

14

Coût et qualité nutritionnelle de l'alimentation

La qualité nutritionnelle de l'alimentation des individus est d'autant meilleure que leur position socioéconomique est élevée (Darmon et Drewnowski, 2008). De même, la prévalence de l'obésité et d'autres pathologies associées à la nutrition, est d'autant plus faible que la position socioéconomique est plus élevée (Charles et coll., 2008). Jusqu'à la fin des années 1990, les « mauvaises habitudes » alimentaires, le manque de connaissance en nutrition et le désintérêt pour la santé étaient souvent mis en avant pour expliquer les déséquilibres alimentaires associés à la pauvreté dans les pays riches. Dans une société d'abondance où l'accès de tous à une alimentation diversifiée semblait un fait acquis, le fait que des barrières financières puissent représenter un obstacle majeur au suivi des recommandations nutritionnelles n'était pas pris en considération. Comme les autres « comportements de santé », les choix alimentaires étaient principalement considérés comme relevant de la sphère et des responsabilités personnelles liées aux préférences et à l'appartenance culturelle des individus, et donc potentiellement modifiables *via* l'information et l'éducation.

En 1997, James et coll. émettaient l'hypothèse d'un rôle central de la nutrition dans les inégalités sociales de santé, et proposaient comme mécanisme possible, mais sans le démontrer, que les plus pauvres, pour satisfaire leur faim, se tournaient vers l'achat d'aliments denses en énergie (à forte teneur en graisses et en sucres), bien meilleur marché (par unité d'énergie) que des aliments riches en nutriments protecteurs (vitamines, minéraux, fibres...) tels que les fruits et légumes⁷⁰ (James et coll., 1997). Cet article a été le premier à énoncer explicitement l'idée que le coût élevé d'une alimentation équilibrée pouvait être impliqué dans les inégalités sociales de santé observées dans les pays riches.

Des recherches spécifiques ont été entreprises pour évaluer le coût d'une alimentation conforme aux recommandations nutritionnelles par rapport à une alimentation déséquilibrée, et si l'écart de coût éventuel pouvait contribuer à expliquer les disparités sociales en nutrition. L'objet de ce chapitre est de présenter ces recherches.

70. « *The purchase of foods richer in energy (high in fat and sugar) to satisfy hunger, which are much cheaper per unit of energy than foods rich in protective nutrients (like fruits and vegetables)* »

Prix : facteur majeur des choix alimentaires

La part des dépenses alimentaires dans le budget total et par conséquent la pression de cette dépense est d'autant plus forte que le revenu est plus faible. La loi empirique avancée par Ernst Engel en 1857 indique que plus les revenus sont faibles, plus la part des dépenses consacrées à l'alimentation (par rapport aux dépenses totales) est importante. Ainsi, en France, les plus pauvres consacrent moins d'argent à leur alimentation que les plus riches : en 2006, les ménages situés dans le 1^{er} décile des revenus consacraient 130 euros par personne et par mois pour l'alimentation à domicile *versus* 234 euros pour ceux du 10^e décile. Mais ces dépenses alimentaires pèsent plus lourd dans leur budget total : après déduction des coûts du logement, l'alimentation représentait 29 % du budget des ménages du 1^{er} décile *versus* 22 % pour les plus riches (Caillavet et coll., 2009).

En Europe (Lennernas et coll., 1997) comme aux États-Unis (Glanz et coll., 1998), le prix des aliments est un facteur majeur de choix alimentaire : dans les études sur les motivations d'achat, les personnes déclarent que le prix des aliments est, avec le goût et la praticité, l'un des principaux facteurs qui influencent leurs choix alimentaires, et ceci est d'autant plus vrai que les personnes ont un faible revenu (Lennernas et coll., 1997 ; Glanz et coll., 1998).

Plusieurs études socio-anthropologiques concluent que les personnes pauvres perçoivent des obstacles purement économiques à l'adoption d'une alimentation saine (Dowler et coll., 1997). Des stratégies sont mises en œuvre par les foyers pauvres pour tenter de surmonter les barrières financières à l'adoption d'une alimentation équilibrée (Dowler et coll., 1997 ; Wiig et Smith, 2009 ; Dachner et coll., 2010), mais le coût élevé des fruits et légumes est systématiquement souligné (West et coll., 1999 ; McLaughlin et coll., 2003). Par exemple, une étude basée sur des *focus groups* réalisés auprès de mères pauvres (Saint-Paul, Minnesota) relate que ces femmes savent que les fruits et les légumes sont bons pour la santé. Elles souhaiteraient en manger plus souvent et en donner à leurs enfants, mais elles perçoivent ces aliments comme financièrement inabordables (Dammann et Smith, 2009). D'autres études basées sur des *focus groups* au Royaume-Uni (Hampson et coll., 2009) ou en Hollande (Waterlander et coll., 2010b), montrent également le rôle majeur du prix, tel qu'il est perçu, dans les décisions alimentaires des femmes pauvres. D'après ces études, ces femmes considèrent que les aliments réputés comme mauvais pour la santé sont en général moins chers que les aliments sains, que les enfants les préfèrent, et qu'ils sont plus faciles à trouver et plus faciles à préparer. La viande est perçue comme un aliment central et incontournable dans plusieurs études (Hampson et coll., 2009 ; Wiig et Smith, 2009). Des viandes moins chères et plus grasses sont achetées par les foyers les plus pauvres mais la quantité de viande n'est généralement pas diminuée (Leibtag et Kaufman, 2003 ; Caillavet et coll., 2009 ; Dachner et coll., 2010).

