

Besoins nutritionnels et apports conseillés : adultes, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs

J.-L. Schlienger

PLAN DU CHAPITRE

Besoins conseillés	43	Grossesse	46
Équilibre alimentaire	45	Nutrition des personnes âgées	51
Besoins nutritionnels particuliers	46	Alimentation du sportif	52

Besoins conseillés

Les besoins nutritionnels concernent les individus et procèdent d'une démarche physiologique et médicale. Les apports conseillés s'adressent à une population et s'inscrivent dans une démarche de santé publique. Conçus à l'origine pour résoudre les états de déficit, ils constituent des guides précieux pour formuler la teneur de l'alimentation en nutriments et fournissent des repères pour une alimentation optimale. Ils ne sauraient à eux seuls décrire l'alimentation des hommes puisqu'ils font abstraction de la valeur symbolique et de la dimension hédonique des aliments et du style alimentaire.

Besoins nutritionnels

Les besoins nutritionnels expriment la quantité de nutriment, de micronutriment et d'énergie qui permet de couvrir les besoins nets en tenant compte de la quantité réellement absorbée. Parmi les micronutriments, certains sont indispensables dans la mesure où, bien que nécessaires à la structure ou au bon fonctionnement de l'organisme, ils ne peuvent être synthétisés. La synthèse endogène d'autres micronutriments peut ne pas satisfaire les besoins spécifiques accrus lors d'une situation physiologique particulière (grossesse). Ces micronutriments sont dits « constitutionnellement indispensables ».

Les besoins nutritionnels minimaux expriment la quantité nécessaire au maintien des grandes fonctions et ce, éventuellement, aux dépens des réserves ou d'autres fonctions

considérées comme non prioritaires. Ils permettent d'éviter l'installation d'une carence.

Apports nutritionnels conseillés

Les apports nutritionnels conseillés ou ANC représentent la quantité de macro- et micronutriments nécessaire à la couverture de l'ensemble des besoins physiologiques. Ils correspondent aux besoins nutritionnels moyens. Ils sont estimés à partir de données scientifiques et répondent à des règles fixées par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa devenue Anses). Ils sont calculés de telle sorte qu'ils couvrent les besoins de 97,5 % des individus d'une population. Les valeurs proposées ne sont pas synonymes de normes contraignantes mais sont des repères ou des références pour les individus d'une population dans le but premier d'éviter les déficiences. Les ANC sont à considérer comme des apports optimaux pour une population donnée. Des doses supérieures aux ANC obtenues par une supplémentation, une complémentarité ou un enrichissement d'aliments courants conduisent dans une zone proche des doses pharmacologiques et peuvent interpeller quant aux bénéfices réels. Des limites de sécurité ont été définies pour certains minéraux et vitamines dont l'excès d'apport peut ne pas être sans conséquences pour la santé (tableau 3.1).

Il est admis que chaque individu d'une population devrait se rapprocher des ANC pour la totalité des macro- et micronutriments en tenant compte de ses particularités, y compris lorsque les apports spontanés sont au-dessus des ANC [1].

Tableau 3.1 Apports nutritionnels conseillés

A. Apports énergétiques conseillés pour la population pour un niveau moyen d'activité										
	Âge (ans)		Poids (kg)		Énergie (kcal)					
Hommes	20–40		70		2700					
	41–60		70		2500					
Femmes	20–40		60		2200					
	41–60		60		2000					
Seniors	60–75		36/kg de poids corporel		36/kg de poids corporel					
B. Vitamines										
	B1	B2	PP	B6	B9	B12	C	A	D	E
Hommes adultes	1,3 mg	1,6 mg	14 mg	1,8 mg	330 µg	3,4 µg	110 mg	800 µg	5 µg	12 mg
Femmes adultes	1,1 mg	1,5 mg	11 mg	1,5 mg	300 µg	2,4 µg	110 mg	600 µg	5 µg	12 mg
Femmes enceintes	1,8 mg	1,6 mg	16 mg	2 mg	400 µg	2,6 µg	120 mg	700 µg	10 µg	12 mg
Personnes âgées	1,2 mg	1,6 mg	14 mg	2,2 mg	350 µg	3,0 µg	120 mg	700 µg	10–15 µg	20–50 mg
C. Minéraux et oligoéléments										
	Ca	P	Mg	Fe	Zu	I	Se			
Hommes adultes	900 mg	750 mg	420 mg	9 mg	12 mg	150 µg	60 µg			
Femmes adultes	900 mg	750 mg	360 mg	16 mg	10 mg	150 µg	50 µg			
Femmes enceintes	1000 mg	800 mg	400 mg	30 mg	14 mg	200 µg	60 µg			
Personnes âgées	1200 mg	800 mg	400 mg	10 mg	12 mg	150 µg	80 µg			

Apports journaliers recommandés (AJR)

Ils représentent la quantité suffisante des différents nutriments nécessaires à la couverture des besoins physiologiques. Évalués à partir de données scientifiques, ils répondent à des règles fixées par l'Anses, et sont calculés en fonction des besoins nutritionnels moyens mesurés par groupe d'individus (ex. : enfants, femmes enceintes, personnes âgées, etc.). Il est cependant peu réaliste de vouloir appliquer ces recommandations *stricto sensu* chaque jour.

Définitions : les densités alimentaires

Densité énergétique

Elle traduit la quantité d'énergie apportée par 100 g d'aliments. Plus un aliment est « sec » (exemple : les biscottes par rapport au pain) ou riche en lipides de constitution, plus il est dense en énergie. Un repas apportant la même quantité d'énergie aura un volume variable selon la densité énergétique des aliments qui le composent. Les fruits et légumes ont une densité énergétique faible.

Densité nutritionnelle

Elle traduit la teneur en micronutriments pour 1000 kcal. Les graisses saturées et les glucides simples (le sucre) ont une faible densité nutritionnelle mais une haute densité énergétique. Les fruits et légumes ont une haute densité nutritionnelle (apport en minéraux, vitamines et microconstituants) et une faible densité énergétique. Une alimentation optimale pour la santé doit avoir la densité nutritionnelle la plus élevée possible en regard d'une densité énergétique faible tout en couvrant à la fois les besoins énergétiques et les besoins qualitatifs. Cet objectif

peut être atteint en majorant la part des fruits et légumes et des glucides complexes, peu raffinés (riches en fibres).

Allégations

Les aliments fonctionnels exercent soit un effet sur une fonction de l'organisme dans un sens favorable à la santé, soit ce même effet mais au-delà de ce que pourrait réaliser un régime alimentaire bien conduit. Le discours sur la santé porté par les aliments fonctionnels correspond à une allégation qui fait l'objet d'une réglementation précise. Une allégation est définie comme « tout message ou toute représentation, non obligatoire en vertu de la législation communautaire ou nationale, y compris une représentation, sous la forme d'images, d'éléments graphiques ou de symboles, qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des caractéristiques particulières ».

Les **allégations nutritionnelles** font référence à un apport énergétique ou à une teneur significative en un nutriment par rapport à l'apport journalier recommandé.

Les **allégations de santé** font état de l'intérêt particulier d'un produit pour la santé. Les allégations peuvent être génériques, répertoriées dans une liste consolidée par l'autorité européenne de sécurité des aliments, innovantes, ou faire référence au développement et à la croissance des enfants ou à la réduction d'un facteur de risque de maladie. Ces dernières allégations font désormais l'objet d'une évaluation obligatoire *a priori* et ont une justification scientifique dûment établie par des études probantes menées chez l'homme. Les allégations « santé » ne peuvent faire référence à des propriétés de prévention, de traitement ou de guérison d'une maladie. La réglementation a pour but d'éviter

la tromperie du consommateur, de préserver la pertinence nutritionnelle et de faire la chasse aux allégations imprécises. Enfin les allégations ne devraient être attribuées que si le produit a un profil nutritionnel satisfaisant.

Profil nutritionnel

Ce concept introduit en 2006 dans le règlement européen a pour but de tempérer la portée des allégations nutritionnelles ou de santé. Il implique un jugement de valeur sur les aliments et leur place par rapport à l'équilibre nutritionnel global. Il se fonde sur des connaissances scientifiques concernant l'alimentation et les aliments en lien avec la santé. En pratique, un produit ne peut être porteur d'une allégation que s'il est conforme à un profil nutritionnel défini, ce qui sous-entend une composition en accord avec certaines règles. La définition d'un profil nutritionnel pour un aliment ou pour une catégorie d'aliments n'est pas aisée puisqu'en plus des données strictement scientifiques, il y a lieu de prendre en compte des considérations de faisabilité et de pragmatisme. Il n'existe pas de critères clairement définis. Le profil favorable doit être en accord avec l'équilibre alimentaire : un produit ne doit pas contenir trop de graisses, d'AGS, de sucres ajoutés, d'AG trans et de sel et est d'autant plus intéressant qu'il a une densité nutritionnelle élevée (fruits et légumes) et qu'il assure une bonne couverture des ANC (laitages pour le calcium par exemple). Ainsi l'attribution d'une allégation nutritionnelle ou de santé à un produit ne dépend pas seulement de la teneur en un composant mais de sa composition globale. Elle est prioritairement proposée à des produits pauvres en AGS, en sel ou en sucres et riches en fibres et en divers micronutriments conférant une bonne densité nutritionnelle. Ultérieurement, le profil nutritionnel pourrait être utilisé pour des produits sans allégation et apparaître sur l'étiquette des produits afin d'orienter le consommateur vers des aliments « bons » pour la santé.

