

# ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE ET NUTRITION DES POPULATIONS VULNÉRABLES DES PAYS DU SUD

## ANIMAL SOURCE FOODS AND NUTRITION IN VULNERABLE POPULATIONS IN DEVELOPING COUNTRIES

Par Jacques BERGER<sup>(1)</sup>, Valérie GREFFEUILLE, Marjoleine DIJKHUIZEN, Frank WIERINGA  
Communication présentée le 20 juin 2013

### RÉSUMÉ

La sous-nutrition est très prévalente dans les populations du Sud, principalement chez les femmes en âge de procréer, les nourrissons et les jeunes enfants. Il est apparu au cours des dernières décennies que, plus que les carences en protéines et énergie, la sous-nutrition est due principalement à une carence en micronutriments (vitamines et minéraux). Plus de deux milliards de personnes souffrent de ces carences qui sont responsables de 10% des décès d'enfants. Leur prévention exige des régimes équilibrés avec un contenu adéquat en micronutriments biodisponibles. Les aliments d'origine animale peuvent fournir des micronutriments en quantité plus importante et plus biodisponibles que les aliments d'origine végétale, mais leur consommation est faible dans les populations les plus vulnérables. Le défi actuel consiste donc à améliorer la qualité de l'alimentation de ces populations en augmentant la disponibilité et la consommation d'aliments d'origine animale, tout en tenant compte de l'effet négatif potentiel d'une surconsommation de graisses saturées.

**Mots-Clés :** sous-nutrition, pays du Sud, carences en micronutriments, aliments d'origine animale.

### SUMMARY

Malnutrition is widespread in developing countries, especially amongst women of childbearing age, infants and young children. Over the past decades, malnutrition has been shown to be caused primarily by a deficiency in micronutrients (vitamins and minerals) rather than in protein and energy. More than two billion people are suffering from such deficiencies, which are responsible for 10% of child deaths. The prevention of micronutrient deficiencies requires a balanced diet with an adequate supply of bioavailable micronutrients. Foods of animal origin have a higher and more bioavailable micronutrient content than plant foods, but their consumption is low amongst the most vulnerable populations. The current challenge is therefore to improve the quality of the diet of these populations by increasing the availability and consumption of animal source foods, taking into account the potential negative effects of an overconsumption of saturated fats.

**Key words:** malnutrition, developing countries, micronutrient deficiencies, animal source food.

(1) Jacques Berger, Directeur de recherche (IRD Centre de Montpellier BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France Tél. : 04 67 41 61 66, Jacques.Berger@ird.fr).

## INTRODUCTION : LA DOUBLE CHARGE DES MALNUTRITIONS DANS LES PAYS DU SUD

Un rapport récent de la FAO indique qu'environ 870 millions de personnes souffrent de sous-alimentation (FAO *et al.* 2012a). Ce chiffre, estimé à partir des disponibilités alimentaires des pays, indique le nombre de personnes ne couvrant pas leurs besoins énergétiques. Cependant, la sous-alimentation n'est pas synonyme de malnutrition qui est évaluée à partir d'études épidémiologiques réalisées sur des échantillons représentatifs de groupes de populations à l'aide d'indicateurs anthropométriques et biologiques. De plus, le terme générique malnutrition regroupe plusieurs états nutritionnels très différents. D'une part, une malnutrition par carence, désignée par le terme de sous-nutrition (*undernutrition* en anglais) due principalement à des apports alimentaires quantitativement et surtout qualitativement insuffisants, et d'autre part une malnutrition par surnutrition, résultant généralement d'un apport énergétique excessif avec comme conséquences le surpoids et l'obésité et les maladies chroniques associées comme le diabète de type 2, l'hypertension, les maladies cardio-vasculaires et certains cancers.

### Malnutrition par carence

Au niveau mondial, environ 30% des mères en Asie et 15% en Afrique subsaharienne souffrent d'insuffisance pondérale (mesurée par un indice de masse corporelle inférieur à 18,5 kg/m<sup>2</sup> et à 16 kg/m<sup>2</sup> pour les cas sévères), avec un impact direct sur le poids de naissance, inférieur à la normale dans ces régions, ce qui est un facteur de risque majeur pour le développement et la croissance ultérieure du jeune enfant. De même, ces enquêtes révèlent que 55 millions d'enfants d'âge préscolaire sont en état de maigreur avec un indice poids pour la taille inférieur à -2 z-scores (WHO, 2006) et que 178 millions souffrent d'un retard de croissance (indice taille pour âge inférieur à -2 z-scores, (WHO, 2006), soit près de trois enfants sur cinq dans les pays en développement, avec des conséquences directes sur leur développement physique et mental. Bien que la plus forte prévalence du retard de croissance se retrouve en Afrique centrale et orientale (40-50%), le plus grand nombre d'enfants touchés se situe en Asie, soit près de 74 millions, dont 62 millions en Inde. Les données disponibles montrent une diminution significative des taux de prévalence en Asie au fil du temps, mais une relative stagnation en Afrique et donc une augmentation du nombre absolu de cas sur ce continent.

De nombreuses enquêtes épidémiologiques ont révélé l'ampleur des carences en micronutriments dans ces mêmes populations. Les micronutriments, principalement les vitamines et minéraux, sont des nutriments essentiels présents en petites quantités dans les aliments. La prévalence des carences en fer, zinc, vitamine A et iode, qui sont les plus largement documentées, seules ou en combinaison, concernent plus de deux milliards d'individus, principalement les nourrissons, les jeunes enfants et les femmes en âge de procréer, les femmes enceintes et allaitantes qui représentent les groupes de populations les plus vulnérables. Plus récemment les carences en vitamine B12 et

D ont été mises en évidence (Allen, 2009 ; Laillou *et al.* 2012) et la carence en acide folique (B9) reste une préoccupation majeure pour la femme enceinte, notamment au cours des premiers mois de gestation, afin de prévenir les anomalies du tube neural. Cette « malnutrition cachée », comme on l'appelle car elle reste souvent inconnue jusqu'à l'apparition des manifestations cliniques lorsque le déficit est sévère, est principalement liée à la qualité de l'alimentation.

