

# LES APPORTS EN MICRONUTRIMENTS PAR LA VIANDE

Edmond ROCK

*Unité Maladies Métaboliques et Micronutriments*

*Centre de Clermont-Theix*

*63 122 Saint Genès Champanelle*

## INTRODUCTION

Par définition, les micronutriments représentent les composants de l'alimentation apportés en faibles quantités mais qui assurent des fonctions biologiques susceptibles de prévenir sinon d'améliorer la santé et le bien-être des individus. Les grandes classes des micronutriments sont les minéraux et oligo-éléments, les vitamines, les caroténoïdes et les polyphénols, auxquels il faut ajouter des métabolites de ces micronutriments (acide rétinolique, métabolite actif de la vitamine A) ou ceux issus de macronutriments (acide linoléique conjugué ou CLA). La notion de micronutriments fait donc référence à un ensemble très hétérogène et très complexe de composés trouvés dans tous les aliments avec des teneurs plus ou moins élevées ; il est à noter que les aliments dits à calorie vide ou les aliments raffinés ont une densité nutritionnelle en micronutriments très faible.

Il faut distinguer les micronutriments « indispensables », comme les vitamines et certains minéraux, dans le sens où un apport limité en ces nutriments peut induire des symptômes caractéristiques (vitamine C et scorbut) et ceux comme la plupart des caroténoïdes et des polyphénols dont le rôle semble être confiné à une amélioration de la santé à long terme (phytoestrogènes et ostéoporose). Pour les micronutriments reconnus comme indispensables, il a été défini des apports nutritionnels conseillés (voir tableau 1 pour les nutriments apportés par la viande et le foie) qui représentent un besoin nutritionnel moyen permettant de couvrir 97,5 % de la population. Pour les micronutriments non indispensables, il convient de distinguer ceux apportés par les produits animaux (typiquement les CLA) et ceux apportés essentiellement par les produits végétaux, les phytom micronutriments, ces derniers se caractérisant par le fait que l'organisme est incapable de les synthétiser comme les caroténoïdes, les polyphénols ou les phytostérols.

**Tableau 1: Composition en micronutriments des viandes et du foie de veau (pour 100 g)\***

types	Mg mg	P mg	K mg	Na mg	Se µg 6 - 8	Zn mg 5 - 6	Fe mg	B2 mg	B3 mg	B12 µg	B9 µg	B6 µg
<b>Viandes</b>												
<i>bifteak grillé</i>	25	230	400	60			3	0,26	5	2	15	400
<b>Bœuf braisé</b>	24	200	270	60			4	0,3	3	2	8	300
<i>entrecôte grillée</i>	21	180	320	50			2,6	0,3	6	2	16	300
<i>faux filet grillé</i>	25	240	400	60			3	0,2	4,5	2	15	400
<i>flanchet (cru)</i>	19	200	320	70			2,5	0,3	4,1	2	9	300
<i>flanchet (cuit)</i>	19	<b>170</b>	<b>250</b>	52			3,5	0,24	3	2	7	270
<i>rosbif rôti</i>	25	230	400	65			3,5	0,25	5	2	14	400
<b>bourguignon cuit</b>	23	240	320	68			3,7	0,3	4	2	10	300
<b>pot-au-feu cuit</b>	<b>10</b>	<b>170</b>	<b>250</b>	52			3,4	<b>0,19</b>	2,6	1,9	7	300
<b>Steak haché 5%</b>	27	241	439	74			2,9	0,22	4,4	1,9	9	370
<b>Steak haché 15%</b>	22	171	331	82			2,2	0,23	3,9	1,9	8	320
<b>ANC**</b>	400	800	400-600***	6 - 8 g	60 µg	12 mg	9 - 16	1,5 - 1,6	14	2,4	330	1 800
<b>% apport</b>	6	25			10	50	33	16	33	83	3	23
<b>Foie de veau</b>	25	320	365	92			6	3	13,7	65	300	710

(\*): tiré de Favier J-C et al: (\*\*): rapporté par jour: (\*\*\*) : besoin moyen:

Les recherches entreprises sur l'absorption et les effets biologiques des micronutriments (naturels ou synthétiques) isolés ou inclus dans leur matrice d'origine, ont montré que la biodisponibilité en un micronutriment donné peut différer selon qu'il y a ou non des interactions avec les autres composantes de la matrice alimentaire (acide phytique et absorption des minéraux).