Équilibre alimentaire

Concept largement répandu dans le grand public où il est associé à juste titre au « bien manger », l'équilibre alimentaire est également défendu par les nutritionnistes qui peinent cependant à le définir avec précision. Le principe en est qu'une répartition « équilibrée » entre les nutriments assure non seulement la couverture des besoins mais qu'elle optimise également la croissance, l'état de santé global et le vieillissement physiologique. L'équilibre entre les nutriments est considéré comme un moyen de prévenir les maladies chroniques à déterminisme nutritionnel. Sa mise en œuvre sous-entend implicitement que le libre choix alimentaire soit guidé et soutenu par une éducation nutritionnelle. Dans les conditions actuelles de disponibilité alimentaire, d'incitation à la consommation, de contraintes socio-économiques et d'exigence psychosensorielles, l'alimentation spontanée est assez éloignée des objectifs de l'équilibre nutritionnel proposé à partir de l'interprétation des données épidémiologiques. Aujourd'hui, le profil de consommation se traduit trop souvent par un excès d'apport énergétique avec une surreprésentation de lipides par rapport aux hydrates de carbone et une consommation insuffisante de fruits et légumes et de fibres alimentaires.

Bases

L'équilibre alimentaire préconisé sur des bases scientifiques a bien du mal à intégrer la diversité des comportements et la composition chimique des aliments. Il est formulé sur la base d'une répartition des macronutriments exprimée en pourcentage de l'apport énergétique total.

Pour les glucides : 50 à 55 %

Les produits céréaliers peu transformés et les légumineuses sont à privilégier en raison de leur destin métabolique, de leur densité énergétique modérée et de leur apport en protéines, fibres et micronutriments. La part des glucides dits « simples » devrait être limitée à environ 10 % de la ration énergétique.

Pour les lipides : 35 à 40 % (ANSES 2010)

Principal déterminant de la densité énergétique des aliments, la consommation lipidique globale est à limiter. Il existe une répartition souhaitable selon les différents types d'AG avec pour objectif premier un apport suffisant en acide linoléique et le souhait d'obtenir un rapport d'AGPIS n-6/n-3 proche de 5. Les AGMIS, et notamment l'acide oléique, devraient constituer l'apport principal du fait de leur neutralité relative sur l'incidence des maladies cardiovasculaires alors que les AGS sont à limiter. Ceci revient à privilégier les huiles végétales et leur variété par rapport aux graisses d'origine animale et à consommer des aliments à faible densité énergétique.

Pour les protéines : 11 à 15 %

Bien que la couverture des besoins protéiques reste une préoccupation majeure en nutrition humaine, une limitation de l'apport à 15 % de la ration est justifiée par la capacité limitée d'augmentation de la masse des protéines corporelles, par le coût métabolique élevé des protéines excédentaires, par des conséquences rénales potentiellement délétères et par de possibles interactions avec d'autres nutriments favorisant, par exemple, les pertes urinaires de calcium. La proportion des protéines animales (deux tiers actuellement) gagnerait à être réduite au profit des protéines végétales car elles sont souvent associées aux lipides et ont un coût énergétique élevé avec un impact plutôt négatif sur l'environnement. Un apport de protéines animales à hauteur de 1/3 serait suffisant pour assurer les besoins en acides aminés essentiels, satisfaire les besoins en vitamine B et améliorer la biodisponibilité de certains micronutriments (Ca, Fe, Zn).

Équilibre alimentaire en pratique

La mise en œuvre de l'équilibre alimentaire devrait idéalement se faire lors de chaque repas. En pratique, l'unité de temps à retenir est plus probablement la semaine sauf en restauration collective où le principe du repas équilibré apparaît souhaitable. L'équilibre des macronutriments devrait être réalisé sur une période plus courte que celle des micronutriments en raison de la difficulté d'élimination des stocks lipidiques et de l'absence de stockage des acides aminés indispensables. La diversification alimentaire est un prérequis pour atteindre l'équilibre dans la mesure où elle facilite la consommation quotidienne de chacune des

grandes classes alimentaires. L'ajustement de la fréquence de consommation de certains aliments peut être nécessaire selon les circonstances (alimentation festive, alimentation à type de *fast-food* et de *snack*) en insistant sur le fait qu'aucun aliment ne met en péril l'équilibre par lui-même mais par l'usage qui en est fait. La fréquence de consommation de certains aliments riches en graisses et/ou en sucres peut avoir des effets néfastes sur la corpulence et les métabolismes en favorisant par exemple l'installation d'une insulino-résistance et de conditions prédisposantes pour l'athérogenèse. Au contraire, la fréquence de consommation d'aliments dits de « recharge » peut être augmentée dans les situations physiologiques où les besoins sont accrus. Il en est ainsi de la viande pour le fer, le zinc et les protéines, des produits marins pour l'iode et le sélénium ou encore des produits laitiers pour le calcium et les protéines.

L'équilibre alimentaire a été schématisé à des fins pédagogiques sous forme de « bateau » ou de pyramide alimentaire (fig. 3.1 et 3.2).

L'emploi des aliments allégés ou destinés à une alimentation particulière ou encore la complémentation vitaminique n'entre pas *a priori* dans la conception de l'équilibre alimentaire. Les compléments alimentaires ne devraient être ingérés que pour pallier une insuffisance établie ou supposée des apports journaliers.

La formulation pratique de l'équilibre alimentaire n'est pas aisée dans la mesure où elle doit tenir compte des habitudes alimentaires et des contraintes de la vie. Elle est facilitée par une structuration des repas (horaire et composition) qui prône la diversification alimentaire et par l'information nutritionnelle (encadré 3.1).

Encadré 3.1 Les clés de l'équilibre alimentaire

1. Diversification alimentaire : utilité des classes alimentaires sur la base d'un nutriment majoritaire, variété des plats
2. Préférence donnée aux aliments à forte densité nutritionnelle (fruits et légumes)
3. Maintien des repas structurés : horaire, composition
4. Ajustement de la fréquence de consommation des aliments ayant une teneur particulière en nutriments :
 - agrumes : vitamine C
 - abats, charcuterie : graisses saturées ++
5. Utilisation de l'étiquetage nutritionnel
6. Pratiques culinaires limitant la valeur énergétique ajoutée
7. Maintien de la convivialité (famille, restauration collective)
8. Activité physique

Besoins nutritionnels particuliers

Grossesse

La grossesse est une période d'adaptation métabolique intense visant à maintenir l'homéostasie maternelle tout en pourvoyant aux besoins quantitatifs et qualitatifs du fœtus. L'état nutritionnel de la mère a un impact considérable sur l'évolution de la grossesse et sur le développement fœtal et néonatal. La définition des apports nutritionnels optimaux reste un exercice difficile qu'ont tenté de résoudre par des recommandations divers comités d'experts. Le débat demeure quant à la nécessité de

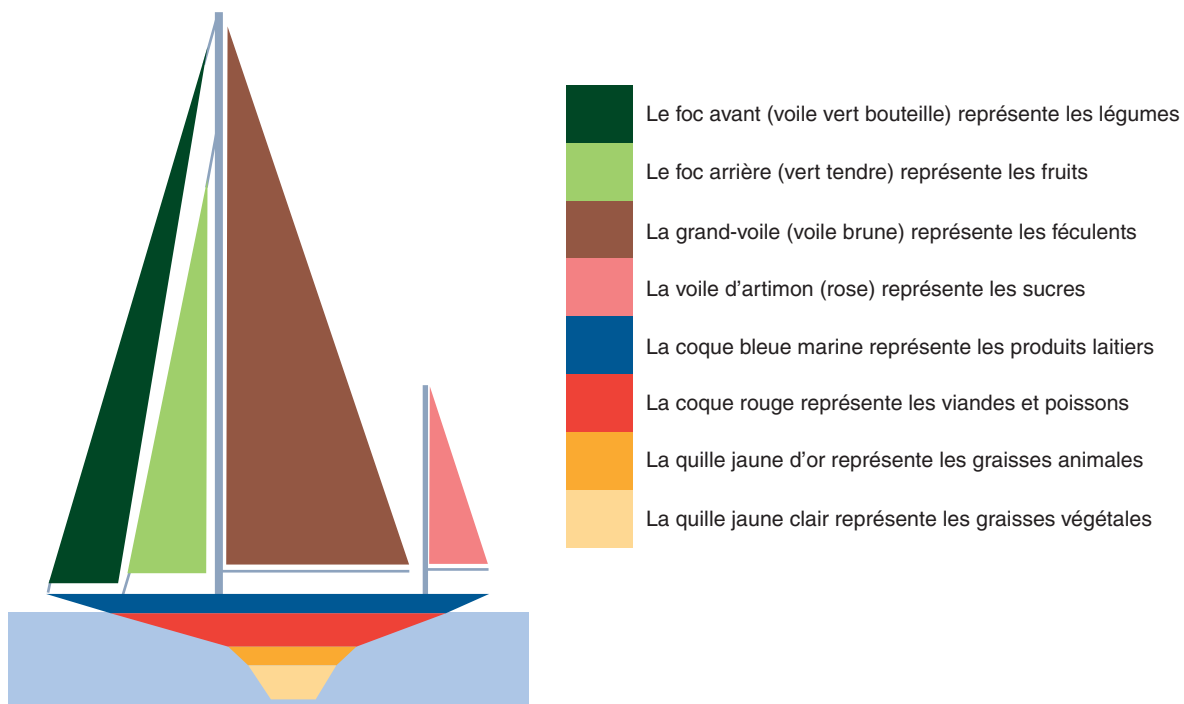


Fig. 3.1 Le bateau alimentaire. Représentation de la répartition des classes alimentaires selon l'Anses en utilisant les couleurs proposées par le Comité français d'éducation pour la santé.