La malnutrition chez les jeunes enfants tue ! On estime que 30-50% des décès d'enfants sont directement ou indirectement liés à diverses formes de malnutrition. À plus long terme, leur développement cognitif est altéré, ce qui engendre des troubles d'attention et de la capacité d'apprentissage. Chez les adultes, outre le faible poids de naissance fréquent pour les mères, qui prolonge le mécanisme de génération en génération, la productivité au travail est souvent réduite, avec au final une perte de capital humain et un impact négatif sur le PIB des pays concernés.

L'alimentation, qui joue un rôle de premier plan dans la malnutrition, n'est pas le seul déterminant de l'état nutritionnel. Les maladies infectieuses, qui sont encore monnaie courante dans les régions pauvres, en particulier chez les jeunes enfants (diarrhée, maladies respiratoires, rougeole, etc.), se traduisent par une mauvaise absorption des nutriments et des pertes métaboliques qui nuisent à l'état nutritionnel et à la croissance. Enfin le manque de soins, y compris de la mère à l'enfant, joue également un rôle essentiel, que ce soit en raison de l'ignorance de la santé et de la nutrition, de ressources limitées ou d'une surcharge de travail à la maison et dans les champs. Les raisons sous-jacentes à ces trois causes directes sont l'insécurité alimentaire des ménages, le manque d'hygiène et les services de santé inaccessibles ou inefficaces, ou l'absence de soutien au niveau de la famille, de la communauté et de la société (UNICEF, 1998). Ces facteurs ne sont rien d'autre que différentes facettes de la pauvreté, souvent aggravée par le contexte géographique, social, économique et politique des pays du Sud.

### Malnutrition par excès

Le surpoids et l'obésité, évalués par un indice de masse corporelle supérieur à des valeurs de référence définies selon la population, sont en croissance dans la majorité des pays y compris dans les pays du Sud. Par exemple, l'enquête récente que nous avons menée dans 19 provinces du Vietnam démontre une prévalence de plus de 20% de surpoids chez les femmes en âge reproductif, alors que 20% présentent une carence énergétique (Laillou *et al.* 2012). En 2005, au niveau mondial, 23% des adultes soit 937 millions étaient en surpoids et 10% obèses, soit 386 millions. Si aucune action n'est entreprise, les prévisions pour 2030 se situent entre 2,2 et 3,3 milliards d'adultes en surpoids ou obèses (Kelly *et al.* 2008).

Il est important de savoir qu'aujourd'hui la plupart des pays du Sud affrontent simultanément ces deux types de sous- et sur-nutrition et souffrent de ce qu'il est convenu d'appeler la

double charge de malnutrition. Ce phénomène est particulièrement important dans les pays en situation de transition économique rapide où la croissance est associée à l'urbanisation, à l'industrialisation, et aux changements socio-économiques. Ces populations jusque-là principalement touchées par la sous-nutrition et notamment les carences en micronutriments, subissent une progression rapide de la prévalence du surpoids et de l'obésité sans pour autant avoir réglé la question de la sous-nutrition. En effet, parallèlement à l'amélioration de l'hygiène et du contrôle des maladies, on assiste à une augmentation de la ration énergétique, une mutation de l'alimentation vers un régime plus riche en graisses saturées et en sucre ainsi qu'une baisse de l'activité physique. Il a été effectivement démontré que l'amélioration des revenus est associée à une consommation diminuée d'aliments traditionnels tels que le riz et les aliments à base de blé et une consommation accrue d'huiles et d'aliments d'origine animale (Du *et al.* 2004; Popkin *et al.* 1995 ; Popkin & Du, 2003). Cette double charge des malnutritions se retrouve au niveau des pays, mais aussi des ménages, le plus souvent avec une mère en surpoids ou obèse et des enfants en état de sous-nutrition, et même au niveau individuel, femmes en surpoids et carencées en micronutriments, comme nous l'avons démontré récemment au Vietnam (Laillou *et al.* 2012).

## PRÉVENIR LES MALNUTRITIONS DANS LES PAYS DU SUD

Nous venons de voir que la malnutrition est multifactorielle mais que l'alimentation est une des clés particulièrement importante. Nous nous focaliserons ici sur cette cause directe des malnutritions.

Dans les pays du Sud, les principales causes alimentaires des états de sous-nutrition sont la carence en énergie mais surtout en micronutriments, l'apport en protéines étant en général suffisant en quantité et qualité sauf dans les cas de malnutrition aiguë. Au cours des 80 dernières années, la compréhension des causes alimentaires de la sous-nutrition a évolué de la carence en protéines à la carence protéino-énergétique pour mettre finalement en évidence l'importance particulière des carences en micronutriments (Allen, 2003). Pour l'auteur qui analyse une étude menée parallèlement dans trois pays du Sud, Égypte, Kenya et Mexique, la qualité de l'alimentation, notamment la proportion d'aliments d'origine animale et de micronutriments, est un déterminant majeur d'un bon état nutritionnel comparé à la quantité de l'alimentation. Dans cette étude la consommation de protéines ajustée à sa qualité était adéquate alors que la consommation de plusieurs micronutriments comme le fer, le zinc, la riboflavine, la vitamine B12, et la vitamine A, ainsi que le calcium dans deux pays sur trois, était très faible (Murphy & Allen, 2003). Chez les enfants Kényans, par exemple, la consommation de produits animaux est positivement corrélée avec une meilleure croissance, une meilleure réussite aux tests cognitifs, et une morbidité plus faible. Elle consti-

tue donc le principal facteur des capacités fonctionnelles (Neumann & Harrison, 1994).

Le défi du nutritionniste est donc de proposer des stratégies nutritionnelles qui permettront d'une part de prévenir la sous-nutrition, en particulier les carences en micronutriments, tout en prenant en compte l'impact potentiel sur une surconsommation calorique et de graisses saturées. Nous mettrons ici un focus particulier sur les groupes les plus vulnérables que sont les femmes en âge fertile, avant et pendant la grossesse et l'allaitement, et les enfants dans leurs premières années de vie, ceci dans le contexte de pauvreté et de ressources limitées des pays en développement.

