation des sécrétions hormonales, souvent évoquées parmi les actions de cette plante.

4.3. Son emploi

Quelle est la façon optimale d'utiliser le ginseng ? Une cure de deux semaines permet déjà d'observer des bienfaits, mais selon la plupart des spécialistes, une cure d'un mois à raison de 2 fois 100 mg/j d'extrait G 115 s'avère optimale. On l'entreprendra surtout dans deux situations :

- Lors d'un entraînement foncier lourd (par exemple l'hiver où la fragilité immunitaire se trouve aggravée par ce stress). Une très récente publication due à l'équipe de Scaglione a d'ailleurs indiqué que l'entreprise d'une cure de G 115 après une vaccination antigrippale potentialisait l'action de celle-ci, ce qui montre indirectement que les ginsénosides participent à une lutte antivirale plus efficace.
- Lors de cycles de compétitions rapprochées.

5. LES AUTRES ERGOGENES

5.1. Le coenzyme Q10

Le coenzyme Q10 (Co Q10), en raison de ses propriétés antioxydantes, a été présenté à plusieurs reprises comme un candidat potentiel au statut d'ergogène. A quoi ces égards sont-ils dûs ? À l'instar d'autres substances comme le cytochrome C, auquel des fabricants américains l'ont associé dans une préparation baptisée le CAPS, il intervient dans la production d'énergie, au stade terminal des processus aérobie, nommés « la chaîne respiratoire ». Il figure parmi les constituants lipidiques de la mitochondrie, et sa présence dans la production d'énergie se révèle non seulement indispensable, mais peut-être même limitante. Sur la base de cette observation, plusieurs équipes ont testé les effets d'une supplémentation en coenzyme Q10 sur les humains. Dans le domaine clinique, on a ainsi noté que son administration améliorait nettement l'évolution de certaines maladies cardiaques. Les travaux de Kamikawa, par exemple, ont établi que comparativement à un placebo il permettait d'allonger significativement la durée d'un exercice physique à allures croissantes chez des patients souffrant d'angine de poitrine. Fort de ces résultats, le monde scientifique a entrepris de l'essayer sur des sportifs pour voir si les effets bénéfiques relevés sur le plan cardio-vasculaire auprès d'une catégorie particulière de malades se retrouvaient chez eux. Le produit n'a pas tenu ses promesses ; hormis un travail ayant suscité quelque espoir à sa publication, l'ensemble des tests entrepris ont abouti à un échec, le coenzyme Q10 ne s'y révélant jamais supérieur à un placebo. On en a déduit que, chez un sujet exempt de toute pathologie, l'intervention du coenzyme Q10 sur la chaîne respiratoire ne constitue jamais une étape limitante à la libération d'énergie. Les récentes études de Poner, au cours desquelles une cure au long cours (2 mois) a été proposée à des sujets modérément entraînés, s'est traduite par une amélioration significative de la vigueur et du dynamisme des volontaires. La nature du processus en jeu demeure largement hypothétique (s'agit-il d'une meilleure oxygénation cérébrale ?), et ces résultats apparaissent trop isolés pour justifier une administration routinière de coenzyme Q10. De plus, compte tenu de son rôle ambigu vis-à-vis des radicaux libres, pour lesquels il peut intervenir à la fois comme pro-oxydant ou comme antioxydant, rien ne justifie actuellement, qu'on en propose une cure aux sportifs.

5.2. L'inosine

L'intérêt pour ce produit a également démarré dans le domaine des pathologies cardiaques, pour lesquelles son administration présente des intérêts théoriques. Elle pourrait notamment restaurer un apport d'énergie au coeur en déficit d'oxygène, exercer une action vasodilatatrice et possède en outre une action régulatrice sur certaines voies du métabolisme. De plus, elle favoriserait la synthèse dans les globules rouges du 2,3 diphosphoglycérate, composé ayant pour propriété de permettre la libération aux tissus de l'oxygène transportés par l'hémoglobine. On pensait également qu'elle possédait des propriétés vasodilatatrices susceptibles, en théorie, d'améliorer l'oxygénation des tissus.