En France, à la fin des années 1990, une enquête qualitative réalisée auprès d'un échantillon de 55 personnes en banlieue parisienne (Durand-Gasselin et Luquet, 2000) a mis en évidence l'importance majeure du prix des aliments dans les choix alimentaires des personnes en situation de précarité. La majorité de ces personnes connaissaient précisément le prix des produits, souvent dans plusieurs magasins, la recherche du meilleur prix et de la proximité guidant le choix du lieu d'approvisionnement. L'alimentation de ces familles était marquée par la monotonie, en partie expliquée par l'impossibilité de tester de nouveaux aliments, car cela entraînerait un risque de gaspillage qui n'est pas tolérable dans un contexte d'extrême pauvreté. Les légumes, les produits laitiers, les fruits, le poisson et les produits frais étaient cités par la majorité des personnes comme étant des aliments « bons pour la santé » qu'elles auraient aimé pouvoir acheter plus souvent si elles en avaient eu les moyens. Les produits laitiers étaient perçus comme une priorité pour les enfants et accessibles en termes de prix, contrairement au poisson et aux fruits et légumes. Plus récemment, une enquête qualitative réalisée auprès de bénéficiaires de l'aide alimentaire, l'étude Aidafel, a confirmé que ces personnes utilisaient et valorisaient les fruits et légumes reçus. Sensibilisées à leurs effets sur la santé, notamment celle des enfants, les bénéficiaires déclaraient néanmoins ne pas avoir les moyens d'en consommer 5 par jour (Gaigi et Darmon, 2011). En accord avec ces observations des chercheurs australiens ont montré que les femmes pauvres choisissent plutôt des aliments de bonne qualité nutritionnelle lorsqu'on leur demande quels aliments elles ajouteraient à leur liste de course habituelle si elles avaient 25 % de budget en plus (Inglis et coll., 2009).

Plusieurs études expérimentales démontrent qu'il est possible d'orienter les achats alimentaires en modifiant le prix des aliments (voir le chapitre « Politiques de prix et impact sur les inégalités sociales de nutrition » et les études : Cabanac, 1995 ; French, 2003 ; Epstein et coll., 2012 ; Waterlander et coll., 2012). De plus, quelques études interventionnelles menées auprès de populations défavorisées comparant ou combinant une action d'éducation nutritionnelle avec une aide financière ciblée pour des fruits et/ou des légumes suggèrent que le soutien financier a un effet bénéfique sur les consommations alimentaires (Burr et coll., 2007) et un rôle éducatif (Anderson et coll., 2001). Selon les études, l'impact de l'aide financière est soit plus important que celui de l'action éducative seule (Burr et coll., 2007) soit permet de renforcer l'impact de cette action (Anderson et coll., 2001).

Impact des contraintes budgétaires sur les choix alimentaires : modélisation

Pour examiner l'impact des contraintes budgétaires sur les choix alimentaires, Darmon et coll. ont fait appel à la modélisation (Darmon et coll., 2002 et

2003). Ils ont utilisé la programmation linéaire⁷¹, une méthode généralement utilisée en nutrition pour générer des paniers alimentaires⁷² au plus bas prix possible (Stigler, 1945) et respectant un ensemble de recommandations nutritionnelles. Pour construire leur modèle, ils ont détourné cette application classique, en supprimant toutes les contraintes nutritionnelles (sauf celle de la couverture énergétique) et en les remplaçant par des contraintes d'acceptabilité sociale des paniers. En fait, ils se sont inspirés des travaux de la sociologue Liz Dowler (Dowler et coll., 1997), dont les observations suggèrent que, pour se nourrir, les personnes en situation de pauvreté ne cherchent pas à couvrir leurs besoins en nutriments essentiels au plus bas prix possible, mais cherchent plutôt à préserver des habitudes de consommation en accord avec celles de leur entourage sans avoir à souffrir de la faim.