Plusieurs stratégies d'amélioration du statut en micronutriments sont envisageables et complémentaires : on peut citer la supplémentation sous forme « médicamenteuse », comme la distribution de capsules de vitamine A aux jeunes enfants et de tablettes fer-acide folique aux femmes enceintes ; l'enrichissement en micronutriments d'aliments régulièrement consommés par les populations cibles ; la production d'aliments spécifiques comme par exemple les aliments de complément à l'allaitement maternel ; et plus récemment la bio-fortification des céréales ou légumineuses. Une autre stratégie qui nous intéresse plus spécifiquement ici est l'approche alimentaire consistant à améliorer la qualité nutritionnelle des régimes alimentaires des populations cibles.

Dans la plupart des pays du Sud, l'alimentation est monotone, peu diversifiée et le plus souvent basée sur des régimes à base de tubercules ou céréales avec un apport d'aliments d'origine animale faible. Une étude récente sur la diversité alimentaire des femmes dans 5 pays en développement (Burkina Faso, Mali, Philippines, Bangladesh et Mozambique) a démontré que les aliments amylicés constituent la base de l'alimentation et sont la principale source de macro et micronutriments dans ces pays (Arimond *et al.* 2011). Au Burkina Faso par exemple, les produits animaux ne constituent qu'environ 8% de l'apport énergétique total et 23% de l'apport en protéines (Becquey *et al.* 2009). Ces régimes ont la particularité de présenter des contenus en micronutriments disponibles faibles bien en deçà des besoins et des apports nutritionnels conseillés (ANC). Par exemple, en Afrique en moyenne moins de 60% des besoins en micronutriments sont couverts par l'alimentation avec en particulier des niveaux de couverture très faibles pour le fer, les vitamines B12 et B9. Il est donc essentiel d'améliorer les régimes alimentaires afin d'augmenter les apports en micronutriments. Mais au delà de la quantité, c'est leur biodisponibilité dans les aliments qu'il faut prendre en compte.

### Les produits animaux sont sources de micronutriments biodisponibles

Prenons pour commencer le cas emblématique du fer dont la carence est la principale cause nutritionnelle de l'anémie, qui est une des pathologies les plus fréquentes dans les pays du Sud. Le fer est présent aussi bien dans les produits animaux que dans

les produits végétaux mais souvent en quantité plus élevée dans les premiers comme le montre le **tableau 1** (FAO *et al.* 2012b). La forme chimique du fer est aussi différente selon l'aliment. Il existe deux catégories de fer, le fer héminique et non héminique. Ce dernier se retrouve principalement dans les produits végétaux, notamment les céréales et représente 85 % du fer alimentaire (Hallberg *et al.* 1989). Son absorption est affectée par de nombreux facteurs et en particulier par les composants des matrices alimentaires tels que les phytates, les polyphénols et certains acides organiques qui diminuent son absorption (Gillooly *et al.* 1983 ; Hallberg & Rossander, 1982 ; Hurrell *et al.* 1992 ; Hurrell *et al.* 1999). Ces composés sont souvent présents en quantités importantes dans les aliments de base tels que les céréales qui sont des sources importantes de fer alimentaire pour les populations du Sud où, par conséquent, les ingrédés en phytates sont plus importants que dans les régimes occidentaux (Ferguson *et al.* 1989).

Le fer héminique est, lui, principalement présent dans l'hémoglobine ou la myoglobine et se retrouve donc dans les produits d'origine animale, notamment les viandes rouges et abats. Les teneurs en minéraux varient selon l'animal, le bœuf étant par exemple plus riche en fer que le porc ou le poulet. Selon les morceaux considérés (si l'on exclu les abats), on retrouve deux à cinq fois plus de fer dans le bœuf que dans les cuisses de poulet ou les côtes de porc (ANSES, 2012). L'absorption du fer héminique est bien meilleure que celle du fer non héminique. L'absorption moyenne du fer dans un régime contenant de la viande est estimée à 25% (entre 10 et 40% selon le statut en fer de la personne) contre environ 5-10% dans un régime pauvre en viande voire moins lorsque le repas ne contient que des aliments d'origine végétale. Par ailleurs, la consommation d'aliments d'origine animale, viande ou poisson, augmente l'absorption du fer non héminique et du zinc présents dans les autres aliments d'origine végétale du repas. (Boech *et al.* 2003 ; Hallberg & Rossander, 1984 ; Hulten *et al.* 1995). Ainsi, les régimes contenant de la viande contribuent au maintien des stocks de fer, en particulier durant la grossesse quand les besoins sont accrus (Tetens *et al.* 2007).

Le zinc, dont la carence est un facteur avéré de risque pour la croissance et de morbidité, présente un comportement analogue à celui du fer car son absorption est influencée à la fois par le statut de l'individu mais aussi et surtout par la composition des aliments et des régimes. Le zinc est présent dans de nombreux aliments mais les concentrations les plus élevées se trouvent dans les produits animaux et plus particulièrement dans les abats, les coquillages et la chair de bœuf, de porc, de poulet ou de poisson (IZINCG, 2004). Les céréales, les légumineuses et les noix sont aussi des sources de zinc mais elles sont également riches en phytates, facteurs chélateurs qui diminuent significativement son absorption au niveau intestinal. En effet, la présence de phytates est le principal déterminant de l'absorption du zinc d'un repas (Sandström & Lönnerdal, 1989). À l'inverse, les protéines animales permettent d'améliorer l'absorption du zinc présent dans les produits végétaux en contrant l'effet inhibiteur des phy-

tates (Hunt *et al.* 1995; Lönnerdal, 2000). Le niveau de biodisponibilité du zinc étant dépendant de la composition du repas, l'OMS (WHO & FAO, 2004) classe les apports recommandés selon trois types de régime alimentaire : biodisponibilité faible (15%) pour les régimes basés sur les céréales non raffinées et contenant des quantités négligeables d'aliments d'origine animale ; biodisponibilité moyenne (30%) pour des régimes intermédiaires ; et biodisponibilité élevée (50%) pour les régimes incluant des céréales raffinées et dont les aliments d'origine animale sont la principale source de protéines. De son côté, IZINCG (*International Zinc Nutrition Consultation Group*) propose des valeurs d'absorption moyenne de 23 % pour les régimes à base de céréales non raffinées et de 31% pour les régimes « mixtes » (IZINCG, 2004). Il faut d'ailleurs noter que le rapport d'une réunion d'experts sous l'égide de l'OMS et la FAO a conclu à l'impossibilité de couvrir les besoins en fer et en zinc dans les régimes des pays en développement sans ajouter de la viande ou du poisson dans ces régimes (FAO & WHO, 2001). Ce rapport stipule que l'addition d'une portion de 50g de viande, volaille ou poisson, dans le régime augmente la consommation de fer total et de la quantité de fer biodisponible et permet d'assurer la couverture des besoins en zinc pour la plupart des populations.