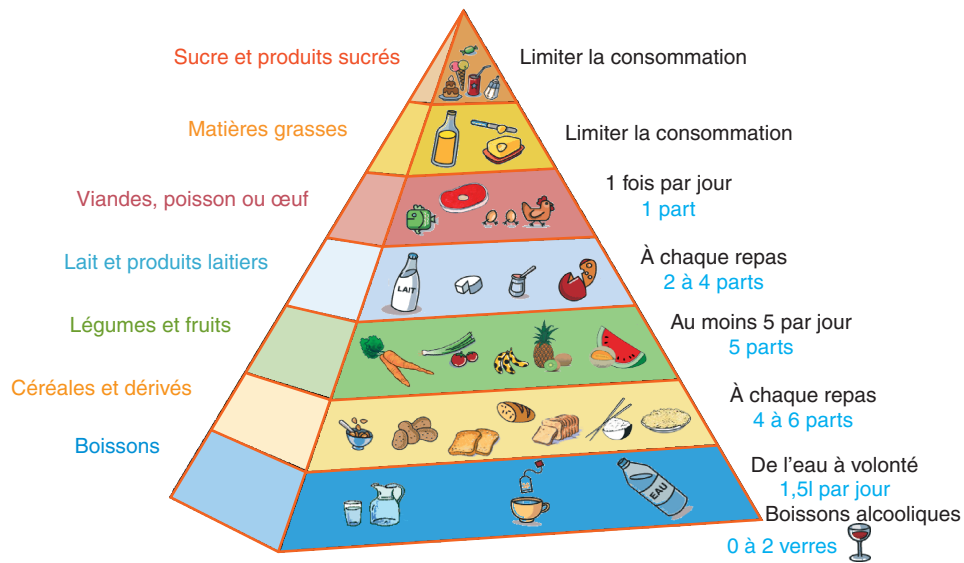


Fig. 3.2 La pyramide alimentaire : représentation des consommations conseillées.

fournir systématiquement des suppléments nutritionnels à une femme enceinte en bonne santé, de la période pré-conceptionnelle à l'allaitement. Les conseils nutritionnels dispensés précocement et tout au long de la grossesse augmentent les chances de bon déroulement de la grossesse et de la croissance fœtale.

Adaptations métaboliques au cours de la grossesse

La grossesse a un coût quantitatif et qualitatif variable selon le stade. La première moitié de la grossesse est marquée par la constitution des réserves maternelles destinées à être utilisées durant la seconde moitié lors de la croissance fœtale rapide. La mise en place progressive d'une hyperinsulinémie favorise la lipogenèse et le stockage des graisses durant le 1^{er} trimestre. Par la suite, un état d'insulinorésistance périphérique induit une lipolyse qui, associée à une augmentation de la production hépatique de glucose, accroît la disponibilité des fuels métaboliques pour le fœtus. D'autres mécanismes facilitent le stockage protéique maternel. Le bilan azoté net devient positif dès le 2^e trimestre de la gestation. L'augmentation des capacités d'absorption intestinales pour divers micronutriments (fer, calcium) protège la mère d'une déperdition excessive lors du transfert actif vers l'unité fœto-placentaire des acides aminés, des minéraux et des vitamines. Ces adaptations auxquelles participent les sécrétions hormonales placentaires (hormone lactogène placentaire, œstroprogestatifs, etc.) supposent des disponibilités optimales afin d'éviter des variations pondérales inappropriées chez la mère, un retard de croissance intra-utérin et une plus grande morbi-mortalité périnatale. Les transferts fœtomaternels sont modulables et font l'objet d'un contrôle. Le statut en fer, en calcium et en vitamine A des nouveau-nés est dans une certaine mesure indépendant de celui de leur mère [2].

Énergétique de la grossesse

Le coût énergétique de la grossesse est estimé à 75 000 kcal dont 15 000 sont liés à la croissance fœtale. Il en résulte une nécessaire adaptation des apports énergétiques pour faire face

à cette charge supplémentaire. L'accroissement lié aux besoins propres de la mère tient au développement de la masse grasse, de l'utérus et des glandes mammaires et à la majoration de la dépense énergétique maternelle qui se traduit par une augmentation du métabolisme de repos conséquente après la 24^e semaine pour atteindre 20 % durant le dernier mois. À elle seule, cette augmentation de la dépense énergétique représente 45 % du coût théorique total de la grossesse.

Les enquêtes de consommation alimentaire indiquent que la quantité d'énergie consommée est bien moindre que le coût théorique de la grossesse. Cette différence témoigne d'une adaptation physiologique au cours de la grossesse permettant une meilleure utilisation de l'énergie disponible. Il existe de plus une grande amplitude de variation du coût énergétique d'une femme à l'autre qui dépend en partie du niveau de la masse grasse et du gain pondéral. En pratique, les ingesta énergétiques supplémentaires sont de l'ordre de la moitié du coût théorique total.

La prise pondérale est un paramètre essentiel du suivi de la grossesse. Excessive, elle est associée au risque de macrosomie qui est responsable de complications obstétricales et d'une morbidité néonatale. Elle favorise aussi le maintien d'un excès de poids durant le post-partum et peut contribuer à l'installation d'une obésité ultérieure. Une prise pondérale insuffisante est associée – surtout durant le 3^e trimestre – à un risque de retard de croissance intra-utérin, de prématurité, de morbi-mortalité néonatale et à une plus grande prévalence ultérieure de syndrome métabolique et d'obésité chez l'enfant. La prise pondérale souhaitable au cours de la grossesse dépend pour une large part du poids initial (tableau 3.2) [3].

Le poids préconceptionnel est un autre facteur prédictif validé du déroulement de la grossesse et du poids de naissance de l'enfant. Un IMC inférieur à 20 est associé à un risque de prématurité et d'hypoplasie fœtale pouvant être corrigé par une prise pondérale suffisamment importante durant la grossesse. À l'opposé une prise pondérale modérée permet d'atténuer les conséquences d'une obésité maternelle. Le seuil critique est difficile à définir. Néanmoins plusieurs

Tableau 3.2 Gain pondéral durant la grossesse selon l'IMC prégestationnel (IMC kg/m²) : recommandations françaises et nord-américaines

IMC	Gain pondéral recommandé en France (kg)	Recommandations nord-américaines
< 18,5	12,5–18	12–18
18,5–25	11,5–16	11,5–16
25–30	7–11,5	7–11,5
> 30	6–7	5–9

recommandations dont celles nord-américaines récentes [4] proposent des fourchettes de prise pondérale prenant en compte le poids préconceptionnel (voir encadré 3.1).

Ces fourchettes de gain pondéral sont à majorer en cas de grossesse gémellaire pour tenir compte de la masse supplémentaire des tissus fonctionnels. Chez les femmes de petite taille, les objectifs se situent dans la zone basse de l'intervalle alors que, chez les adolescentes, la cible se situe dans la zone élevée de la fourchette.

Les apports énergétiques sont assurés par des macronutriments dans des proportions qui ont fait l'objet de recommandations. Bien qu'il n'existe pas de données factuelles précises sur l'effet de la teneur en lipides du régime et que les études portent davantage sur la composition en acides gras, la teneur lipidique de la ration énergétique devrait se situer autour de 30 à 35 % alors que celle des glucides devrait être au moins égale à 55 %. Les besoins protéiques, dont la finalité est moins énergétique que plastique et trophique, sont largement couverts par l'alimentation usuelle et sont de l'ordre de 1 g/kg/j soit 15 % de la ration énergétique même si les besoins estimés sont conditionnés par une déposition protéique en forte hausse tout au long de la grossesse (0,7 g/j pendant le 1^{er} trimestre et plus de 5 g/j au 3^e trimestre).

L'augmentation des apports énergétiques est assurée par une augmentation spontanée des apports en nutriments énergétiques. Elle ne nécessite pas de manipulations diététiques tant que le gain pondéral est en adéquation avec les objectifs. *In fine*, ce sont les glucides qui doivent couvrir l'essentiel des besoins énergétiques supplémentaires. Sous réserve d'une adaptation fondée sur l'IMC initial et d'un équilibre alimentaire correct, l'appétit suffit pour guider la couverture des besoins quantitatifs.

Besoins qualitatifs

Les effets délétères des carences nutritionnelles maternelles dès la phase préconceptionnelle sont bien documentés. Il s'agit habituellement de carences sévères observées dans des situations caractérisées : contexte social défavorable, contexte pathologique avec dénutrition (troubles digestifs, régimes carencés), comportements à risque (alcoolisme, tabagisme important, toxicomanie). Les carences mineures observées lors d'une alimentation de type occidental ont peu d'effets délétères sur la croissance et la maturation fœtale.

Fer

Le contenu en fer d'un nouveau-né est d'environ 300 mg alors que les réserves en fer sont de 500 mg chez l'adulte.