Enfin, l'importance des micronutriments s'inscrit aussi dans l'évolution de la nutrition dans nos sociétés, en particulier de la rareté vers l'abondance des aliments. Cette évolution s'est ainsi traduite par une évolution parallèle des principales maladies de carence liées à l'alimentation à celles chroniques ou dégénératives liées aux excès alimentaires. D'où l'idée princeps des nutritionnistes d'établir des diètes idéales ayant pour objectif de promouvoir une santé et une longévité optimales. Dans ce cadre, les observations épidémiologiques montrent des relations d'association claires entre risques de développement des pathologies dégénératives et certains modes alimentaires. Ainsi, contrairement à la diète dite « Western », les diètes qualifiées de « Méditerranéennes » ou «

Asiatiques » ont un impact positif sur la santé. La place prépondérante des produits végétaux dans ces modes alimentaires protecteurs mais aussi l'exposition significativement diminuée des végétariens aux pathologies dégénératives ont conduit à l'établissement d'un consensus scientifique sur l'hypothèse qu'une consommation accrue d'aliments d'origine végétale associée à un apport modéré de produits animaux devrait permettre d'augmenter le potentiel santé des individus. De plus, les recherches fondamentales et appliquées sur les facteurs susceptibles de diminuer les risques des pathologies majeures dans la population des pays industrialisés (maladies cardiovasculaires et cancers) ont montré la place prépondérante occupée par les micronutriments et en particulier des phytomicronutriments.

C'est dans ce contexte général que sera analysé l'apport en micronutriments par la viande. A l'évidence, la définition du mot « viande » en nutrition est complexe. Elle peut recouvrir plusieurs aspects incluant la viande en l'état de diverses espèces et les nombreux produits carnés, transformés industriellement et/ou traditionnellement. Nous illustrerons ici des apports en micronutriments par la viande rouge. Cet apport dépendra du contenu initial et de la biodisponibilité en micronutriments. Le tableau 1 montre la composition en micronutriments de quelques morceaux de viande. D'ores et déjà, ce tableau indique que les viandes ne sont pas une source majeure pour les caroténoïdes et les polyphénols. Les apports en micronutriments de la viande se limitent essentiellement à quelques minéraux et oligo-éléments, aux vitamines B et à la vitamine A, cette dernière étant apportée presque exclusivement par les abats (foies). Les apports nutritionnels conseillés ou ANC, mais aussi les fonctions et les effets physiologiques de ces micronutriments ont été largement décrits dans un livre récent (Anonyme, 2001) publié par la CNERNA et l'AFSSA.