La carence en iode a des répercussions sévères sur la production d'hormones thyroïdiennes et conduit à un ralentissement du métabolisme associé à un développement anormal du cerveau et du système nerveux pouvant aboutir au crétinisme. L'iode se trouve essentiellement dans les aliments comme les algues, les coquillages et les crustacés. Actuellement dans la majorité des pays, en particulier du Sud mais aussi du Nord, la consommation adéquate d'iode est permise grâce à l'utilisation de sel iodé ou à l'enrichissement d'iode dans des aliments de base comme dans le pain aux Pays Bas ou en Nouvelle Zélande (NZ-nutrition-foundation, 2013).

Pour ce qui concerne les vitamines, les aliments d'origine animale sont aussi particulièrement importants. Ainsi, les produits animaux sont une source importante de rétinol, une des formes actives de la vitamine A. Les aliments les plus riches en rétinol sont le foie ainsi que les produits laitiers tels le beurre, la crème et les fromages (**tableau 1**). Les végétaux ne contiennent pas de rétinol mais des caroténoïdes qui sont des précurseurs de la vitamine A dont le potentiel en équivalent rétinol dépend de leur nature (alpha-, bêta-carotène). Des facteurs de conversion en équivalent rétinol ont été proposés en fonction du type de matrice alimentaire dans lequel se trouvent les caroténoïdes (FAO-WHO, 2004). Certains aliments, comme le lait, contiennent à la fois du rétinol et des carotènes. Une étude menée en Indonésie a montré qu'il existe une relation entre la prévalence de cécité nocturne chez les femmes, un des signes cliniques de la carence en vitamine A, et le profil des dépenses alimentaires des ménages, la cécité nocturne étant plus élevée dans les familles qui consomment plus de riz et moins de produits animaux ou de fruits et légumes (Campbell *et al.* 2009).

	Mil grains entiers bouillis	Riz blanc, poli, bouilli	Racine de manioc bouillie	Niébé bouilli	Soja bouilli	Viande de bœuf 15-20% de matière grasse, bouillie	Foie de poulet, braisé	Œuf de poule cuit	Carpe d'Afrique (cuite à la vapeur)	Lait de vache 1,5% de matière grasse	Larve de Tenebrion meunier (Tenebrion molitor) *
Energie (kcal)	145	136	161	117	180	314	169	139	80	48	206
Protéine (g)	4,5	2,4	1,2	7,9	15,1	30,6	27,5	12,6	18,5	3,5	18,7
Lipides (g)	1,7	0,2	0,3	0,5	6,9	21,3	5,8	9,5	0,7	1,6	13,4
Vit A (µg RAE)**	traces	0	1	1	0	19	9150	152	1	33	nd
Vit B9 (µg)	8	5	16	85	83	6	0,95	38	11	12	157
Vit B12 (µg)	0	0	0	0	0	1,1	746	0,7	1,5	0,5	0,5
Calcium (mg)	14	4	43	35	76	11	15	53	15	120	17
Fer (mg)	3,9	0,3	0,7	2,1	2,4	4,9	12	1,7	0,7	0,1	2,1
Zinc (mg)	0,6	0,4	0,3	1,1	1,9	5,7	4,41	1,23	1,5	0,39	5,2

\*Adapté de Finke, 2002.

\*\*RAE : équivalent activité rétinol: activité totale de vitamine A exprimée en µg, en équivalent activité rétinol (RAE) = 1µg de rétinol + 1/12 µg de bêta-carotène + 1/24 µg d'alpha-carotène + 1/24 µg de bêta-cryptoxanthine.

**Tableau 1** : Composition nutritionnelle (en g/100g de matière humide) de différents types d'aliments (D'après FAO, 2012 et Finke, 2002).

La carence en vitamine B12 concerne de nombreuses personnes dans tous les pays du monde mais c'est dans les pays du Sud que l'on trouve les plus fortes prévalences variant de 40 à 80% selon les continents et les classes d'âge (Allen, 2009). La carence en vitamine B12 commence dès la prime enfance et peut persister au cours de la vie. Une carence chez la mère entraîne non seulement un risque accru de carence chez le fœtus mais également un déficit en vitamine B12 dans le lait maternel et accroît ainsi le risque de carence chez l'enfant (Shahab-Ferdows *et al.* 2012; Weiss *et al.* 2004). La cause principale est une sous-consommation d'aliments d'origine animale. En effet, les produits animaux sont les seules sources de vitamines B12 (**tableau 1**) d'où un risque de carence plus élevé chez les populations aux régimes alimentaires essentiellement végétariens (Dagnelie *et al.* 1989). La vitamine B12 est dérivée de la synthèse bactérienne. Chez l'animal, la vitamine B12, synthétisée par les bactéries, est absorbée au niveau intestinal puis incorporée dans les tissus, les œufs et le lait. Les principales sources de vitamine B12 sont les fruits de mer, le foie, les œufs de poisson, le calamar, les poissons, les crustacés, le bœuf, le mouton, les fromages et les œufs.

Plus récemment, quelques études se sont intéressées à la carence en vitamine D et calcium dans les pays du Sud. En effet le taux d'ensoleillement de ces pays laissait penser que les populations ne devaient pas présenter de carence en vitamine D. L'étude menée récemment dans 19 provinces du Vietnam indique des prévalences

de carence et d'insuffisance en vitamine D respectivement de 17 et 47% chez les femmes et de 31 et 37% chez les jeunes enfants (Laillou *et al.* 2013). Presque tous les enfants et 83% des femmes présentaient une hypocalcémie légère et 14% des femmes une hypocalcémie modérée. Ces carences sont attribuées au moins en partie à une faible consommation de lait et de produits laitiers ou d'aliments riches en vitamine D comme les poissons gras consommés par seulement 11% des femmes (Laillou *et al.* 2013).