Ce comportement a été simulé par ordinateur de façon à identifier les choix alimentaires qui seraient faits par une personne devant couvrir ses besoins énergétiques (sans se soucier des autres besoins nutritionnels) de façon culturellement et socialement acceptable mais avec un budget alimentaire de plus en plus faible. Partant d'un panier observé (correspondant à l'alimentation consommée dans la population générale), le modèle génère des paniers modélisés qui contiennent la même quantité de calories que le panier observé mais pour un coût total de plus en plus faible, la composition en aliments des paniers modélisés devant s'éloigner le moins possible de celle du panier initial observé. Un avantage de cette technique est qu'elle permet d'isoler la contrainte budgétaire, et d'étudier son impact sur les choix alimentaires et la qualité nutritionnelle, indépendamment des autres facteurs qui sont habituellement associés à cette contrainte dans la vie réelle (problèmes de logement, de transport, isolement, dépression...).

Les résultats ont montré sans ambiguïté que les contraintes budgétaires sont susceptibles d'avoir un impact délétère sur les choix alimentaires (Darmon et coll., 2002 et 2003). En effet, le renforcement de la contrainte de coût induisait une diminution de la quantité de fruits, de légumes, de viande et de poisson dans les paniers modélisés et une augmentation des produits céréaliers raffinés et des produits gras et sucrés, ce qui induit une très forte dégradation de la qualité nutritionnelle : diminution des teneurs de quasiment tous les nutriments protecteurs (Darmon et coll., 2002) et très forte augmentation de

71. La programmation linéaire est la méthode de calcul linéaire initialement proposée en 1945 par le prix Nobel d'économie George Stigler pour résoudre un problème mathématique complexe d'optimisation sous contraintes, et illustrée à l'aide d'un exemple nutritionnel, « *the diet problem* » : partant d'une liste d'aliments de composition nutritionnelle et de prix connus, quelle est la combinaison de ces aliments qui permet de respecter un ensemble de recommandations nutritionnelles pour le prix le plus faible possible (Stigler, 1945) ? Ce problème a été résolu peu de temps après par George Dantzig à l'aide de l'algorithme du simplexe qu'il avait découvert (Dantzig, 2002). Cette méthode d'optimisation, et ses dérivés, sont aujourd'hui largement utilisés dans de nombreux domaines de l'économie réelle.

72. Panier alimentaire : combinaison d'aliments renvoyant à l'ensemble du régime alimentaire et qui tient compte du poids des différents aliments

la densité énergétique (DE, en kcal/100 g)⁷³ (Darmon et coll., 2003). À part la baisse de la consommation de viande (qui n'est pas systématiquement associée à la pauvreté dans les enquêtes d'observation), la sélection alimentaire effectuée sous l'effet de la contrainte de coût s'apparente à l'alimentation des populations de faible statut socioéconomique (Darmon et Drewnowski, 2008). En particulier, l'augmentation de la densité énergétique apporte des arguments à l'appui d'un rôle causal des contraintes budgétaires dans la forte prévalence de l'obésité observée dans les populations ayant un faible niveau de revenu (Darmon et coll., 2003), car il est recommandé d'avoir une alimentation de faible densité énergétique pour prévenir le surpoids et l'obésité (WHO report, 2004 ; Rolls et coll., 2005 ; WCRF/AICR, 2007).

Selon les résultats de la modélisation, les contraintes budgétaires devraient conduire à diminuer la consommation de viande, or les études d'observations montrent que la quantité de viande consommée n'est généralement pas socialement différenciée (Darmon et Drewnowski, 2008). Ceci suggère que des critères autres que ceux purement économiques, comme les normes sociales et le rôle symbolique de la viande, pourraient peser sur la décision de consommer de la viande dans les foyers pauvres et faire qu'elle garde son rôle central, bien qu'elle soit souvent plus chère que les autres aliments (Wiig et Smith, 2009).

De façon intéressante, quand on simule, avec un autre modèle, la situation d'une personne qui aurait par goût, une préférence pour une alimentation de forte densité énergétique, le coût diminue très peu, et comparativement beaucoup moins que lorsque l'augmentation de densité énergétique est induite par le renforcement de la contrainte de coût (baisse forcée du coût des paniers modélisés) (Darmon et coll., 2003). Ceci suggère que les personnes soumises à une très forte contrainte budgétaire n'auraient pas d'autre choix que de se tourner vers une alimentation de mauvaise qualité nutritionnelle alors que les personnes sans contrainte de budget, auraient en fait le choix de manger bien ou mal. Ceci est assez cohérent avec le fait que les déséquilibres alimentaires ne sont pas l'apanage des populations pauvres, mais sont plus fréquents dans ces populations que dans les couches aisées de la population.

Dans ces modélisations, la sélection des aliments paraît avant tout guidée par la nécessité de diminuer le coût des calories apportées par l'alimentation et donc par la sélection d'aliments qui sont des sources bon marché de calories.