Les besoins totaux de la grossesse sont estimés à 850 mg. Ces quelques chiffres posent l'essentiel du problème du fer au cours de la grossesse. L'apport supplémentaire est globalement de 400 mg ce qui fait passer les ANC à 20 mg/j pendant la grossesse contre 10 mg en dehors de la grossesse avec un pic à 30 mg/j au 3^e trimestre. En fait, l'impact fœtal d'une carence maternelle est limité parce que le fœtus constitue un stock martial indépendamment des réserves de la mère. L'augmentation des besoins est palliée par l'importante augmentation des capacités d'absorption intestinale du fer au cours de la grossesse portant aussi bien sur le fer hémique que le fer minéral. Cette adaptation physiologique permet de faire face aux besoins qui atteignent 5 à 6 mg/j en fin de grossesse. La couverture des besoins est assurée par une alimentation équilibrée à la condition que la ration alimentaire atteigne au moins 2000 kcal/j [5].

Les conséquences d'une carence martiale chez la mère sont dominées par la fatigabilité et la susceptibilité aux infections. Les conséquences fœtales sont minimes, le statut en fer du fœtus n'étant d'ailleurs guère amélioré par une supplémentation martiale chez la mère. Aussi n'y a-t-il aucune justification à la supplémentation systématique en fer au cours de la grossesse. La seule indication est la mise en évidence d'une anémie ferriprive ou d'une hypoferritinémie franche chez la mère. Une revue systématique *Cochrane* indique que la supplémentation martiale justifiée par la présence effective d'une anémie était associée à un taux significativement plus faible de décès *in utero* ou néonatal et de convulsions qu'en cas de supplémentation systématique.

Folates

L'acide folique ou vitamine B9 participe au métabolisme des acides aminés et des acides nucléiques. Il contribue à la multiplication cellulaire de l'embryon, à l'hématopoïèse de la mère et à la croissance globale du fœtus. La baisse des folates sériques est quasi constante au cours de la grossesse. En partie due à l'hémodilution, elle est aussi secondaire à des modifications métaboliques liées à la grossesse. Elle est favorisée par une consommation insuffisante puisqu'elle est estimée à 300 µg/j pour des besoins fixés à 400 µg/j durant la grossesse [6]. La carence en folates a des répercussions bien établies sur le développement fœtal. Elle accroît le risque de malformations du tube neural (encéphalocèle, anencéphalie et spina bifida), de fentes labiales et d'anomalies des extrémités. Une supplémentation en folates est à l'origine d'une diminution globale des malformations du tube neural (environ 50 %). Les conséquences sur l'issue de la grossesse sont encore discutées mais il semble que la carence en folates pourrait expliquer un certain nombre de naissances prématurées. L'incidence de la prématurité est réduite après une supplémentation à fortes doses (5 g/j) chez les femmes dont l'alimentation est pauvre en folates. La supplémentation en acide folique a aussi été associée à une diminution de l'incidence des malformations cardiaques.

Une supplémentation en folates est préconisée dès la phase préconceptionnelle puisqu'un tiers des femmes en âge de procréer ont des taux de folates érythrocytaires abaissés. En effet, le simple conseil diététique visant à augmenter la consommation de fruits et légumes est insuffisant pour majorer les apports de l'ensemble des femmes. Par défaut,

une supplémentation systématique de 100 à 200 µg/j est recommandée en période périconceptionnelle. En France, il est recommandé de prescrire 5 mg de folates/j chez les femmes ayant des antécédents obstétricaux d'anomalies de la fermeture du tube neural ou prenant un traitement anticoagulant. Une supplémentation individuelle de 4 mg/j est à instaurer au moins 1 mois avant la conception chez les femmes à haut risque et pendant le 1^{er} trimestre de la grossesse. Par la suite, une supplémentation de 2 mg/j peut être proposée.

Iode

L'importance de l'iode, substrat incontournable de la synthèse des hormones thyroïdiennes, est due à l'action primordiale des hormones thyroïdiennes tout au long de la vie fœtale sur la croissance et le développement notamment neurologique. Les besoins en iode sont majorés du fait d'une augmentation physiologique de la clairance rénale de l'iode chez la mère, du transfert transplacentaire de l'iode et d'une séquestration de l'iode par accroissement du *pool* hormonal thyroïdien (augmentation de la synthèse de protéines vectrices des hormones thyroïdiennes et du catabolisme hormonal par une déiodase placentaire).

Les besoins sont estimés à 200 µg/j au cours de la grossesse, alors que les apports moyens sont en France de l'ordre de 80 à 100 µg/j. Il en résulte pour la mère une hyperplasie thyroïdienne partiellement réversible après la grossesse et une hypothyroïdémie relative qui peut avoir des effets néfastes chez le fœtus qui est totalement dépendant des apports hormonaux thyroïdiens de la mère jusqu'à la 12^e semaine. Chez le fœtus dont la thyroïde est très sensible à la carence en iode, un goitre peut survenir dès la 16^e semaine. Une carence iodée avec une hypothyroïdie fruste durant la première moitié de la grossesse serait responsable d'une diminution des capacités intellectuelles chez les enfants à l'âge de 4 à 7 ans parce que l'hypothyroïdémie maternelle précoce semble conditionner des anomalies du développement psychomoteur des enfants. Les altérations neurocognitives sont prévenues par une correction de la fonction thyroïdienne chez la mère. Un déficit iodé marqué est associé à une augmentation des avortements spontanés, de la mortalité périnatale, de l'hypotrophie à la naissance et d'une hypothyroïdie natale [7].

La carence iodée profonde éradiquée en Europe depuis un siècle est responsable d'une atteinte sévère du développement psychomoteur conduisant au crétinisme endémique chez l'enfant. Chez la mère, la carence iodée favorise l'apparition d'un goitre et d'une hyperthyroïdie.

La consommation d'aliments naturellement iodés ne suffit pas à satisfaire les besoins pendant la grossesse. Au-delà de la nécessité de corriger les carences sévères, il semble souhaitable pour beaucoup de proposer une supplémentation iodée systématique, l'augmentation de la consommation de sel iodé n'étant évidemment pas une solution réaliste. L'administration de comprimés d'iodure de potassium (100 à 200 µg/j) permettrait de pallier les inconvénients d'une sub-carence iodée. Quelques études contrôlées contre placebo ne sont cependant pas totalement probantes et suggèrent, pour ce micronutriment comme pour d'autres, un fort pouvoir d'adaptation de la femme enceinte, en l'occurrence de la thyroïde maternelle, à la disponibilité en substrat [7]. Dans

l'immédiat, l'application d'une supplémentation iodée systématique en France reste subordonnée à son approbation par un consensus d'experts bien qu'elle soit d'ores et déjà préconisée par de nombreux professionnels [8].

Calcium et vitamine D

La minéralisation du squelette fœtal augmente en théorie les besoins calciques maternels. Cet accroissement est globalement couvert par l'augmentation de l'absorption intestinale du calcium et son impact est limité par une adaptation du métabolisme osseux. L'accrétion osseuse maternelle est majorée au cours du 1^{er} trimestre, ce qui permet de fournir ultérieurement au fœtus un flux calcique conséquent à partir de la mobilisation de ces réserves. Néanmoins des grossesses répétées et un allaitement prolongé peuvent être à l'origine d'une déminéralisation osseuse qui n'est réversible qu'avec un apport vitamino-calcique conséquent. Le calcium contribue au bon déroulement de la grossesse indépendamment de son rôle osseux ainsi que le suggèrent des études épidémiologiques et des études randomisées de supplémentation effectuées dans des populations à risque en diminuant l'incidence de la pré-éclampsie. Il existerait également une diminution de l'incidence de l'HTA gravidique, mais aucun lien de causalité n'a pu être démontré [8, 9].

Concrètement, trois à quatre portions de lait et produits laitiers doivent être consommées par jour afin d'assurer un apport calcique supérieur à 1 g/j. Il est intéressant de noter l'existence d'une corrélation entre la teneur en calcium laitier et la quantité d'apports calciques durant la grossesse. Il n'y a pas lieu de préconiser une supplémentation calcique systématique.

Une diminution de la concentration plasmatique de la 25-hydroxy-vitamine D3 n'est pas rare chez la femme enceinte surtout lorsque la fin de la grossesse coïncide avec l'hiver. Le faible niveau d'ensoleillement et la faible teneur des aliments en vitamine D justifient des mesures de supplémentation systématique en France. Il existe une relation entre le déficit maternel en vitamine D et la survenue d'une hypocalcémie néonatale ou d'un rachitisme carenciel. Les apports recommandés sont de 400 UI/j dès le début de la grossesse, de 1000 UI/j durant la seconde moitié de la grossesse ou de 100 000 UI en prise unique au début du 7^e mois. Cette dernière modalité de supplémentation est primordiale en cas de faible exposition au soleil.

Acides gras riches en oméga 3

Les AG n-3 pourraient jouer un rôle dans la prévention de la pré-éclampsie et de la prématurité mais une méta-analyse des études de supplémentation durant la grossesse n'a pas montré de bénéfice sur le risque de retard de croissance intra-utérin ou de pré-éclampsie, alors que l'incidence de la prématurité est réduite. La consommation de poisson et l'utilisation d'huile de colza ou de noix sont recommandées [10].

Vitamines

Une alimentation suffisante et diversifiée pourvoit *a priori* à l'ensemble des besoins (à l'exception de la vitamine D). La vitamine A mérite une mention particulière dans la mesure où elle intervient dans la division et la différenciation et dans la régulation et l'expression de gènes. En France, il

n'y a pas lieu d'envisager de supplémentation d'autant que les apports excessifs en vitamine A risquent d'être tératogènes. Il n'y a pas non plus place pour des solutions polyvitaminées.