### Les produits animaux sont aussi source de macronutriments essentiels

L'étude récente menée dans cinq pays d'Afrique montre que les régimes alimentaires peu diversifiés permettent de couvrir les besoins quantitatifs en énergie et en protéines des adultes (Arimond *et al.* 2011). Pour ce qui est des protéines, leur origine et qualité sont à prendre en considération même s'il n'existe pas d'études épidémiologiques récentes indiquant des carences en protéines ou acides aminés au niveau des populations. Par exemple au Royaume Uni, le risque de carence en protéines chez les omnivores est très faible, entre 0 et 1% pour les femmes de 18 ans selon leurs poids et leurs niveaux d'activité physique, et reste faible bien que supérieur chez les végétariens (Millward & Jackson, 2004). En revanche, en Inde, le risque de carence est plus élevé, 70% en moyenne au Bengale Ouest et jusqu'à 100% du fait d'un régime principalement basé sur les céréales et en conséquence d'un déficit en lysine (Millward & Jackson, 2004). Il reste toutefois pos-

sible de couvrir ses besoins en protéines de qualité dans un régime purement végétarien à condition d'avoir accès à une alimentation très variée et de posséder la connaissance permettant d'associer les types d'aliments nécessaires, ce qui est très difficile voire impossible pour les populations du Sud.

Les apports en protéines préconisés par l'AFSSA, sont de 0,83g/kg et par jour chez la femme adulte et de 0,94 à 2,60 g/kg/j chez l'enfant de 0 à 3 ans. Ces recommandations correspondent à des protéines de bonne qualité, équilibrées en acides aminés indispensables (AFSSA, 2007). Un rapport récent (FAO, 2013) définit les besoins quotidiens pour ces neuf acides aminés indispensables pour les nourrissons, les enfants, les adolescents et les adultes. Les besoins par kg de poids corporel sont plus élevés chez les enfants de moins de deux ans en particulier au cours des premiers mois de vie. Pour la lysine ils sont par exemple de 63 g/kg de poids corporel pendant les 6 premiers mois de vie, de 44 g entre un et deux ans, et de 35 à 30 g par la suite.

La qualité des protéines englobe donc plusieurs critères dont la digestibilité et la composition en acides aminés indispensables. D'une manière générale, les protéines d'origine végétale sont moins digestibles que les protéines animales (Young & Pellett, 1994). Dans les céréales, cette différence de digestibilité est essentiellement attribuée à la présence de nombreux facteurs chélateurs qui sont concentrés dans les parois cellulaires des tissus périphériques des grains. Dans les légumineuses, qui contiennent des quantités de protéines bien supérieures aux céréales, les facteurs anti-tryptiques diminuent leur digestibilité. Concernant les acides aminés indispensables qui doivent être apportés par l'alimentation, les produits végétaux notamment les céréales ont souvent des teneurs en lysine et en thréonine limitées (Reeds & Garlick, 2003), et les légumineuses et les fruits en acides aminés souffrés. De plus, les procédés de transformation incluant des traitements thermiques élevés peuvent également diminuer la digestibilité des protéines et/ou plus spécifiquement de certains acides aminés. C'est le cas par exemple pour la lysine qui est l'acide aminé le plus réactif dans les réactions de Maillard. À l'inverse, les procédés de transformation des grains, mouture et tamisage, qui permettent d'éliminer les parties périphériques (ou enveloppes) permettent d'améliorer la digestibilité des protéines des produits végétaux.

Les aliments d'origine animale ont des concentrations en protéines souvent plus élevées et les protéines sont généralement mieux équilibrées en acides aminés indispensables permettant de mieux couvrir les besoins. Ainsi les poissons, le bœuf, le poulet et les produits laitiers sont riches en lysine et en acides aminés souffrés et complètent bien une alimentation à base de céréales. De part leur grande diversité, les insectes, consommés régulièrement dans les pays du Sud, ont des compositions et des qualités nutritionnelles très variables mais de nombreux insectes présentent des teneurs en protéines élevées avec des digestibilités qui peuvent être très bonnes (Finke, 2002). Certains de ces insectes, comme la chenille, sont riches en lysine bien que, pour la majorité d'entre eux, la lysine ou le tryptophane soient aussi les premiers acides aminés limitants.

Les besoins en lipides sont exprimés en pourcentage des besoins en énergie. Pour les adultes, la FAO recommande un apport minimal en lipides de 15% de l'apport énergétique total (AET) pour la plupart des individus mais de 20% pour les femmes en âge de procréer et les adultes avec un BMI < 18.5. L'apport maximal est fixé à 30-35%, les acides gras saturés ne devant pas représenter plus de 10% de l'AET et les acides gras polyinsaturés (AGPI) devant représenter entre 6 et 11% (FAO, 2010).

Pour les enfants, les apports en lipides doivent représenter une part plus importante de l'alimentation. En effet, la FAO recommande un apport en lipides compris en 40 et 60% de l'apport énergétique total pour les nourrissons de 0 à 6 mois puis une diminution progressive de la part des lipides de 6 à 24 mois pour atteindre 25-35% de l'énergie à deux ans. Les acides gras indispensables (l'acide linoléique (AGPI n-6), l'acide  $\alpha$ -linoléique et l'acide docosahexaénoïque ou DHA (AGPI n-3)) sont particulièrement importants pour les enfants puisqu'ils sont impliqués dans le développement et le fonctionnement cérébral et les structures membranaires. Une attention particulière doit être portée à l'apport en DHA non seulement chez l'enfant mais aussi chez la femme enceinte du fait de son rôle primordial dans la mise en place et la maturation des fonctions cérébrales (Carlson, 2009). L'ANSES recommande des apports en AGPI à longue chaîne de 250mg/j pour le DHA et pour l'acide eicosapentaénoïque (ANSES, 2011).

Les produits animaux, de par leurs natures très différentes, ont des compositions très variables en lipides. Pour les viandes les proportions d'acides gras insaturés changent beaucoup en fonction de l'espèce considérée : de 50% pour le bœuf jusqu'à 70% dans les volailles (Jiménez-Colmenero *et al.* 2001). Les poissons, quant à eux, sont riches en DHA.