73. La densité énergétique (quantité d'énergie rapportée au poids d'aliment) est un indicateur de mauvaise qualité nutritionnelle (Ledikwe et coll., 2006b ; Schroder et coll., 2008). Plus la densité énergétique de l'alimentation est élevée, plus important est le risque de surconsommer de l'énergie par rapport aux besoins physiologiques (Lissner et coll., 1987 ; Rolls et Bell, 1999). Souvent faible en valeur absolue, cette surconsommation « passive », si elle se répète, est donc supposée accroître le risque de surpoids et d'obésité à long terme. La densité énergétique augmente aussi la prise énergétique de façon indirecte, en influençant le « goût » pour les aliments (McCrory et coll., 2006). Les auteurs concluaient : « *This supports the hypothesis that economic constraints play a role in the high prevalence of obesity in low-income people* ».

Comme l'a souligné Drewnowski, les aliments denses en énergie ne sont pas seulement bon marché, mais sont souvent riches en graisses et/ou en sucre, ce qui leur confère une forte palatabilité (agréables au goût et au palais), ce qui augmente encore la pertinence de l'hypothèse d'un lien causal entre contraintes budgétaires et obésité⁷⁴ (Drewnowski et Specter, 2004).

Comment estimer le coût d'une alimentation équilibrée ?

L'analyse du lien entre le coût de l'alimentation d'un individu et sa qualité nutritionnelle rencontre des difficultés méthodologiques. Pour croiser ces deux dimensions, il convient de disposer dans une même étude, de données détaillant à la fois les consommations alimentaires des individus et leurs dépenses liées à cette alimentation (et si possible leur état de santé). Or, les enquêtes existantes ne collectent jamais simultanément l'ensemble de ces informations. Notamment, dans les enquêtes sur le budget, les panels d'acheteurs enregistrent de façon détaillée les dépenses des foyers pour l'alimentation, mais ces enquêtes manquent d'information sur les consommations alimentaires individuelles et sur la composition nutritionnelle des aliments achetés. Les enquêtes alimentaires quant à elles, enregistrent des données sur les consommations alimentaires individuelles (certaines comportent aussi des données sur la santé) mais elles ne collectent aucune information sur les dépenses alimentaires et donc le prix d'achat des aliments effectivement consommés par les personnes enquêtées. Ainsi, pour étudier la relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son prix, il a été introduit à la fin des années 1990 soit des données sur la composition nutritionnelle des produits alimentaires dans les enquêtes d'achat (Huang, 1996), soit des données sur le prix des aliments dans les enquêtes alimentaires individuelles (Bowman, 1997).

En 1994, des chercheurs australiens ont fait appel à des techniques quantitatives pour comparer les coûts d'une alimentation saine et d'une alimentation déséquilibrée (McAllister et coll., 1994). D'après des relevés de prix en supermarchés, ils ont estimé le prix⁷⁵ de chacun des 229 aliments du questionnaire de fréquence utilisé dans une enquête alimentaire en population générale. À partir du prix et de données sur la consommation de ces aliments, ils ont estimé le coût journalier de la ration alimentaire moyenne des adultes en Australie. Ce coût moyen a été comparé : au coût d'une ration similaire à la ration observée mais en simulant la substitution de certains aliments par leurs

74. « The association between poverty and obesity may be mediated, in part, by the low cost of energy-dense foods and may be reinforced by the high palatability of sugar and fat ».

75. Les prix ont été relevés dans les supermarchés d'un quartier urbain pauvre de la ville d'Adelaide. Dans chaque magasin et pour chaque aliment, le prix du produit de marque le moins cher et le prix du produit de marque distributeur (quand il y en avait) correspondant ont été relevés. Les analyses ont ensuite été menées en parallèle : avec les prix « de marque » ou avec les prix « génériques », et elles ont conduit à des conclusions similaires.

équivalents de meilleure qualité nutritionnelle (allégés en graisses et/ou en sel et/ou plus riches en fibres) ; au coût estimé de l'alimentation des personnes ayant des apports nutritionnels conformes aux recommandations nationales sur la base de 6 critères (sel, sucres, lipides totaux, acides gras saturés, cholestérol, fibres) ; et au coût d'une alimentation théorique respectant des recommandations diététiques officielles (*The 12345+ Food and Nutrition Plan*)⁷⁶.

Les trois types d'analyse ont conduit aux conclusions suivantes :

- la stratégie de substitution s'est soldée par une augmentation du coût journalier sans entraîner pour autant une amélioration notable de la qualité nutritionnelle globale (une augmentation de la teneur en sodium a même été notée) ;
- seulement 3,3 % des personnes respectaient les recommandations nutritionnelles pour les 6 critères retenus. Le coût journalier de leur alimentation était similaire au coût journalier moyen, mais les apports énergétiques étaient bien plus faibles (-15 %), ce qui signifie que, pour une quantité donnée de calories, cette alimentation coûtait plus cher qu'une alimentation non conforme aux recommandations nutritionnelles ; cette variable a été plus tard appelée le « coût de l'énergie » (Andrieu et coll., 2006) ;
- le troisième type d'analyse a montré qu'il était théoriquement possible de concevoir des rations conformes aux recommandations moins chères (par jour et par calorie) que le coût moyen observé de l'alimentation des adultes australiens, en particulier pour les personnes ayant des besoins énergétiques élevés car le surplus énergétique était principalement couvert, comme le préconisent les recommandations, par des produits céréaliers identifiés par ces auteurs comme des aliments peu onéreux.