Situations à risque nutritionnel

Une évaluation nutritionnelle à la recherche d'erreurs alimentaires ou de carence est souhaitable de principe chez une femme exprimant un désir de grossesse ou à l'occasion d'un diagnostic de grossesse car, à cet âge, nombreuses sont celles qui consomment peu de légumes, de laitages et limitent volontairement les apports énergétiques.

Des situations à risques sont à connaître

Tabagisme

Il induit une diminution de la ration énergétique et une faible consommation de fruits et légumes.

Consommation d'alcool

L'alcool exerce un effet toxique direct à l'origine du syndrome d'alcoolisme fœtal et favorise les déficits en folates, en vitamine A et en protéines. Toute consommation doit être prohibée.

Toxicomanie

Elle est souvent associée à une situation socio-économique précaire avec diminution des apports alimentaires dont les conséquences sont d'autant plus redoutables que le tabagisme et l'alcoolisme sont fréquemment présents.

Modes alimentaires particuliers

Le végétarisme satisfait globalement l'ensemble des besoins à condition d'être conduit en respectant les principes de complémentarité entre céréales et légumineuses. En revanche, le régime végétalien qui exclut tout produit d'origine animale nécessite obligatoirement une supplémentation en vitamine B12.

Insuffisance pondérale

Conséquence de comportements à risque, de troubles du comportement alimentaire ou de problèmes socio-économiques, l'insuffisance pondérale est associée à une morbi-mortalité périnatale et à une hypotrophie fœtale qui peuvent être prévenues par une prise en charge nutritionnelle et une supplémentation vitaminique et en fer.

Obésité

Elle expose à des risques – HTA gravidique, pré-éclampsie, diabète gestationnel, macrosomie fœtale – contrôlés par une limitation de la prise pondérale obtenue grâce à un régime modérément hypocalorique (pas moins de 1500 kcal/j).

Troubles digestifs

Les nausées et vomissements fréquents à la fin du 1^{er} trimestre n'ont guère de répercussion sur la prise de poids finale. Des repas fréquents à type de collations glucidiques légères sont assez bien tolérés. La constipation peut être améliorée par la consommation de céréales complètes, de fruits et de légumes, par une hydratation suffisante et par l'activité physique.

Infections d'origine alimentaire

Toxoplasmose

Cette maladie parasitaire est transmise par *Toxoplasma gondii* et survient après l'ingestion de viande mal cuite, de crudités mal lavées ou par contact direct avec les chats. Chez la femme enceinte non immunisée, la toxoplasmose peut entraîner un avortement, la mort fœtale ou une atteinte neurologique et rétinienne. En France, les tests sérologiques à la recherche d'une primo-infection sont obligatoires lors de la déclaration de la grossesse. En cas de séronégativité, il est demandé de ne pas consommer de viande crue, de laver à grande eau et d'éplucher légumes et fruits consommés crus et d'éviter le contact avec les chats.

Listériose

Listeria monocytogenes est une bactérie résistante au froid mais sensible à la chaleur qui est transmise par la consommation d'aliments contaminés. La listériose, relativement bénigne pour la mère, peut provoquer un avortement spontané ou un accouchement prématuré. Les mesures préventives consistent à éviter de consommer du lait cru ou des fromages au lait cru, des charcuteries à la coupe (rillettes, pâtés, produits en gelée), d'enlever les croûtes de fromages, de cuire les aliments d'origine animale et de réchauffer correctement les restes et les plats cuisinés, de bien nettoyer le réfrigérateur et de se laver les mains.

Allaitement

Il existe peu de données précises concernant l'alimentation au cours de la lactation. Globalement les recommandations valables pour la grossesse s'appliquent à cette période et les besoins nutritionnels sont ceux de la grossesse.

La sécrétion lactée est assez peu affectée par les conditions nutritionnelles ambiantes. La lactation n'est compromise que dans des situations extrêmes (famine). Une partie des précurseurs du lait, principalement lipidiques, provient des réserves maternelles mais le coût énergétique global pour la mère est assez modeste, son métabolisme de repos étant le même que celui d'une femme qui n'allait pas. Le gain pondéral acquis durant cette période et le non-retour de la masse grasse à sa valeur initiale sont des facteurs de risque d'obésité ultérieure. La composition du lait reflétant l'alimentation de la mère, il est important que celle-ci fournisse notamment les acides gras indispensables au développement du nourrisson. La teneur en AG n-3 et en AG n-6 est particulièrement importante à cet égard. L'administration d'un supplément de calcium n'a guère d'effet sur la densité osseuse ou sur la teneur en calcium du lait. Les besoins calciques de la lactation sont couverts par la mobilisation réversible du calcium osseux et la réduction des pertes urinaires. La lactation est donc une situation qui, comme la grossesse, ne nécessite pas de supplémentation spécifique mais une alimentation suffisante, diversifiée et équilibrée.

Conclusion

Aventure physiologique ayant des besoins nutritionnels spécifiques, la grossesse se prépare dès la phase préconceptionnelle afin d'obtenir un statut nutritionnel optimal dès le début de la grossesse. En dehors de carences caractérisées, seules peuvent se discuter quelques supplémentations.

tions. La supplémentation systématique en vitamine D est recommandée dans les régions à faible ensoleillement. La supplémentation en folates est souhaitable à la phase pré-conceptionnelle et durant le 1^{er} trimestre en cas de risque d'anomalie de fermeture du tube neural. La supplémentation en fer doit être argumentée par une anémie ou une hypoferritinémie. La supplémentation en iode est préconisée dans les zones de subcarence iodée (dont la France).

Nutrition des personnes âgées

Le vieillissement, phénomène physiologique inéluctable, s'accompagne de modifications nutritionnelles significatives qui justifient une adaptation des apports indépendamment de toute pathologie. Les compartiments corporels sont modifiés avec une masse maigre qui diminue et un tissu adipeux périviscéral qui tend à augmenter aux dépens de la graisse sous-cutanée. Les besoins énergétiques diminuent concomitamment avec la ration énergétique traduisant la diminution du nombre des cellules et des structures impliquées dans les métabolismes.

Les enjeux sont de maintenir des apports adaptés aux besoins, de maintenir une fonctionnalité et des réserves évitant que la survenue d'une maladie ne précipite dans la malnutrition et la sarcopénie.

Vieillesse nutritionnelle

Le comportement alimentaire dépend pour une part de l'élan vital, du statut socioculturel et de la disponibilité alimentaire et pour une autre part du statut sensoriel.

La diminution de la perception sensorielle avec l'âge – perception et discrimination des odeurs, seuil de perception du goût et capacité à analyser les saveurs – a pour conséquence une diminution de l'appétit qui peut être contournée par une adaptation des recettes [11]. Il existe de surcroît une dysrégulation de l'appétit qui empêche d'adapter les apports aux variations des besoins. Les capacités d'adaptation alimentaire diminuent progressivement avec l'âge. À court terme, il existe un retard à la mise en place des mécanismes de satiété précoce. À long terme, les sujets âgés répondent de façon inadéquate à une période de restriction calorique ou d'alimentation excessive du fait d'une altération de l'autorégulation de la prise alimentaire.

Le processus de la digestion est fragilisé par une diminution de la vidange gastrique et par une diminution des sécrétions digestives avec une moindre performance de l'absorption qui est retardée.

Les métabolismes sont altérés. Un état d'insulinorésistance principalement lié aux modifications du schéma corporel s'installe peu à peu. L'anabolisme protéique est réduit en raison d'une moindre stimulation au niveau musculaire, conséquence de la sarcopénie [12]. La diminution de la dépense énergétique est corrélée à celle de la masse musculaire. Paradoxalement, à effort comparable, les besoins énergétiques du sujet âgé sont supérieurs à ceux de l'adulte jeune (+ 20 %). Contrairement à une opinion répandue, les besoins énergétiques diminuent peu chez le sujet âgé mais leur augmentation nette en cas d'activité physique ou d'agression métabolique n'est pas toujours suffisamment compensée par les apports spontanés, ce qui les expose à un risque de malnutrition.

Fragilité nutritionnelle

En dehors des méfaits des pathologies chroniques ou aiguës intercurrentes, le statut nutritionnel du sujet âgé est menacé par de nombreuses circonstances que la vie moderne accentue parfois. L'isolement, les revenus insuffisants, l'insuffisance d'équipement ménager, les difficultés d'approvisionnement, le handicap physique, la polymédication, la réduction de la capacité de mastication sont des causes classiques dont les associations, le portage des repas à domicile et l'amélioration de l'offre de soins s'efforcent d'atténuer les conséquences. À cet âge se développent des croyances et des tabous alimentaires injustifiés et une propension à appliquer des régimes dont l'un des plus inadéquats est le régime « sans sel ». La diminution de la sensation de soif contribue à la fragilisation nutritionnelle et favorise l'anorexie.

Besoins nutritionnels

Les besoins énergétiques des personnes âgées en bonne santé sont comparables à ceux de l'adulte. Ce n'est pas parce qu'une personne vieillit qu'elle doit manger moins. Les apports nutritionnels conseillés sont estimés à 36 kcal/kg/j et à 1 g/kg/j de protéines chez la personne âgée en bonne santé [13]. C'est le prix à payer pour sauvegarder la compétence immunitaire et la masse musculaire. Une supplémentation en protéines et en micronutriments peut être utile chez les personnes les plus fragiles mais il n'existe pas d'études d'intervention probante. En l'état, il convient de veiller à ce que ces personnes fragiles disposent d'apports équivalents aux sujets âgés en bonne santé.