## **APPORTS EN OLIGOELEMENTS (FE, ZN, SE) ET MINERAUX (P, K, NA)**

### **- Apport en fer**

Comme illustré dans le tableau 1, une portion de 10 g de viande apporte environ 3 mg de fer soit 30% des ANC pour cet élément. Les abats, beaucoup plus riches peuvent contribuer jusqu'à 60% des ANC. Dans le régime occidental, les céréales peuvent aussi contribuer jusqu'à 30% des apports ; cependant, la forme héminique du fer des produits carnés est beaucoup plus assimilable (environ 25%) que la forme non héminique trouvée dans les produits végétaux et laitiers (inférieure à 10%). Une étude australienne sur des femmes végétariennes et omnivores, a montré que la concentration sérique en ferritine était plus faible chez les végétariennes comparées à celle des omnivores en dépit d'un apport en fer similaire pour les 2 groupes (Ball & Bartlett, 1999). En France, les données établies par l'étude « Val-de-Marne » montrent que les viandes et les poissons apportent environ 25% de fer consommé. Outre le rôle joué par le fer dans de nombreuses réactions métaboliques, le fer entre dans la constitution de la myoglobine et de l'hémoglobine. Ceci explique pour une grande part l'apparition d'anémie qualifiée de ferriprive lors de carence alimentaire en fer. L'état de carence peut être défini par le dosage usuel de la ferritine plasmatique et/ou de la saturation de la transferrine mais aussi par les récepteurs circulants de la transferrine, récemment proposés comme indicateurs du statut en fer (Baynes et al, 1994). Dans tous les cas, ces dosages doivent être réalisés chez des individus ne présentant pas de syndrome inflammatoire qui a tendance à augmenter le taux sérique de la ferritine indépendamment de l'état des réserves en fer. La déficience en fer est un problème majeur de santé dans le monde et qui est due en partie à un apport diminué et/ou à une mauvaise absorption du fer alimentaire. En France, l'étude SU.VI.MAX. (Galan et al, 1998) a montré que 4,4% des femmes en âge de procréer présentent une déficience suffisamment intense pour entraîner une anémie ferriprive et l'étude Val-de-Marne (Preziosi et al, 1994) avait montré que la déficience en fer concerne aussi les enfants en bas âge (29% des enfants de moins de 2 ans) et les adolescentes (15%). Une autre étude récente sur les adolescentes suédoises confirme les observations françaises. Les auteurs notent ainsi qu'une diminution d'apport en produits animaux s'accompagne chez les adolescentes d'une diminution d'apport en fer et d'une insuffisance de stock en fer pour assurer l'érythropoïèse et les besoins en fer (Samuelson et al, 2000) Dans les facteurs considérés comme favorisant l'absorption du fer, on retrouve les produits carnés et la vitamine C alors que les phytates ou les tannins voire les polyphénols pourraient inhiber l'absorption intestinale du fer. Il est à noter qu'une déplétion des stocks de fer augmente l'absorption du fer mais ne permet cependant pas de compenser l'effet inhibiteur des produits végétaux (phytates et polyphénols) notamment lorsque la diète est pauvre en fer héminique.

### **- Apport en zinc**

Le zinc corporel est principalement stocké dans les os (30%) et le muscle (60%). Ceci explique le rôle important de la viande et des produits carnés pour les apports de zinc dans l'alimentation humaine. De plus, la biodisponibilité du zinc est plus élevée à partir de produits d'origine animale que végétale, en raison notamment de la richesse des produits végétaux en phytates qui, comme pour le fer, chélatent le zinc et empêchent son absorption. Une étude récente a confirmé cette meilleure absorption chez les enfants sevrés avec de la viande de bœuf hachée qu'avec les céréales (Jalla et al, 2002). Chez les femmes adultes, des résultats obtenus sur le taux plasmatique en zinc suggèrent qu'une réduction de la consommation de viande rouge au profit de céréales pourrait compromettre l'apport et la biodisponibilité du zinc (Gibson et al, 2001). Compte tenu de la meilleure biodisponibilité du zinc des produits carnés, les ANC nouvellement proposées varient selon la richesse de l'alimentation en produits animaux. Ainsi pour les hommes et les femmes adultes, les ANC sont respectivement de 14 et 9 mg/J si l'alimentation est riche en produits végétaux et de 12 et 7 mg/j si la consommation de produits animaux est importante. Les viandes contenant 5 à 6 mg/100g peuvent ainsi contribuer efficacement à 60-80% des ANC du zinc dans l'alimentation humaine. Sur la base de la concentration en zinc plasmatique, l'étude SU.VI.MAX. a montré que plus de 7% de la population française étudiée présentent une valeur inférieure à 10,7 µM, valeur considérée comme limite de carence biologique. Le zinc intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques mais son impact physiologique se situe au niveau de la synthèse protéique (activation des ADN et ARN polymérase, régulation des histones et déclenchement de la lecture du génome), le métabolisme des acides gras, la synthèse des prostaglandines et dans la lutte contre le stress oxydant (superoxyde dismutase, stabilisation des membranes et compétition avec les métaux de transition).

### **- Apport en sélénium**

La moitié du sélénium corporel total est stockée dans les cellules musculaires. Les aliments protéiques comme la viande et les abats mais aussi le lait et les céréales constituent des sources de sélénium pour l'alimentation humaine. Le sélénium alimentaire est principalement constitué de séléno-méthionine et de séléno-cystéine. Ces formes sont prédominantes tant dans les céréales que les viandes. L'ANC est de 50 à 80 µg pour les sujets adolescents et adultes. La consommation de viandes peut ainsi contribuer à satisfaire 10 à 20% des ANC. La plupart des fonctions biologiques du sélénium passent par l'intermédiaire des sélénoprotéines comme les glutathion peroxydases (défense antioxydante), la thiorédoxine (régénération des vitamines C et E réduites) et les désiodases (fonction thyroïdienne)