Cette étude ancienne est rarement citée, bien qu'elle soit l'une des premières à avoir traité la question du coût réel d'une alimentation équilibrée et à avoir mis en évidence toute la complexité du problème. Depuis, cette question a fait l'objet d'analyse de données d'enquêtes transversales en population générale, d'interventions nutritionnelles et de modélisations. En revanche, les études longitudinales dans ce domaine sont rares et souffrent de faiblesses méthodologiques inhérentes au sujet traité.

Coût de l'alimentation et qualité nutritionnelle

Les études basées sur des enquêtes alimentaires transversales en population générale montrent toutes une association positive entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son coût.

Outre l'étude pionnière australienne montrant que les quelques personnes respectant les recommandations nutritionnelles, avaient une alimentation plus

76. http://www.csiro.au/proprietaryDocuments/12345_Plan.pdf

coûteuse (McAllister et coll., 1994), une relation de type linéaire a été mise évidence pour la première fois en 1999, dans une étude réalisée au Royaume-Uni auprès de plus de 15 000 femmes (Cade et coll., 1999). Le coût journalier estimé de leur alimentation était d'autant plus élevé que la qualité nutritionnelle globale, mesurée par le *Healthy Diet Index* (HDI)⁷⁷, était élevée, et cette relation persistait après ajustement sur les apports énergétiques.

L'association entre qualité nutritionnelle et coût de l'alimentation a été ensuite testée dans différents pays d'Europe et aux États-Unis. En France, cette relation a été mise en évidence pour la première fois à partir des données d'une enquête régionale (étude du Val de Marne) et des prix d'une cinquantaine d'aliments seulement (Darmon et coll., 2004 ; Drewnowski et coll., 2004) ; elle a été confirmée à partir des données des consommations alimentaires des adultes ayant participé à l'étude nationale Inca 1⁷⁸ et des prix moyens payés en France métropolitaine pour près de 800 aliments (Andrieu et coll., 2006 ; Maillot et coll., 2007a). L'association positive entre qualité nutritionnelle et coût de l'alimentation a été retrouvée en Espagne à partir des données de deux cohortes différentes (Schroder et coll., 2006 ; Lopez et coll., 2009a et b), en Grèce (Vlismas et coll., 2010), et en Hollande dans deux cohortes, l'une de jeunes adultes, l'autre de personnes âgées (Waterlander et coll., 2010a). Outre-Atlantique, cette relation a été observée à partir des données de plusieurs cohortes nord-américaines (Monsivais et Drewnowski, 2009 ; Townsend et coll., 2009), la *Nurses' Health Study* (Bernstein et coll., 2010), la *Seattle Obesity Study* (Monsivais et coll., 2011 et 2012 ; Aggarwal et coll., 2011 et 2012) et l'étude nationale Nhanes (*National Health and Nutrition Examination Survey*) 2001-2002 (Rehm et coll., 2011). Cette relation a également été observée chez des enfants d'âge préscolaire dans l'État de Washington aux États-Unis (Monsivais et Johnson, 2012) et sur un échantillon national représentatif d'enfants âgés de 4, 8 et 11 ans en Suède (Ryden et Hagfors, 2011).

Selon les études, plusieurs indicateurs de qualité nutritionnelle ont été utilisés, notamment les apports en certains nutriments protecteurs (vitamines, minéraux, fibres...) étudiés soit séparément (Andrieu et coll., 2006 ; Murakami et coll., 2007a ; Lopez et coll., 2009a ; Townsend et coll., 2009 ; Monsivais et coll., 2011 et 2012 ; Aggarwal et coll., 2012), soit agrégés dans un seul et même score d'adéquation aux recommandations nutritionnelles comme le MAR (*Mean Adequacy Ratio*) (Maillot et coll., 2007a ; Aggarwal et coll., 2011). Certaines études ont utilisé un indicateur global fondé sur des niveaux recommandés de consommation de certains aliments et d'apports en certains nutriments, tels que le MDS (*Mediterranean Diet Score*) et le HEI (*Healthy Eating Index*) (Schroder et coll., 2006 ; Vlismas et coll., 2010) ou des versions

77. Le *Healthy Diet Index*, basé sur les recommandations de l'OMS en 6 nutriments (acides gras saturés, polyinsaturés, protéines, glucides, sucres libres, fibres) et en 2 groupes d'aliments (fruits et légumes ; légumes secs, graines et fruits oléagineux).