## BÉNÉFICES SANTÉ DE LA CONSOMMATION DE PRODUITS ANIMAUX DANS LES PAYS DU SUD

Plusieurs études réalisées dans les pays en développement ont démontré l'impact positif des aliments origine animale sur la nutrition et la santé des individus. En effet, du fait de leurs fortes concentrations en micronutriments de biodisponibilités élevées, les produits animaux permettent de combler les déficits d'apport par des volumes de consommation bien plus faibles que les produits végétaux. L'addition de faibles quantités de ces produits à un régime à base d'aliments d'origine végétale permet donc d'assurer la couverture des besoins pour la plupart des nutriments essentiels. De plus, ils présentent l'avantage d'apporter simultanément plusieurs vitamines et minéraux ce qui est particulièrement intéressant dans des populations multicarenciées (Murphy & Allen, 2003; Neumann *et al.* 2003).

Ainsi la consommation de viande ou de produits animaux a été corrélée non seulement à un meilleur développement physique mais aussi à une amélioration des capacités cognitives. Une étude longitudinale qui a suivi une cohorte d'enfants de 4 à 24 mois a mis en évidence une relation positive et significative

entre la consommation de viande et la prise de poids ainsi qu'avec les indices de développement psychomoteur (Morgan *et al.* 2004). Une autre étude menée dans quatre pays du Sud, République Démocratique du Congo, Zambie, Guatemala et Pakistan, a mis en évidence que la consommation de viande dans l'enfance est associée à un moindre risque de retard de croissance chez les enfants (Krebs *et al.* 2011).

Selon une étude réalisée au Kenya, l'addition de viande de bœuf ou de lait dans la formulation d'un snack destiné aux enfants scolarisés permet d'augmenter les ingérés en micronutriments tels que le fer et le zinc par rapport au snack végétarien (Murphy & Allen, 2003 ; Neumann *et al.* 2003). De plus, les enfants recevant le snack contenant de la viande ont amélioré leurs capacités cognitives de manière significativement plus élevée que ceux recevant le snack végétarien.

Au Vietnam, la mise en place du système VAC (Vuon-Ao-Chuong qui peut se traduire par un « un potager-une mare-une étable ») a permis de significativement améliorer les ingérés alimentaires notamment en produits animaux et a ainsi contribué à la réduction de la sous-nutrition chez les enfants de moins de 5 ans (Hop, 2003). L'objectif de ce programme était de permettre aux ménages de disposer de produits alimentaires diversifiés (et notamment des produits animaux) en soutenant l'autoproduction sur le modèle des petites fermes traditionnellement rencontrées dans ce pays. Ce programme a été accompagné de plusieurs mesures visant à accroître la production de viande qui se sont effectivement traduits par une augmentation significative de la production de produits animaux.

Les stratégies d'éducation nutritionnelle basées sur la diversification incluant la promotion des produits animaux, ont montré leur efficacité. Une étude réalisée en 2001 a évalué l'impact de conseils nutritionnels sur le statut en fer de femmes modérément carencées (Heath *et al.* 2001). Dans le groupe recevant les conseils, les auteurs rapportent une augmentation de la consommation de produits animaux de 31g/j par rapport au groupe témoin ainsi qu'une amélioration du statut en fer des femmes (+ 26% en ferritine sérique,  $p=0.07$ ). Une revue de plusieurs de ces interventions montre que les stratégies visant à augmenter la production ou à promouvoir les aliments d'origine animale au niveau des ménages, peuvent contribuer à l'augmentation des ingérés en zinc (Gibson & Anderson, 2009). Par exemple, une intervention basée sur la diversification alimentaire et notamment la sensibilisation à l'intérêt nutritionnel des produits animaux au Malawi, a significativement augmenté la consommation de produits animaux ainsi que les ingérés en zinc biodisponible, en fer héminique et en vitamine B12 (Gibson *et al.* 2003). En Thaïlande, où la disponibilité en produits animaux est bonne, les programmes successifs visant à encourager la consommation de produits animaux ont eut un impact positif sur la couverture des besoins en protéines et micronutriments chez les enfants (Smitasiri & Chotiboriboon, 2003).

## CONCLUSION

La sécurité alimentaire et nutritionnelle est assurée « quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine » (Sommet mondial de l'alimentation, 1996). Les paragraphes précédents ont démontré l'intérêt pour les populations les plus pauvres des pays du Sud souffrant de sous-nutrition, notamment pour les groupes les plus vulnérables, à augmenter leur consommation de produits d'origine animale afin de couvrir leurs besoins nutritionnels en particulier en micronutriments.

Cependant, l'augmentation rapide de la prévalence du surpoids et de l'obésité dans les pays du Sud, en particulier dans les pays en transition, qui coexiste souvent avec des carences en micronutriments au niveau du ménage ou des individus, impose d'exercer une vigilance toute particulière sur la nutrition des populations et de veiller à l'équilibre des régimes. La surconsommation de certains aliments d'origine animale n'est pas sans risque pour la santé car les viandes, lait et fromages sont par exemple des sources importantes d'acides gras saturés impliqués dans la survenue des maladies chroniques non transmissibles liées à l'alimentation.

Dans un contexte de transition économique et nutritionnelle, la consommation des produits animaux ne cesse d'augmenter dans les pays du Sud (WHO & FAO, 2003 ; Li & Shanguan, 2012) et la part des pays en développement dans la consommation de viande pourrait atteindre 63% en 2020 (Delgado *et al.* 2003). Par ailleurs, au niveau mondial, la quantité de poisson issue de la pêche s'est stabilisée mais la production aquacole connaît un essor important qui compense la réduction des prises en mer. Selon l'OMS et la FAO, entre 13,8% et 16,5% des protéines animales consommées dans le monde sont issues des poissons, crustacés et mollusques.