Cible nutritionnelle

Au-delà de l'aspect quantitatif et qualitatif de nutriments, l'alimentation est un acte social, convivial et de plaisir. Les conditions environnementales sont donc essentielles.

La chasse aux interdits, aux tabous et à la monotonie alimentaire procède d'une information nutritionnelle éclairée. La lutte contre la sarcopénie associe un apport énergétique et protéique suffisant et, surtout, le maintien d'une activité physique régulière et adaptée. La prévention de l'ostéopénie et de l'ostéoporose dépend d'un apport énergétique, protéique, calcique et vitaminique D (au besoin à l'aide d'une supplémentation) et, surtout, d'une activité physique significative.

Un bilan diététique et nutritionnel annuel devrait être effectué par le médecin traitant afin de dépister les erreurs alimentaires et de remédier aux entraves à une alimentation satisfaisante (hygiène dentaire et corporelle, lutte contre la sédentarité et contre d'éventuels excès..., alcool, tabac, automédication).

Une prévention de la dénutrition doit être instituée en cas de maladie aiguë incidente ou d'intervention chirurgicale pour contrer les effets délétères de l'hypercatabolisme qui accompagne toute agression et expose à un risque accru de dénutrition en milieu hospitalier [14]. Le surcroît d'apport énergétique et protéique peut nécessiter la prescription de compléments nutritifs oraux chez ces sujets volontiers anorexiques et adynamiques à la phase aiguë d'une maladie.

Nutrition et longévité

Des données expérimentales anciennes ont montré qu'une réduction énergétique, n'entraînant pas de carence, débutée aussitôt après le sevrage améliorerait l'espérance de vie dans toutes les espèces animales. La plus grande prévalence des centenaires dans l'archipel d'Okinawa a été expliquée par la consommation d'une alimentation frugale et diversifiée apportant moins de 1500 kcal/j [15]. Le régime méditerranéen prôné dans la prévention des maladies cardiovasculaires et des maladies de surcharge est probablement celui qui, dans nos régions, est le plus susceptible d'accroître la longévité lorsqu'il est associé à une activité physique significative [16].

Facteurs nutritionnels et troubles cognitifs

Des liens entre nutrition de la personne âgée et apparition de troubles cognitifs ont été suggérés par quelques études épidémiologiques. Un apport énergétique élevé, le surpoids, l'hypercholestérolémie et l'hyperhomocystéinémie ont été associés à un risque accru de troubles cognitifs ou de maladie d'Alzheimer [17]. En revanche, une consommation modérée et régulière d'alcool, la consommation de poisson, d'acides gras poly-insaturés et d'antioxydants sont associées à une incidence moindre. Les études d'intervention n'ont pas permis de confirmer ces données fondées sur des liens statistiques mais il est admis qu'un style de vie optimal comme le régime méditerranéen est protecteur. Il est associé à un déclin cognitif moins rapide et à un moindre risque de conversion des troubles cognitifs modérés en maladie d'Alzheimer mais il n'existe pas de preuve de causalité et les facteurs de confusion sont nombreux [18].

Synthèse

Les recommandations dispensées à la population générale en matière d'alimentation et d'activité physique restent valables pour les personnes âgées moyennant quelques adaptations. Il n'existe pas d'alimentation spécifique du vieillard mais plutôt un vieillissement nutritionnel exposant au risque de dénutrition et imposant des mesures adaptées et personnalisées prenant en compte la diminution psychosociale et environnementale.

Alimentation du sportif

Souvent perçue par le sportif comme un facteur de performance, l'alimentation est avant tout une composante importante de l'hygiène de vie, assurant la meilleure forme possible. La connaissance de règles diététiques simples visant à éviter des erreurs et des contre-performances ne signifie pas que l'alimentation du sportif est spécifique en dehors de situations d'exception où elle doit satisfaire des besoins physiologiques particuliers. La pratique sportive habituelle n'impose pas de modification fondamentale aux principes de l'équilibre alimentaire. Globalement, les apports énergétiques adaptés au niveau des dépenses sont apportés par une alimentation équilibrée et diversifiée sous forme de repas et de collations en majorant l'apport glucidique. Les besoins en protéines, en vitamines et en minéraux sont satisfaits par l'augmentation des apports énergétiques. Le recours aux compléments alimentaires ou à des aliments spécifiques ne

se justifie pas autrement que par des croyances, la recherche d'effets psychologiques (potion magique) ou parce qu'ils sont une alternative au dopage.

L'objectif est d'obtenir un niveau de forme optimal et de favoriser la performance grâce à un poids optimal, d'éviter toute carence, d'assurer les réserves en substrat ainsi qu'une reminéralisation et une hydratation anticipatoire lors des épreuves de longue durée et d'optimiser la restauration des réserves après l'épreuve [19].

Besoins énergétiques

L'activité physique, dont le sport est une sous-catégorie, entraîne une augmentation de la dépense énergétique liée aux contractions musculaires. L'énergie provient de la transformation d'énergie chimique en énergie mécanique et en chaleur par hydrolyse de l'ATP, chaque molécule fournissant 7,3 kcal. Le muscle contient 3 g d'ATP/kg ce qui correspond à 50 kcal. Cette source immédiatement disponible ne nécessite pas d'oxygène mais n'autorise qu'un effort très bref de l'ordre de 3 s à puissance maximale (encadré 3.2 : *anaérobie alactique*). La poursuite de l'exercice dépend de la capacité de resynthèse de l'ATP dont les concentrations musculaires sont faibles. Le métabolisme anaérobie mis en jeu lors des efforts intenses et très brefs occupe une place insignifiante d'un point de vue nutritionnel. Il est d'abord lactique grâce à un transfert du phosphate de la créatine-phosphate musculaire pour former l'ATP, puis lactique par transformation du glycogène musculaire en lactates dont l'accumulation entraîne une diminution du pH et des crampes musculaires (voir encadré 3.2). Ce dernier se met en route dès que l'effort dépasse 10 à 15 s et permet de produire 120 à 130 kcal/min. Sa capacité dépend des stocks de glycogène musculaire et de l'accumulation des lactates et de l'acidose qui bloque la réaction après l'utilisation d'environ 60 g de glycogène. Le système anaérobie lactique est amélioré par l'entraînement

Encadré 3.2 Énergétique de l'effort – implications nutritionnelles

Anaérobie

- Alactique :
 - Cr-Ph ↔ ATP
 - utilisation des protéines musculaires
 - dépend de la masse musculaire
 - dépend peu de l'alimentation
- Lactique :
 - glycogène ↔ lactate
 - diminution du pH par accumulation des lactates (facteur limitant)
 - autonomie déterminée par les réserves en glycogène

Aérobie

- Glycogène → CO₂ + H₂O (irréversible)
- Triglycérides → CO₂ + H₂O
- Protéines → oxydation → urée (irréversible)
- Le niveau des réserves glyco-géniques est limitant
- Maintien de la glycémie : glycogène hépatique et apport glucidique pendant l'effort

et permet d'espérer une production de 350 à 400 kcal à puissance maximale.

Au-delà de quelques minutes, le métabolisme aérobie pourvoit à l'énergie nécessaire par l'intermédiaire d'une oxydation du glucose et des acides gras au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale et, à un moindre degré, par l'oxydation des acides aminés (5 à 15 %). Il représente la principale source d'ATP et assure la fourniture d'énergie dans des conditions basales et dès que l'effort se prolonge. La consommation maximale d'oxygène (VO_2 max), facile à mesurer au cours de l'exercice, traduit la puissance maximale du métabolisme aérobie (directement sous la dépendance des apports alimentaires). La capacité du système aérobie dépend de la VO_2 max et donc de l'entraînement et des stocks énergétiques.

Nutriments

Par consensus, il est admis que les personnes physiquement actives n'ont pas besoin de compléments nutritifs additionnels au-delà de ceux apportés par une alimentation équilibrée. Quelques nuances complètent cette assertion notamment pour les sports à risque nutritionnel (tableau 3.3).

Glucides

Les glucides sont le substrat énergétique de l'effort. Ils permettent de remplacer le glycogène musculaire et de maintenir dans les normes la glycémie, stockés sous forme de glycogène. Ils constituent au moins 55 % de la ration énergétique et jusqu'à 70 % dans les sports d'endurance. Le glycogène musculaire est utilisé localement sans possibilité de resynthèse durant l'effort. Son épuisement induit une fatigue locale. Le glycogène hépatique, totalement utilisable, a pour but de maintenir la glycémie. Son épuisement est à l'origine d'une hypoglycémie. La totalité des stocks de glycogène assure 3 heures d'effort à 70 % de la VO_2 max. Il est d'usage d'augmenter la part des glucides durant les 3 jours qui précèdent une compétition pour obtenir un taux maximum de glycogène musculaire lors de l'épreuve. Il s'agit de

glucides à index glycémique bas ou intermédiaire sauf pendant les épreuves de longue durée où il est fait appel à des glucides à index élevé (solution de glucose, de saccharose, de maltodextrine, de polyglucose ou de fructose).