78. Inca 1 : Étude individuelle nationale des consommations alimentaires, 1998-1999

modifiées du HEI (Bernstein et coll., 2010 ; Rehm et coll., 2011), ou encore le degré d'adhésion à un « pattern » alimentaire de type méditerranéen identifié par une méthode de classification a posteriori (Lopez et coll., 2009b).

Une relation est également observée entre le coût et des indicateurs de mauvaise qualité nutritionnelle, et notamment la densité énergétique (DE, en kcal pour 100 g) (Darmon et coll., 2004 ; Monsivais et Drewnowski, 2009 ; Townsend et coll., 2009 ; Waterlander et coll., 2010a ; Aggarwal et coll., 2011), ou bien la part énergétique de macronutriments dont il est recommandé de limiter la consommation, comme les lipides, les acides gras saturés, les acides gras trans et les sucres simples (Drewnowski et coll., 2004 ; Townsend et coll., 2009 ; Rehm et coll., 2011 ; Aggarwal et coll., 2012). Parmi les nutriments « à limiter », seule la consommation de sodium semble augmenter avec le coût de l'énergie de l'alimentation (Murakami et coll., 2007a ; Rehm et coll., 2011).

Les études présentées ci-dessus ont utilisé comme variable de coût, soit le coût journalier (€/j) avec un ajustement sur les apports énergétiques, soit une variable unique appelée « coût de l'énergie », c'est-à-dire le coût d'une quantité donnée de calories ingérées, par exemple 1 000 ou 2 000 kcal. En nutrition, l'ajustement sur les apports énergétiques est fréquent car, la plupart des aliments contenant à la fois des nutriments et des calories, les apports en nutriments sont en général positivement associés aux apports énergétiques. Une forte relation positive est également observée entre les apports énergétiques et le coût. Par conséquent, pour observer autre chose que des variations liées aux variations du niveau des apports énergétiques, il est justifié de « contrôler » pour les apports énergétiques, autrement dit de raisonner à apports énergétiques constants. La relation entre le coût et la qualité nutritionnelle est d'ailleurs toujours renforcée après ajustement sur les apports énergétiques. Parfois, elle n'est mise en évidence qu'après ajustement sur les apports énergétiques⁷⁹. Ceci est dû au fait que les personnes qui mangent mieux ingèrent souvent moins de calories, car elles consomment des aliments de faible densité énergétique (tels que les fruits, les légumes, les laitages, le poisson et les viandes maigres) mais elles ingèrent des quantités d'aliments plus importantes (Ledikwe et coll., 2006a et b). Consommer moins de calories tend à abaisser le coût de l'alimentation, mais consommer des quantités plus importantes tend à l'augmenter, car il existe une relation positive entre coût et quantités ingérées, comme il en existe entre coût et calories ingérées. Ceci explique pourquoi le coût journalier de l'alimentation semble peu affecté par les différences de qualité nutritionnelle, quand il est exprimé par jour et sans ajustement pour les apports énergétiques.

79. Les auteurs ne le mentionnent pas toujours explicitement, mais il est possible de s'en rendre compte dans certaines publications en recalculant le coût journalier de l'alimentation à partir du coût de l'énergie et des apports énergétiques, ainsi que l'ont fait Frazao et coll. (Frazao, 2009) dans une critique de l'article de Townsend et coll. (Townsend et coll., 2009). C'est également le cas si l'on reprend les chiffres de l'article de Waterlander et coll. (Waterlander et coll., 2010a).

Tout ceci souligne le rôle central du coût de l'énergie dans l'association entre qualité nutritionnelle et coût de l'alimentation. Ainsi, dans l'étude réalisée à partir de l'enquête nationale Inca 1, plus le coût de l'énergie de l'alimentation était élevé, plus sa densité énergétique était faible, et plus les apports journaliers en de nombreux nutriments essentiels étaient élevés, malgré des apports énergétiques plus faibles (Andrieu et coll., 2006).

La plupart des études transversales montrent une association positive entre le coût de l'énergie et la qualité nutritionnelle de l'alimentation, et ceci pour différentes catégories d'âges, avec différents indicateurs de qualité nutritionnelle, et dans de nombreux pays industrialisés.

La seule étude tirant des conclusions un peu différentes est une enquête menée dans une population de jeunes étudiantes japonaises en diététique (Murakami et coll., 2007a) : comme d'autres, ces auteurs ont observé que plus le coût de l'énergie était élevé, plus la densité énergétique de l'alimentation était faible, et plus elle était riche en de nombreux nutriments essentiels. Mais contrairement aux observations faites ailleurs, notamment dans les études nationales représentatives d'adultes en France sur les données Inca 1 (Andrieu et coll., 2006) ou aux États-Unis sur les données Nhanes (Rehm et coll., 2011), un fort coût de l'énergie était également associé à des caractéristiques négatives de l'alimentation, tels que des apports plus élevés en énergie, en lipides (lipides totaux, acides gras saturés, cholestérol) (Murakami et coll., 2007b). Notons cependant que, dans cette population, quel que soit le quartile de coût d'énergie, les apports en lipides, acides gras saturés et cholestérol restaient bien inférieurs aux valeurs maximales recommandées internationalement.