Le défi actuel est donc d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations à travers le développement de systèmes alimentaires durables et résilients. Cela doit s'accompagner de la réduction de la consommation de produits animaux notamment de viande rouge au Nord, alors qu'au Sud, femmes et enfants doivent avoir accès à plus d'aliments d'origine animale. Plusieurs scénarios prospectifs pour une alimentation suffisante et durable dans le monde ont été publiés ces dernières années. Le plus connu est celui de l'IAASTD (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science & Technology for Development*) avec son 'Millennium Ecosystem Assessment' (MEA) (UNEP, Division of Early Warning and Assessment, 2013). En France, une initiative similaire appelée « Prospective Agrimonde » a été menée et propose, en supposant qu'en 2050 le monde aura su mettre en œuvre un système agricole et alimentaire durable, la convergence au niveau mondial des disponibilités alimentaires moyennes à 3000 kcal par jour : 2500 kcal provenant de produits végétaux et 500 kcal de produits animaux avec une limite de la consommation de viande de ruminants à 250 kcal/j. Cette prospective implique des changements profonds à commencer dans les pays du Nord.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFSSA, 2007. Apports en protéines: consommation, qualité, besoins et recommandations.
- Allen, L.H., 2003. Interventions for Micronutrient Deficiency Control in Developing Countries: Past, Present and Future. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3875S–3878S.
- Allen, L.H., 2009. How common is vitamin B-12 deficiency? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(2): 693S–696S.
- ANSES, 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Rapport d'expertise collective. Comité d'Experts Spécialisé Nutrition humaine Groupe de travail ANC acides gras.
- ANSES, 2012. Tables CIQUAL. In: <http://www.ansespro.fr/TableCIQUAL/>. ANSES.
- Arimond, M., Wiesmann, D., Becquey, E., Carriquiry, A., Daniels, M., Deitchler, M., Fanou, N., Ferguson, E., Joseph, M., Kennedy, G. *et al.* 2011. Dietary diversity as a measure of the micronutrient adequacy of women's diets in resource-poor areas: Summary of results from five sites. *Academy for Educational Development NW Washington*.
- Becquey, E., Capon, G. and Martin-Prével, Y., 2009. Dietary Diversity as a Measure of the Micronutrient Adequacy of Women's Diets: Results from Ouagadougou, Burkina Faso Site, Washington, DC.
- Boech, S.B., Hansen, M., Bukhave, K., Jensen, M., Sorensen, S.S., Kristensen, L. and Sandstrom, B., 2003. Nonheme-iron absorption from a phytate-rich meal is increased by the addition of small amounts of pork meat. *Am J Clin Nutr* 77(1): 173–179.
- Campbell, A.A., Thorne-Lyman, A., Sun, K., de Pee, S., Kraemer, K., Moench-Pfanner, R., Sari, M., Akhter, N., Bloem, M.W. and Semba, R.D., 2009. Indonesian women of childbearing age are at greater risk of clinical vitamin A deficiency in families that spend more on rice and less on fruits/vegetables and animal-based foods. *Nutrition Research*, 29(2): 75–81.
- Carlson, S.E., 2009. Docosahexaenoic acid supplementation in pregnancy and lactation. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(2): 678S–684S.
- Dagnelie, P.C., van Staveren, W.A., Vergote, F.J., Dingjan, P.G., van den Berg, H. and Hautvast, J.G., 1989. Increased risk of vitamin B-12 and iron deficiency in infants on macrobiotic diets. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 50(4): 818–824.
- Du, S., Mroz, T.A., Zhai, F. and M, P.B., 2004. Rapid income growth adversely affects diet quality in China – particularly for the poor. *Soc Sci Med*, 59: 1505–1515.
- FAO, 2010. Fat and fatty acids in human nutrition- Report of an expert consultation., FAO, Rome.
- FAO, 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO expert consultation, FAO, Rome.
- FAO, FIDA and PMA, 2012a. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2012. La croissance économique est nécessaire mais elle n'est pas suffisante pour accélérer la réduction de la faim et de la malnutrition. FAO, Rome.
- FAO, INFOODS, WAHO and Biodiversity International, 2012b. Table de composition des aliments de l'Afrique de l'Ouest. FAO Rome.
- FAO and WHO, 2001. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, FAO, Bangkok, Thailand.
- Ferguson, E.L., Gibson, R.S., Thompson, L.U. and Ounpuu, S., 1989. Dietary Calcium, Phytate, and Zinc Intakes and the Calcium, Phytate, and Zinc Molar Ratios of the Diets of a Selected Group of East-African Children. *American journal of clinical nutrition*, 50(6): 1450–1456.
- Finke, M.D., 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3): 269–285.
- Gibson, R.S. and Anderson, V.P., 2009. A review of interventions based on dietary diversification or modification strategies with the potential to enhance intakes of total and absorbable zinc. *Food and Nutrition Bulletin*, 30(1): S108–S143.
- Gibson, R.S., Yeudall, F., Drost, N., Mtitimuni, B.M. and Cullinan, T.R., 2003. Experiences of a Community-Based Dietary Intervention to Enhance Micronutrient Adequacy of Diets Low in Animal Source Foods and High in Phytate: A Case Study in Rural Malawian Children. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3992S–3999S.
- Gillooly, M., Bothwell, T.H., Torrance, J.D., MacPhail, A.P., Derman, D.P., Bezwoda, W.R., Mills, W., Charlton, R.W. and Mayet, F., 1983. The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *British Journal of Nutrition*, 49(03): 331–342.
- Hallberg, L., Brune, M. and Rossander, L., 1989. Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 49(1): 140–144.
- Hallberg, L. and Rossander, L., 1982. Effect of different drinks on the absorption of non-heme iron from composite meals. *Hum Nutr Appl Nutr*, 36(2): 116–123.
- Hallberg, L. and Rossander, L., 1984. Improvement of iron nutrition in developing countries: comparison of adding meat, soy protein, ascorbic acid, citric acid, and ferrous sulphate on iron absorption from a simple Latin American-type of meal. *Am J Clin Nutr* 39(4): 577–583.
- Heath, A.-L.M., Skeaff, C.M., O'Brien, S.M., Williams, S.M. and Gibson, R.S., 2001. Can Dietary Treatment of Non-Anemic Iron Deficiency Improve Iron Status? *Journal of the American College of Nutrition*, 20(5): 477–484.
- Hop, L.T., 2003. Programs to Improve Production and Consumption of Animal Source Foods and Malnutrition in Vietnam. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 4006S–4009S.
- Hulten, L., Gramatkovski, E., Glerup, A. and Hallberg, L., 1995. Iron absorption from the whole diet. Relation to meal composition, iron requirements and iron stores. *Eur J Clin Nutr*, 49(11): 794–808.
- Hunt, J.R., Gallagher, S.K., Johnson, L.K. and Lykken, G.I., 1995. High- versus low-meat diets: effects on zinc absorption, iron status, and calcium, copper, iron, magnesium, manganese, nitrogen, phosphorus, and zinc balance in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62(3): 621–632.
- Hurrell, R.F., Juillerat, M.A., Reddy, M.B., Lynch, S.R., Dassenko, S.A. and Cook, J.D., 1992. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr*, 56(3): 573–578.
- Hurrell, R.F., Reddy, M. and Cook, J.D., 1999. Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *Brit J Nutr*, 81(4): 289–295.
- IZINCG, 2004. Chapter 1 Overview of Zinc Nutrition. *Food & Nutrition Bulletin*, 25(Supplement 2): 99S–129S.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. and Cofrades, S., 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1): 5–13.
- Kelly, T., Yang, W., Chen, C.S., Reynolds, K. and He, J., 2008. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes*, 32(9): 1431–1437.
- Krebs, N.F., Mazariegos, M., Tshetu, A., Bose, C., Sami, N., Chomba, E., Carlo, W., Goco, N., Kindem, M., Wright, L.L. *et al.* 2011. Meat consumption is associated with less stunting among toddlers in four diverse low-income set-