### **- Apport en macro-éléments**

Les viandes, comme la plupart des tissus biologiques renferment du phosphore, du sodium et du potassium. Concernant le phosphore, la consommation moyenne dans les pays industrialisés est de 1500 à 1600 mg/jour et toutes les catégories d'aliments contribuent à cet apport. Toutefois, il serait souhaitable de diminuer l'apport en polyphosphates largement utilisé dans la technologie alimentaire afin de limiter une consommation excessive (supérieure à 2500 mg/j) du phosphore notamment lorsqu'elle est associée à des apports calciques insuffisants. Dans ces conditions d'apport déséquilibré, des effets secondaires pourraient être envisagés sur le métabolisme calcique et la minéralisation osseuse consécutive à une diminution du calcium ionisé dans l'organisme. Pour les apports en sodium et potassium, la même constatation s'impose, à savoir que toutes les catégories d'aliments contribuent à l'apport journalier largement excédentaire en ces éléments. Cependant, des données sur la composition en potassium et sodium dans les produits carnés transformés, en l'occurrence le jambon fumé, soulèvent une question fondamentale sur l'effet santé d'un apport élevé en sodium. En effet, si l'on considère que le muscle contient en moyenne 300 mg/100 g de K et 70 mg/100g de Na, le jambon fumé consommé révèle une quantité de K d'environ 450 mg/100g mais une quantité de Na pouvant atteindre 1600 mg/100g (Lalau et al., 1996). Une confirmation d'un apport élevé est apportée par une étude britannique montrant que les viandes fournissent le quart des 8 g de sel consommé par jour, la quantité recommandée actuellement (Drüeke et Lacour, 2001). Ceci a pour conséquence d'augmenter le rapport molaire Na/K à des valeurs supérieures à 1, considérées comme néfastes pour l'appareil circulatoire en raison de l'hypertension artérielle résultant notamment de l'augmentation du Na.

## APPORT EN VITAMINES

### Vitamines liposolubles (A & E)

Les apports par les produits animaux des vitamines concernent principalement la vitamine A. Toutefois, de nombreuses études ont porté sur la vitamine E pour améliorer les propriétés technologiques de la viande et des produits carnés, notamment vis à vis des processus d'oxydation pouvant altérer la couleur et les propriétés sensorielles des viandes. Comme, montré dans le tableau 1, le contenu en vitamine E de la viande (0,2-0,4 mg/100 g) est loin de satisfaire les ANC de la vitamine fixée à 12 mg/j. La situation est différente si l'on considère la vitamine A. En effet, les produits animaux comme le foie des animaux d'élevage, renferment des quantités importantes de cette vitamine pouvant atteindre des valeurs de 10000 à 20000 équivalent-rétinol (ER) alors que les ANC sont de 600-800 ER/j (Azaïs-Braesco et Grolier, 2001). Sur un plan sécuritaire, il est recommandé d'éviter des consommations de vitamine A supérieures à 3000 ER en raison des propriétés tératogènes de cette vitamine.

### Vitamines hydrosolubles (B2, B3, B6 et B12)

#### - Apport en Riboflavine (B2)

La vitamine B2 entre dans la composition des flavoprotéines sous formes de flavine mononucléotide (FMN) et de flavine adénine nucléotide (FAD) et catalysant les transferts d'électrons dans la chaîne respiratoire mitochondriale et des réactions de déshydrogénation. Dans les pays occidentaux l'alimentation apporte une quantité suffisante de vitamine B2 pour répondre aux besoins, sauf peut être pour certains groupes à risque comme les personnes âgées. L'enquête Bourgogne (Costa de Carvalho et al, 1996) a montré que 70% des apports de riboflavine proviennent des produits animaux dont 35% par la viande, le poisson et les œufs. Les ANC sont de 1,5-1,6 mg/jour et les concentrations trouvées dans la viande rouge sont d'environ 0,3 mg recouvrant ainsi 15% des ANC. Les plus fortes concentrations sont trouvées dans les foies d'animaux (veau [cf tableau 1] et porc).