Position socioéconomique et qualité nutritionnelle de l'alimentation : rôle modulateur du coût

Les études sur la relation entre la position socioéconomique des individus et le coût de leur alimentation ont généralement⁸⁰ observé une association positive (Estaquio et coll., 2008 ; Monsivais et Drewnowski, 2009 ; Aggarwal et coll., 2012), y compris chez les enfants (Ryden et Hagfors, 2011). Notamment, dans l'étude nationale nord-américaine Nhanes 2001-2002, le coût de l'alimentation, qu'il soit exprimé en \$/j ou en \$/2 000 kcal, était plus faible pour les personnes appartenant à un foyer en situation d'insécurité alimentaire. Il augmentait avec le niveau de revenu ou le niveau d'éducation, tout comme avec l'augmentation du score HEI (Rehm et coll., 2011).

80. L'association était moins stable (Estaquio et coll., 2008 ; Monsivais et Drewnowski, 2009), voire même non significative (Waterlander et coll., 2010a) lorsqu'elle était analysée à partir de données recueillies dans des échantillons non représentatifs de personnes aisées.

Ces études ne permettent pas d'établir une relation de causalité entre les trois facteurs étudiés : statut socioéconomique, coût de l'alimentation, qualité nutritionnelle. De plus, l'association transversale positive entre le coût de l'énergie et la qualité nutritionnelle de l'alimentation a été observée aussi bien en population générale (voir ci-dessus) qu'au sein de populations pauvres (Townsend et coll., 2009) ou aisées (Monsivais et Drewnowski, 2009). Cette association persiste après de multiples ajustements, y compris sur l'éducation et le niveau de revenu (Lopez et coll., 2009b), ce qui tendrait à montrer qu'elle est indépendante du niveau socioéconomique des individus.

Il est cependant possible, en utilisant les techniques statistiques appropriées, d'analyser et même de quantifier le rôle médiateur d'un facteur dans une relation complexe entre différents facteurs. Le rôle médiateur du coût de l'alimentation dans la relation entre statut socioéconomique et qualité nutritionnelle a ainsi fait l'objet d'une analyse statistique spécifique, à partir des données de l'étude SOS (*Seattle Obesity Study*) (Monsivais et coll., 2012) :

- tout d'abord, les auteurs ont vérifié qu'il existait une association positive (ajustée sur d'autres co-variables comme l'âge, le sexe, l'origine ethnique, la taille du foyer et les apports énergétiques) : entre qualité nutritionnelle (estimée par le pourcentage moyen d'adéquation nutritionnelle de l'alimentation, le MAR) et position socioéconomique (estimée par le niveau d'éducation ou de revenu) ; entre qualité nutritionnelle et coût journalier ; et entre position socioéconomique et coût journalier ;
- puis, ils ont montré que la variable de coût atténuait la relation positive entre le statut socioéconomique et la qualité nutritionnelle quand elle était introduite dans le modèle statistique.

Dans une étude complémentaire (Aggarwal et coll., 2011), les mêmes auteurs sont arrivés à des conclusions similaires en utilisant également la densité énergétique (DE) comme indicateur de (mauvaise) qualité nutritionnelle. Ils ont montré que l'effet atténuateur du coût de l'alimentation était plus fort pour la relation entre DE et revenu (atténuation de 76 %) que pour la relation entre MAR et revenu (atténuation de 36 %).

Cette étude (Aggarwal et coll., 2011) suggère en se basant sur des données réelles, et non sur des hypothèses (James et coll., 1997 ; Drewnowski et Specter, 2004 ; Darmon et Drewnowski, 2008) ou sur des modélisations (Darmon et coll., 2002 et 2003), que le coût de l'alimentation contribue à expliquer les inégalités sociales en matière de nutrition.

Un autre facteur important dans les décisions d'achat alimentaire est l'importance accordée au prix (*versus* la qualité nutritionnelle). Ce facteur a été étudié à partir des données de l'enquête nationale représentative DHKS (*Diet and Health Knowledge Survey*) aux États-Unis (Bowman, 2006). Les résultats confirment l'importance du prix pour les personnes de faible position

socioéconomique, et ils montrent surtout que plus l'importance accordée aux prix est grande, plus forte est la densité énergétique de leur alimentation (Bowman, 2006). Utilisant la même enquête et d'autres indicateurs de qualité nutritionnelle que la densité énergétique, d'autres auteurs ont montré que l'importance accordée aux prix explique en partie la relation positive observée entre le statut socioéconomique (revenu et niveau d'éducation combinés) des individus et la qualité de leur alimentation. À l'inverse, l'importance accordée au respect des recommandations nutritionnelles n'est pas socialement différenciée et n'interfère pas dans la relation entre statut socioéconomique et qualité de l'alimentation. Elle intervient comme un facteur protecteur (c'est-à-dire qu'elle est positivement associée à une bonne qualité) quelle que soit la position socioéconomique des personnes (Beydoun et Wang, 2008). Une autre étude, publiée au même moment par les mêmes auteurs, soulignait l'importance des connaissances en nutrition dans les disparités sociales de comportements nutritionnels et montrait qu'il n'y avait que parmi les personnes qui avaient des connaissances nutritionnelles, qu'un gradient socioéconomique (mesuré par le revenu ou le niveau d'éducation) était significativement associé à la qualité de l'alimentation (Beydoun et coll., 2009).