Lipides

Les apports conseillés sont de l'ordre de 20 à 30 % de la ration dans les sports d'endurance. Leur consommation est déconseillée juste avant, pendant et après une compétition. Ils contribuent de façon significative à l'apport énergétique lors de la phase d'entraînement et apportent des acides gras essentiels et des vitamines liposolubles. L'oxydation lipidique couvre deux tiers des besoins de base. En début d'exercice, elle permet d'épargner les réserves en glycogène puis elle prend une part de plus en plus importante et remplace peu à peu les substrats glucidiques mais ne permet pas un effort aussi intense.

Besoins en protéines

L'activité physique soutenue détermine une déperdition protéique due à des microlésions musculaires et à une oxydation lors des entraînements ou des compétitions de longue durée. Il est donc nécessaire de favoriser la synthèse protéique musculaire (accrétion) pour obtenir un bilan protéique positif après l'exercice. Si les apports nutritionnels conseillés en protéines satisfont aux besoins d'une activité physique de loisir ou occasionnelle, il convient de privilégier les protéines de haute valeur biologique et d'augmenter les ANC ($\times 1,5$ à 2) chez les sportifs de haut niveau ou chez les culturistes en utilisant des protéines alimentaires ou des poudres de protéines. Ces dernières peuvent être administrées en prises espacées lorsqu'il s'agit de protéines « lentes » (par analogie avec les glucides lents et rapides) comme la caséine ou en prises rapprochées pour les protéines « rapides » comme le lactosérum [20].

Besoins hydroélectrolytiques

Le remplacement anticipé des pertes liquidiennes lors de l'effort contribue à préserver la performance. La soif est un critère d'alerte médiocre de la déshydratation et survient trop tardivement. Une hydratation correcte permet de maintenir un poids quasi constant lors d'une épreuve sportive. Elle prévient la survenue d'un coup de chaleur et diminue le risque de crampes musculaires. Avant une épreuve, il est souhaitable d'ingérer une boisson de façon fractionnée (300–500 ml en 2 heures) surtout si les conditions climatiques prédisposent à la sudation. Pendant l'épreuve, la quantité d'eau est ajustée à la perte d'eau prévisible et peut aller jusqu'à 1,5 l/h lorsque l'activité dépasse 1 heure. Au-delà d'une durée de 3 heures, les besoins sont de l'ordre de 0,5 à 1 l/h. Après l'exercice, il convient de restaurer rapidement le déficit hydrique en apportant une quantité de boisson compensant 150 % de la perte de poids constatée durant l'épreuve [21].

L'adjonction de NaCl à la boisson limite la diminution du volume plasmatique durant l'exercice et prévient la survenue d'une hyponatrémie dans les épreuves de longue durée. Le sodium est l'électrolyte le plus important du fait de son excrétion dans la sueur (NaCl 20 à 60 mmol/l). Un

Tableau 3.3 Sports à haut risque de déséquilibre nutritionnel

Disciplines	Risques
Gymnastique, patinage artistique, sport hippique, danse classique ou natation synchronisée	Apports énergétiques limités de façon chronique pour réduire la masse grasse et maintenir une silhouette « idéale »
Culturisme	Volonté de diminuer la masse grasse et le poids, hypertrophie musculaire avec l'aide de régimes surprotéinés et de compléments
Sports à catégories de poids : judo, boxe, lutte, etc.	Régimes amaigrissants vigoureux itératifs pour satisfaire les conditions de poids en précompétition
Sports de fond (ski de fond, course, etc.)	Déséquilibre alimentaire

complément de 1 à 1,5 g de NaCl par litre de boisson est conseillé durant ce type d'épreuve et lors de la phase de récupération en évitant la prise de sel sous forme de dragées ou de gélules.

Micronutriments

De nombreuses vitamines et oligoéléments sont impliqués dans le métabolisme énergétique. Leurs besoins augmentent au prorata de l'effort, notamment pour les vitamines B. Les micronutriments sont également impliqués dans la protection cellulaire et la lutte contre le stress oxydant. Leur couverture suppose une alimentation variée, voire une supplémentation en vitamine B, en fer, en calcium et en magnésium selon le type d'alimentation. Une bonne hygiène de vie prévient pour une part les carences vitaminiques : sevrage tabagique pour la vitamine C, faible consommation de café et de thé (absorption des vitamines A, B, B12 et du fer) et abstraction de boissons alcooliques (vitamines B et C). La consommation en quantités suffisantes de produits laitiers, de légumes secs et verts, de céréales, de viandes et éventuellement de boissons de l'effort évite toute carence.

Boissons du sportif

Les boissons énergétiques de l'effort proposées dans le commerce (cocktails énergétiques, vitaminés et enrichis en électrolytes) peuvent trouver leur place durant la phase d'attente, durant l'épreuve et lors de la récupération. Elles trouvent également leur place à la mi-temps lors de la pratique de sports collectifs. Il convient de distinguer les boissons énergétiques de boissons énergisantes. Les premières sont des boissons de l'effort, ont une composition réglementée et répondent à une formulation correspondant aux besoins spécifiques du sportif dont la dépense énergétique est intense. Elles ne doivent pas être acides, gazeuses ou trop sucrées. Les boissons énergisantes sont issues d'un concept marketing et contiennent des substances stimulantes, voire excitantes (caféine, guarana, taurine, arginine, ginseng, vitamines, glucuronate, etc.). Ces boissons peuvent provoquer un retard à la perception du seuil de fatigue et favoriser des troubles du rythme. Ces boissons ne doivent pas être confondues avec les boissons énergétiques. L'Anses a émis des réserves et des recommandations (octobre 2013). Leur consommation doit être encadrée chez les mineurs et est déconseillée chez les femmes enceintes ou allaitant, lors de la pratique d'une activité physique intense ou en association avec l'alcool.

Compléments alimentaires

Le monde sportif est directement concerné par la problématique des compléments alimentaires. Le recours aux produits additionnés à l'alimentation recommandée est fortement soutenu par la publicité et par des expériences individuelles de consommations non documentées. Diminution de la fatigue, sensation de bien-être, augmentation de la performance ne sont bien souvent que la traduction d'un effet placebo. L'analyse objective des effets potentiels des compléments est le plus souvent décevante. Une supplémentation en créatine largement pratiquée dans tous les milieux du sport ne provoque que de petites modifications

physiologiques et des performances, à la limite de la significativité, dans des conditions d'évaluations spécifiques et standardisées. En tout cas, les effets attribués à l'utilisation massive de créatine sur la masse musculaire et la force, sur la diminution de la production de lactates et l'augmentation de l'énergie disponible pour les efforts brefs et intenses, sont largement surfaits. Il n'y a pas d'assurance que la consommation de créatine à dose massive soit exempte de risque pour la santé et plusieurs problèmes gastro-intestinaux, cardiovasculaires ou musculaires ont été attribués à une consommation importante. Il est probable que la modification des habitudes alimentaires et d'hygiène de vie soit aussi efficace que les compléments alimentaires. Pour l'Anses, la consommation des compléments alimentaires ne se justifie que par la nécessité de compléter des apports jugés insuffisants par un médecin ou un diététicien [22].

Les principaux compléments utilisés sont les suivants [23] :

- **créatine** : le système anaérobie ATP, créatine phosphate qui fournit le phosphore nécessaire à la reconstitution de l'ATP, dépend surtout de la masse musculaire développée par l'entraînement et peu de l'alimentation. Le but de l'administration de créatine est d'augmenter la performance en majorant les réserves énergétiques musculaires. Elle permet d'augmenter de 20 % la réserve de CRP musculaire utilisable dans les sports intenses et brefs (sprint) mais est interdite en France. Le rôle sur la synthèse protéique n'est pas retrouvé *in vivo* ;
- **carnitine** : elle participe au transport des AG à chaîne longue dans la mitochondrie et est présumée contribuer à l'épargne de glycogène musculaire en facilitant l'oxydation lipidique. Elle augmenterait également l'efficacité de la production de l'ATP par le cycle de Krebs en élevant le niveau de la coenzyme A. En fait, l'utilisation des acides gras lors de l'exercice n'est pas déterminée par la disponibilité en carnitine ;
- **acides gras poly-insaturés** : ils améliorent la tolérance à l'hypoxie en augmentant la déformation des globules rouges ;
- **caféine** : interdite par le Comité olympique, cette substance stimulante sympathergique peut augmenter l'oxydation lipidique et économiser le glycogène musculaire. Elle peut accroître l'endurance ;
- **bicarbonates** : censée tamponner l'accumulation des lactates dans le muscle, cette substance peut majorer la performance lors d'efforts intenses de durée limitée et favoriser la récupération après des efforts intenses brefs et répétés ;
- **acides aminés ou dérivés comme la bêta-hydroxybêtaméthyl-butyrates** : ils n'ont pas d'intérêt formellement établi. Une supplémentation en acides aminés à chaîne ramifiée a des effets controversés, augmente l'ammoniémie et n'améliore probablement ni la performance ni la récupération.

Grands repères de l'alimentation du sportif

Période d'entraînement

Trois repas par jour et une ou deux collations si le délai entre deux repas est supérieur à 4 heures.

Chaque repas principal comporte quatre portions de glucides (féculents, légumes, fruits crus ou cuits, sucre simple) et se base sur les principes de l'alimentation équilibrée et diversifiée en tenant compte des préférences et des intolé-

rances de chacun. Les apports énergétiques sont évalués par la taille des portions des féculents (céréales, légumineux, farineux et féculents), sachant que les besoins ne sont guère modifiés chez le pratiquant occasionnel ou de loisir (jusqu'à trois séances par semaine). Les niveaux d'activité physique sont indiqués dans le tableau 3.4.