Si ces effets potentiels s'exercent sur l'organisme du sportif, ils feraient de l'inosine un véritable ergogène. Mais en contrepartie on lui reconnaît un indéniable défaut : son ingestion pourrait favoriser la formation d'acide urique, déchet susceptible de s'accumuler et tenu pour responsable de certaines pathologies musculo-

tendineuses. Aux Etats-Unis on l'utilise beaucoup, et ses adeptes en justifient le recours sur la base de ces considérations purement théoriques. Peu de travaux l'ont testée sur le terrain, puisqu'on n'a recensé que deux études y étant consacrées. Dans la première, on l'a combiné au coenzyme Q10 et au cytochrome C, dans un mélange nommé le CAPS, et dont l'ingestion s'est révélée sans incidence sur les performances athlétiques. Dans la seconde, on en a comparé l'effet à celui d'un placebo, dans un travail où il fallait courir à fond durant 3 miles puis effectuer un test aidant à déterminer le temps d'épuisement lors d'un test de VO_2 max. La prise d'inosine n'a eu aucune incidence bénéfique. Il semblerait même que, dans le cadre d'un test mené jusqu'à l'épuisement, elle puisse exercer une influence délétère, que les auteurs de l'étude attribuent à une possible accumulation de déchets métaboliques susceptibles d'inhiber l'action de la myosine. Quoiqu'il en soit de la nature exacte de ce mécanisme, cette pseudo-vitamine comme on la présente à ton aux Etats-Unis, pourrait en fait davantage altérer les aptitudes physiques que les sublimer. Il ne s'agit en tout cas visiblement pas, dans l'état actuel de nos connaissances, d'un ergogène.

5.3. Le mythe du pollen

De longue date, le pollen des fleurs rassemblé en grains par les abeilles se trouve conforté d'une valeur mythique, et se trouve érigé comme le remède idéal contre la fatigue ou les maladies. Par le passé, de très grands champions comme Lasse Viren, Abebe Bikila ou Charles Foster n'ont pas caché leur sympathie pour ce produit mellifère.

Malheureusement, il y a souvent loin de la coupe aux lèvres, et en dépit de la popularité indéniable dont il jouit dans le public, il n'a pas vu ses venus supposées confirmées par des travaux conduits de manière rigoureuse, respectant les principes des méthodologies scientifiques. Ainsi, les diverses études conduites en double aveugle n'ont encore jamais mis en évidence le moindre effet du pollen sur la santé, et a fortiori sur les performances sportives. Le contraire eût d'ailleurs étonné, car si le pollen se révèle effectivement très riche en vitamines et minéraux, on n'en consomme jamais plus de quelques grammes par jour, et ces doses ne délivrent en fin de compte que d'infimes quantités de chacun de ces nutriments dont, par ailleurs l'influence sur la performance reste à démontrer. Le recours de certains grands champions au pollen n'a donc, finalement, qu'une valeur anecdotique.

5.4. L'acide pangamique ou B15

Vanté comme un véritable produit miracle qui aurait permis d'améliorer de 33% la valeur de VO_2 max, d'athlètes aguerris, chiffre défiant l'entendement, et conforté dans cette image mythique par le battage fait autour de son utilisation par les sportifs de l'ex URSS, l'acide pangamique, encore nommé parfois à ton vitamine B15, n'a en fait évidemment jamais confirmé les venus qui lui valaient de bénéficier de cette cote de popularité. En vérité, une seule étude publiée en Occident a prêté quelque crédit à cette substance est principalement tirée du noyau d'abricot ce qui en fait, vous en conviendrez, un nutriment très facile à se procurer. Ce travail isolé présentait d'évidentes lacunes méthodologiques, telles que l'absence d'un placebo, et

ses résultats ne furent plus jamais reproduits depuis lors. De surcroît, si l'expérience en question fit bien l'objet d'une présentation sommaire au cours d'un congrès, il ne s'est jamais ensuivi une publication dans une revue scientifique d'envergure, ce qui jeté un évident discrédit sur cette substance.

Evidemment, en quelques années la baudruche s'est dégonflée et l'acide pangamique est retourné dans l'anonymat qu'il n'aurait jamais dû quitter. Mais ne nous illusionnons pas; au cours des années à venir, d'autres possibles ergogènes vont s'attaquer au marché, et même si peu d'entre eux résisteront au crible de l'expérimentation scientifique, ils séduiront toujours une frange de consommateurs, car ils offrent une alternative facile à l'implacable recette du succès : entraînement, hygiène de vie, alimentation et surtout talent.