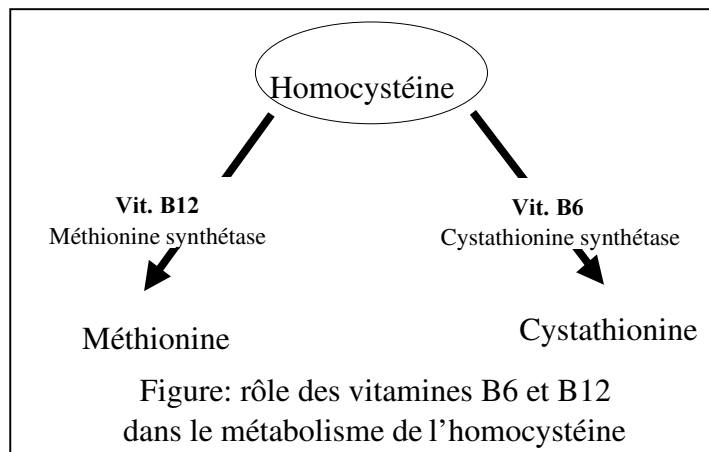
#### - Apport en niacine (B3)

La niacine n'est pas une vitamine au sens strict puisque la nicotinamide, substance apparentée et possédant l'activité biologique de la niacine, peut être synthétisée par l'organisme à partir du tryptophane. La nicotinamide fait partie intégrante du NAD et du NADP, coenzymes d'oxydo-réductions, des transporteurs d'électrons. La niacine des produits carnés, sous forme de NAD et NADP est plus assimilable que celle présente dans les céréales sous forme glycosylée. Les ANC sont de 11 et 14 mg/J pour les hommes et femme adultes respectivement. En France la teneur moyenne en tryptophane de la ration protéique (14 mg) permet largement de subvenir aux besoins en niacine par une synthèse endogène. Par conséquent, la vitamine préformée de la viande (3-5 mg/100g) peut être considéré comme excédentaire dans une alimentation occidentale. Une étude espagnole montre ainsi que l'apport en niacine est plus élevée chez des femmes jeunes consommant au moins 100 g de viande par jour par rapport à celles en consommant moins de 100g/j (Ortega et al, 1998) et une étude irlandaise (O'Brien et al, 2001) montre que la consommation de viande et de poisson contribue à un apport se rapprochant la limite de sécurité pour la niacine préformée et ce, chez 20 et 6 % des hommes et des femmes de la cohorte de 1379 individus.

#### - Apport en vitamine B6

Six composés forment la famille des vitamines B6 : le pyridoxal, la pyridoxine, la pyridoxamine et leurs dérivés phosphorylés respectifs. Les formes majeures dans les tissus animaux sont le pyridoxal 5'-phosphate (PLP) et la pyridoxamine 5'-phosphate (PMP) alors que les tissus végétaux contiennent majoritairement de la pyridoxamine (PN) glycosylée. Les vitamines B6 des produits animaux contribuent à 85% des apports et leur biodisponibilité est supérieure à la vitamine B apportée par les végétaux, en raison notamment de la glycosylation qui diminue l'absorption de moitié. Le PLP assure des fonctions de coenzyme de nombreux enzymes impliqués dans le métabolisme des acides aminés, notamment les aminotransférases et les décarboxylases. Les ANC ont été fixés à 1,5 et 1,8 mg/j pour respectivement les femmes et les hommes adultes et à 2,2 mg/j pour les personnes âgées. Cette augmentation des ANC pour les personnes âgées est entre autre liée à l'hyperhomocystéinémie modérée liée à l'âge et qui est considérée comme un facteur indépendant des maladies cardiovasculaires. Le métabolisme de l'homocystéine dépend de la cystathionine synthétase dont la vitamine B6 est co-facteur. Une insuffisance d'apport en vitamine B6, suggéré par des études de relation apport en B6/hyperhomocystéinémie chez des individus sains, pourrait réduire la synthèse de la cystathionine et permettre l'accumulation de l'homocystéine (voir Figure). Dans ce contexte, il est important de considérer la viande comme une part importante des produits animaux fournissant cette vitamine (plus de 40% des apports). Le contenu en cette vitamine dans la viande étant de 300 à 400 µg/100 g, la viande, à elle seule, peut contribuer à satisfaire 20 à 25%

des ANC de la vitamine B6. En France, l'étude SU.VI.MAX montre que 16 à 19 % des hommes et 26 à 38% des femmes ont des apports inférieurs aux 2/3 des ANC (revue dans Guillard et al, 2001).