Féculents

Ils sont à consommer à chaque repas ou lors des collations en quantités proportionnelles à la dépense énergétique. L'adaptation des apports en fonction de la dépense qui dépend du niveau d'activité (repos, entraînement intensif, compétition) conditionne la gestion du poids. Les pâtes et le riz selon des présentations culinaires variées sont les féculents de référence à chaque repas.

Produits laitiers

Ils contribuent à l'édification osseuse chez les plus jeunes et constituent une source majeure de calcium bien assimilable et de protéines. Le lait demi-écrémé, les yaourts et le fromage blanc sont à privilégier à hauteur de trois à quatre portions par jour.

Viandes, poissons et œufs

Avec les laitages, ils assurent la couverture des besoins protéiques augmentés par l'activité musculaire (de l'ordre de 1 à 2 g de protéines/kg/j selon l'intensité et la nature de l'activité). Il convient de limiter ceux dont la teneur en lipides est élevée.

Fruits et légumes

Ils apportent des micronutriments indispensables et participent à la lutte contre le stress oxydatif. Ils peuvent être consommés en abondance du fait de leur faible densité énergétique (cinq portions par jour).

Aspects spécifiques chez les sportifs de haut niveau [24]

La pratique intense du sport et la préparation des compétitions font l'objet de stratégies nutritionnelles dont l'application doit être personnalisée. Elles visent à corriger les principales erreurs commises par les sportifs (destruction, grignotage, déséquilibre, diversification insuffisante et mauvaise hydratation), à mettre en adéquation les apports énergétiques avec les dépenses mesurées, à maintenir un poids de forme et à obtenir le jour de la compétition une réserve glycogénique musculaire optimale [25, 26].

Tableau 3.4 Niveaux d'activité physique : facteurs d'augmentation du métabolisme de repos (MdR) et équivalents « marche » (km/j) selon le poids [7]

	Indice MdR	Distance de marche		
		44 kg	70 kg	120 kg
Sédentaire	1,25	0	0	0
Peu actif	1,5	5	3,5	2,5
Actif	1,75	15	12	8
Très actif	2,20	30	25	20

La préparation à une épreuve longue et intense de type « fond » est largement anticipatoire. La semaine qui précède l'épreuve, le régime dissocié modifié à la manière « scandinave » semble avoir fait la preuve de son efficacité. Après une alimentation conventionnelle pendant 3 jours (15 % protéines, 35 % lipides, 50 % glucides) suit une période d'enrichissement énergétique (+ 500 à 1000 kcal) avec une augmentation des portions de glucides « lents » jusqu'à 70 % de la ration énergétique et une diminution des apports en lipides. Les aliments susceptibles de provoquer des problèmes digestifs sont écartés : graisses cuites ; fibres irritantes des légumes secs ; aliments fermentés, épicés ou fumés ; boissons très gazeuses ou très sucrées ; alcool.

Le repas qui précède la compétition (8 à 12 h avant une épreuve type course cycliste en ligne ou marathon) comporte un plat renforcé en glucides (pâtes cuites *al dente*, jusqu'à 400 g), un produit laitier, une entrée et un dessert glucidique.

Le petit déjeuner ou le repas se situe au moins 3 heures avant l'épreuve. Très riche en glucides, il apporte 500 à 800 kcal sous la forme de céréales, mueslis, biscuits ou riz avec éventuellement une portion de viande hachée.

La ration d'attente consommée entre 1 heure 30 et 15 minutes avant le départ de l'épreuve est plus ou moins importante en fonction du petit déjeuner ou repas qui précède et comporte du pain d'épice, une pâte de fruit ou une barre céréalière.

Une boisson est recommandée 10 à 15 minutes avant : 250 ml de jus de fruits dilué ou une boisson d'effort avec apport glucidique.

Alimentation per-compétition

Pour les épreuves de durée intermédiaire, il est essentiel d'hydrater de façon régulière et anticipatoire tout en apportant des électrolytes, des vitamines et des glucides sous forme de glucose, de fructose, de saccharose ou de maltodextrines (40 à 100 g/l). Pour les épreuves de très longue durée (> 3 h 30), des aliments glucidiques solides sont à ingérer toutes les heures avec des petits repas toutes les 2 heures apportant des protéines (viandes maigres, jambon, fromage maigre).

Alimentation post-compétition

Réhydratation, resucrage et reminéralisation sont à entreprendre dès la fin de l'épreuve par l'ingestion régulière (3 fois/heure pendant 3 à 4 heures) de boissons énergétiques de l'effort, de jus de fruits ou d'eau bicarbonatée, par l'ingestion d'une collation glucidique solide 1 heure plus tard (gâteau de riz ou de semoule, barre céréalière) et/ou d'un repas renforcé en apports glucidiques (pâtes, riz, pommes de terre, fruits). Par la suite, l'alimentation sera celle de la période d'entraînement.

Dispositifs réglementaires et recommandations

Il est recommandé de réaliser un bilan diététique annuel chez les sportifs de haut niveau dans le but de préserver leur santé et de favoriser la réussite sportive. Cette approche permet de dépister des troubles du comportement alimentaire, de corriger les erreurs et les croyances et de dispenser des conseils adaptés à la nature du sport. La consultation de

nutrition du sport a été instituée par arrêté (11 avril 2004). Il revient au médecin du sport de la mettre en œuvre.

L'Anses estime que la consommation de compléments alimentaires ne doit être motivée que par la nécessité de compléter des apports nutritionnels jugés insuffisants par un médecin ou un diététicien [22].

L'Anses estime que la « micronutrition » n'est pas un concept suffisamment étayé au plan scientifique et que la prise en charge nutritionnelle des sportifs doit se faire conformément aux recommandations consensuelles et à la réglementation.

Références

- [1] Martin A, editor. Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Vol. 1. 3^e éd. Paris : Tec & Doc; 2001. p. 604.
- [2] King JC. Physiology of pregnancy and nutrient metabolism. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(Suppl) : 1218S–25S.
- [3] Nohr AE, Voeth M, Baker JL, Sorensen TIA, Olsen J, Rasmussen KM. Combined associations of prepregnancy body mass index and gestationnel weight gain with the outcome of pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2008; 87 : 1750–9.
- [4] Kuehn BM. Guideline for pregnancy weight gain offers targets for obese women. *JAMA* 2009; 302 : 241–2.
- [5] Favier M, Hinnerger-Favier I. Faut-il supplémenter en fer les femmes enceintes? *Gynecol Obstet Fertil* 2004; 32 : 245–50.
- [6] Bailey LB. New standard for dietary folate intake in pregnant women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71 : 1304S–7S.
- [7] Zimmermann MB. Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring : a review. *Am J Clin Nutr* 2009; 89(Suppl) : 668S–72S.
- [8] Caron P. La carence en iode au cours de la grossesse : estimation, conséquences, prévention, traitement. *Médecine et Nutrition* 2004; 40 : 115–21.
- [9] Lapidio OA. Nutrition in pregnancy : mineral and vitamin supplements. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(Suppl) : 280S–90S.
- [10] Jensen CL. Effects of n-3 fatty acids during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(Suppl) : 1452S–7S.
- [11] Ferry M, Alix E, Brocker P, Constans T, et al. Alimentation et diététique. Nutrition de la personne âgée. 3^e éd. Paris : Masson; 2007. p. 16–20.
- [12] Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci* 2000; 904 : 437–48.
- [13] Cynober L, Alix E, Martin A, Arnaud-Battandier F, et al. Les personnes âgées. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Paris : Tec & Doc; 2000. p. 307–35.
- [14] HAS. Recommandations : stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. En ligne : www.has-sante.fr.
- [15] Smith JV, Heilbronn LK, Ravussin E. Energy restriction and aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004; 7 : 615–22.
- [16] Trichopoulou A, Costacou T, Bannia C, Trichopoulos D. Adherence to a mediterranean diet and survival in a greek population. *N Engl J Med* 2003; 348 : 2599–608.
- [17] Luchsinger JA, Noble JM, Scarmeas N. Diet and Alzheimer's disease. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2007; 7 : 366–72.
- [18] Feart C, Samieri C, Barberger-Gateau P. Mediterranean diet and cognitive function in older adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010; 13 : 14–8.
- [19] Peres G. Nutrition du sportif. 8^e éd. Paris : Masson; 2000. p. 274–94.
- [20] Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC. Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2007; 10(1) : 40–5.
- [21] Latzka WA, Montain SJ. Water and electrolyte requirements fort exercise. *Clin Sports Med* 1999; 18 : 503–24.
- [22] Afssa. dispositif national de vigilance sur les compléments alimentaires. Afssa; 2008.
- [23] Wataru A, Yuji N, Toshihazu Y. Exercise and functional foods. *Nutr J* 2006; 5(15) : 1–8.
- [24] Guillaud JC, Margaritis I, Melin B, Peres G, Richalet JP, Sabatier PP. Sportifs et sujets à activité physique intense. In : Martin A, editor. Apports nutritionnels conseillés pour la population française, Vol. 1. 3^e éd. Paris : Tec & Doc; 2001. p. 337–94.
- [25] Goforth HW, Damon BM, Mccauley TR, Parsons EC, Price TB. Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol* 2002; 93 : 1337–44.
- [26] Brooks GA, Butte NF, Rand WM, Flatt JP, Caballero B. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation : how a physical activity recommendation come to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(Suppl) : 921S–30S.