- tings. *Food & Nutrition Bulletin*, 32(3): 185–191.
- Laillou, A., Van Pham, T., Tran, N.T., Le, H.T., Wieringa, F., Rohner, F., Fortin, S., Le, M.B., Tran, D.T., Moench-Pfanner, R. et al., 2012. Micronutrient deficits are still public health issues among women and young children in Vietnam *Plos One*, 7(4): e34906-34901–34914.
  - Laillou, A., Wieringa, F., Tran, T.N., Van, P.T., Le, B.M., Fortin, S., Le, T.H., Pfanner, R.M. and Berger, J., 2013. Hypovitaminosis D and Mild Hypocalcaemia Are Highly Prevalent among Young Vietnamese Children and Women and Related to Low Dietary Intake. *PLoS ONE*, 8(5): e63979.
  - Li, J.-p. and Shangguan, Z.-p., 2012. Food consumption patterns and per-capita calorie intake of China in the past three decades. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(2): 201–206.
  - Lönnerdal, B., 2000. Dietary Factors Influencing Zinc Absorption. *The Journal of Nutrition*, 130(5): 1378S–1383S.
  - Millward, D.J. and Jackson, A.A., 2004. Protein/energy ratios of current diets in developed and developing countries compared with a safe protein/energy ratio: implications for recommended protein and amino acid intakes. *Public Health Nutrition*, 7(3): 387–405.
  - Morgan, J., Taylor, A. and Fewtrell, M., 2004. Meat Consumption is Positively Associated with Psychomotor Outcome in Children up to 24 Months of Age. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 39(5): 493–498.
  - Murphy, S.P. and Allen, L.H., 2003. Nutritional Importance of Animal Source Foods. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3932S–3935S.
  - Neumann, C. and Harrison, G., 1994. Onset and evolution of stunting in infants and children. Exemple from the Human Nutrition Research Support Program ; Kenya and Egypt studies. *Eur J Clin Nutr*, 48: s97–s102.
  - Neumann, C.G., Bwibo, N.O., Murphy, S.P., Sigman, M., Whaley, S., Allen, L.H., Guthrie, D., Weiss, R.E. and Demment, M.W., 2003. Animal Source Foods Improve Dietary Quality, Micronutrient Status, Growth and Cognitive Function in Kenyan School Children: Background, Study Design and Baseline Findings. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3941S–3949S.
  - NZ-nutrition-foundation, 2013. Nutrition facts: iodine. <http://www.nutritionfoundation.org.nz/> Accédé le 2/06/2013.
  - Popkin, B., Paeratakul, S., Zhai, F. and Ge, K., 1995. A review of dietary and environmental correlates of obesity with emphasis on developing countries. *Obesity Research*, 3: 145–153S.
  - Popkin, B.M. and Du, S., 2003. Dynamics of the Nutrition Transition toward the Animal Foods Sector in China and its Implications: A Worried Perspective. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 3898S–3906S.
  - Reeds, P.J. and Garlick, P.J., 2003. Protein and Amino Acid Requirements and the Composition of Complementary Foods. *The Journal of Nutrition*, 133(9): 2953S–2961S.
  - Sandström, B. and Lönnerdal, B., 1989. Promoters and antagonists of zinc absorption. In: Mills CF, ed. *Zinc in human biology*. New York, NY, Springer-Verlag.
  - Shahab-Ferdows, S., Engle-Stone, R., Nankap, M., Ndjebayi, A.O., Brown, K.H. and Allen, L.H., 2012. Prevalence of low B12 and folate status of Cameroonian women and children, and risk factors for deficiency. *FASEB*, 26: 1030–1036.
  - Smitasiri, S. and Chotiboriboon, S., 2003. Experience with Programs to Increase Animal Source Food Intake in Thailand. *The Journal of Nutrition*, 133(11): 4000S–4005S.
  - Tetens, I., Bendtsen, K.M., Henriksen, M., K., E.A. and Nils, M., 2007. The impact of a meat- versus a vegetable-based diet on iron status in women of childbearing age with small iron stores. *European Journal of Nutrition*, 46: 439–445.
  - UNICEF, 1998. *The State of the World's Children* University Press, Oxford.
  - United Nations Environment Programme and Division of Early Warning and Assessment, 2013. *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*.
  - <http://www.unep.org/dewa/Assessments/Ecosystems/IAASTD/tabid/105853/Default.aspx/>. Accédé le 02/06/2013.
  - Weiss, R., Fogelman, Y. and Bennett, M., 2004. Severe Vitamin B12 Deficiency in an Infant Associated With a Maternal Deficiency and a Strict Vegetarian Diet. *Journal of Pediatric Hematology/Oncology*, 26(4): 270–271.
  - WHO, 2006. Multicentre Growth Reference Study Group. *WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development*. WHO, Geneva.
  - WHO and FAO, 2003. *Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases . Joint Expert Consultation on Diet Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. WHO, Geneva.
  - WHO and FAO, 2004. *Human Vitamin and Mineral Requirements, Report of a joint FAO/WHO expert consultation*. 2<sup>nd</sup> edition ed., Bangkok.
  - Young, V.R. and Pellett, P.L., 1994. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5): 1203S–1212S.