#### - Apport en cobalamines (vitamine B12)

Le rôle physiologique de la vitamine B12 réside principalement au niveau du vitamère méthylé ou methylcobalamine, qui est un donneur de groupements méthyles apportés par le méthylfolate permettant la synthèse de méthionine à partir de l'homocystéine (voir Figure). L'homocystéinémie et la concentration de l'acide méthylmalonique (MMA) sont considérés comme des effecteurs biologiques du statut en vitamine B12. Ainsi en dépit du rôle central joué par les folates (vitamine B9) sur le métabolisme de l'homocystéine, le schéma présenté montre les interactions avec les vitamines B6 et B12, principalement apportées par les produits animaux sur l'hyperhomocystéinémie. Contrairement à la vitamine B6, la vitamine B12 est **exclusivement** d'origine animale. Les valeurs indiquées dans le tableau 1 montre ainsi que la viande, contenant environ 2 µg/100g, peut satisfaire plus de 80% des ANC fixés à 2,4 µg/j et que la consommation de foie (> 60 µg/100g) apporte des quantités nettement excédentaires. Bien que la carence en vitamine B12 soit rare dans la population générale, les risques de carence marginale chez les végétariens et végétaliens existent. Deux études indépendantes (Hermann et al, 2001 ; Mann et al., 1999) ont ainsi montré qu'un apport diminué en viande dans l'alimentation entraîne une augmentation significative de l'homocystéinémie et du MMA sans qu'il y ait une baisse de la concentration plasmatique de la vitamine B12, qui reste corrélée à l'homocystéinémie. De ces études il a été déterminé que 25% des végétariens présentaient une déficience fonctionnelle en vitamine B12. Les personnes âgées représentent également une population à risque pour la vitamine B12 et la prévalence des déficiences en cette vitamine est liée à la forte incidence de gastrites atrophiques à l'origine d'achlorhydrie ayant pour effet de diminuer l'absorption de la vitamine B12 alimentaire.

## CONCLUSION

En somme, les produits carnés constituent une source indéniable en quelques-uns des micronutriments d'intérêts comme le fer et les vitamines B mais aussi pourraient contribuer à satisfaire l'apport en zinc ou en sélénium. Il est à noter que ces éléments jouent un rôle physiologique incontestable et pour certains d'entre eux, un apport insuffisant a été rapporté notamment dans les populations européennes. Toutefois, les études épidémiologiques récentes mettent en évidence des relations d'association néfastes quant à l'impact de la consommation de la viande sur la santé. Il semble là qu'il y ait un paradoxe ou du moins une question pour laquelle des réponses hypothétiques peuvent être proposées. Concernant la relation entre viande et cancer colorectal, une analyse récente des données épidémiologiques (Hill, 2002) montre que les données européennes ne sont pas consistantes avec celles des Etats-Unis, notamment en raison du contexte nutritionnel différent dans lequel la viande est consommée dans ces 2 continents. L'auteur conclut ainsi que si les fruits et légumes ont un effet protecteur, la consommation de viandes n'aurait aucun rôle sur l'occurrence de ce cancer. Par ailleurs, les études épidémiologiques portent généralement sur une comparaison entre (gros) consommateurs de viande et les végétariens. Peu d'informations sont fournies quant à la nature voire même les quantités précises des viandes consommées. D'autres études montrent une différence importante dans les habitudes de la vie quotidienne entre les groupes précédemment cités. De l'analyse de ces études, il apparaît que les consommateurs de viande associent des aliments tels que le pain et les aliments à calorie vide et ont un style de vie (consommation plus élevée de cigarettes, d'alcool et peu d'exercice physique) qui ne sont pas en faveur d'une préservation de leur santé. Ainsi, une analyse plus fine et peut-être même une expérimentation sur le terrain avec des volontaires consommateurs de viande mais dûment informés et suivis par des nutritionnistes, devraient être réalisées pour

établir les paramètres biologiques de statut en micronutriments d'intérêts et de leur effet santé afin de tirer une conclusion objective quant à l'effet santé de la viande et des produits carnés dans un contexte général (alimentaire et de styles de vie) favorable au maintien de la santé.

Une autre question reste posée sur le rôle des acides gras saturés. En effet, la consommation de viandes en raison de leur richesse en AGS augmente significativement les AGS des phospholipides plasmatiques, augmentation corrélée à celle du cholestérol et des triglycérides plasmatiques, en particulier de l'acide stéarique. Ainsi comme d'autres aliments, comme les produits végétaux riches en phytates, la viande présente des propriétés nutritionnelles positives et négatives. Des tentatives pour moduler le contenu en acides gras dans la viande ont été entreprises mais le conseil nutritionnel de manger varié et équilibré, avec des quantités modérées d'aliments riches en énergie et en lipides (produits animaux) reste avéré en l'état actuel des connaissances dans le domaine de la nutrition humaine. Concernant la viande et les produits carnés, il serait prudent d'éviter une augmentation de la consommation et de recommander aux gros consommateurs de réduire leur apport. Enfin, au lieu d'opposer les aliments d'origine végétale et ceux d'origine animale, il semble possible d'entreprendre, notamment dans le domaine de la communication, une éducation de la population (les consommateurs mais aussi les professionnels impliqués dans le domaine de la nutrition) sur une utilisation optimale de la viande dans les habitudes alimentaires, c'est à dire une association avec des légumes les plus appropriés.

## REFERENCES

- Anonym. Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3ème Edition). Coordonnateur : Ambroise Martin. Edition Tec&Doc ; 2001.
- Azaïs-Braesco, V., Grolhier, P. Vitamine A et caroténoïdes. In : Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3ème Edition). Coordonnateur : Ambroise Martin. Edition Tec&Doc ; 2001 ; pp 221-228.
- Ball, M.J., Bartlett, M.A. Dietary intake and iron status of Australian vegetarian women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999 ; 70 :353-358.
- Baynes, R.D. et al., Circulating transferrin receptors and assessment of iron status. *J.Nutr.Biochem.*, 1994 ; 5 : 322-330.
- Drüeke, T.B., Lacour, B. Sodium. In : Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3ème Edition). Coordonnateur : Ambroise Martin. Edition Tec&Doc ; 2001 ; pp 120-130.
- Favier J-C et al., Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed : INRA, CNERNA, TEC & DOC ; 2ème édition. 1995.
- Galan et al, Determining factors in the iron status of adult women in the SU.VI.MAX study. *Eur.J.Clin.Nutr.*, 1998 ; 52 :383-388.
- Gibson R.S. et al, Are changes in food consumption patterns associated with lower biochemical zinc status among women from Dunedi, New Zeland ? *Br. J. Nutr.*, 2001 ; 86 :71-80.
- Guillaud et al., Vitamine B6. In : Apports nutritionnels conseillés pour la population française (3ème Edition). Coordonnateur : Ambroise Martin. Edition Tec&Doc ; 2001 ; pp 196-203.
- Hermann W. et al., Total homocysteine, vitamin B12, and total antioxidant status in vegetarians. *Clin.Chem.*, 2001 ; 47 : 1094-1101.
- Jalla et al., Zinc absorption and exchangeable zinc pool sizes in breast-fed infants fed meat or cereal as first complementary food. *J.Pediatr.Gastroenterol.Nutr.*, 2002 ;34 : 35-41.
- Lalau, J.D. et al. Sources alimentaires, rôles physiologiques et besoins en minéraux. I. Sodium, potassium, calcium, magnésium. *Cah.Nutr.Diét.*, 1996 ; 31 :313-320.
- Mann, N.J. et al., The effect of diet on plasma homocysteine concentration in healthy male subjects. *Eur.J.Clin.Nutr.*, 1999 ;53 : 895-899.
- O'Brien, M.M. et al. The North/South Ireland Food Consumption Survey : vitamin intakes in 18-64-year-old adults. *Public health Nutr.*, 2001 ;4 :1069-1079.
- Ortega, R.M. et al. The influence of meat consumption on dietary data, iron status and serum lipid parameters in young women. *Int.J.Vitamin.Nutr.Res.*, 1998 ; 68 :255-262.
- Preziosi et al., Iron status of a healthy French population : factors determining biochemical markers. *Ann.Nutr.Metab.*, 1994 ; 38 :192-202.
- Samuelson, G. et al, A follow-up study of serum ferritin and transferrin receptor concentrations in Swedish adolescents at age 17. *Acta Paediatr.*, 2000 ; 89 :1162-1168.