Coût de l'alimentation et surpoids/obésité

Quelques études anciennes ont montré qu'une diminution involontaire de revenu (Köhler et coll., 1997) ou une perte de sécurité de l'emploi (Ferrie et coll., 1998) étaient associées à une prise de poids. Cependant, il est impossible de savoir si le gain de poids observé était dû à une baisse de la qualité de l'alimentation consécutive à la diminution de revenu, ou à d'autres modifications du comportement (baisse d'activité physique par exemple) ou de l'état biologique et psychologique (stress et estime de soi notamment) des personnes. Néanmoins, une étude canadienne menée dans une population de personnes pauvres et en situation d'insécurité alimentaire a montré que la diminution des ressources monétaires à la fin du mois était associée à une diminution de la qualité de l'alimentation, et en particulier à une baisse de la consommation de fruits et légumes (Tarasuk et coll., 2007).

À ce jour, trois études seulement ont analysé la relation entre le coût de l'alimentation (estimé à partir du prix moyen des aliments) et l'état de santé des individus, avec des résultats différents. Dans l'étude menée chez les jeunes diététiciennes au Japon, le coût de l'énergie était corrélé négativement à l'indice de masse corporelle (IMC) et au tour de taille (Murakami et coll., 2007a). En revanche, en Espagne, dans la cohorte SUN (*Seguimiento Universidad de Navarra*) (adultes universitaires), après ajustement sur de nombreux facteurs potentiellement confondants, y compris pour les patterns alimentaires, une association positive a été observée entre le coût de l'énergie et le gain de poids en 5 ans (Lopez et coll., 2009b). Un surajustement sur les patterns

alimentaires est néanmoins probable, puisque la variable de coût est supposée justement agir sur la corpulence en modifiant les choix alimentaires. Enfin, dans l'étude de cohorte grecque, aucune relation n'a été observée entre le coût de l'alimentation (en €/semaine) et l'incidence de maladies cardiovasculaires à 5 ans (Vlismas et coll., 2010).

D'autres travaux ont analysé la relation entre la qualité de l'alimentation, la corpulence des individus, et le niveau du prix de certains aliments dans leur lieu de résidence. Ainsi, une étude, à partir de l'enquête américaine nationale BRFSS (*Behavioral Risk Factor Surveillance System*) sur les comportements individuels, a montré que plus le prix de l'alimentation (estimé par le prix des repas pris dans un *fast food* ou le prix d'un panier de 13 produits d'épicerie) était faible dans l'environnement de résidence de la personne, plus le risque d'obésité était élevé (Chou et coll., 2004). À l'inverse, d'autres études américaines ont montré que, quel que soit le niveau de revenu des individus, la qualité de leur alimentation était d'autant meilleure, et leur risque d'être obèse d'autant moins élevé, que les prix auxquels ils étaient confrontés pour les *fast foods* étaient faibles, aussi bien chez les adultes (Beydoun et coll., 2008) que chez les adolescents et les plus jeunes enfants (Powell, 2009). Par ailleurs, plus le prix des fruits et légumes était élevé dans leurs quartiers, moins bonne était la qualité de l'alimentation et plus grand était le risque d'obésité (Beydoun et coll., 2008).

Qualité nutritionnelle et coût de l'alimentation : rôle de la structure des prix alimentaires

La grande majorité des études rapportées ci-dessus sont compatibles avec l'hypothèse plusieurs fois formulée selon laquelle un faible statut socioéconomique oriente vers des choix alimentaires défavorables à la santé car une alimentation de mauvaise qualité nutritionnelle coûte moins cher qu'une alimentation de bonne qualité nutritionnelle. Mais comment expliquer cette relation positive entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son coût ? L'hypothèse la plus vraisemblable est que cette relation existe déjà au niveau des aliments eux-mêmes, en d'autres termes que les meilleurs seraient les plus chers.

Ceci a tout d'abord été analysé en utilisant la densité énergétique des aliments comme indicateur de (mauvaise) qualité nutritionnelle et le coût de l'énergie comme variable de coût. En effet, celle-ci joue un rôle central dans la relation entre le coût et la qualité nutritionnelle de l'alimentation dans son ensemble (Andrieu et coll., 2006), mais aussi parce que le besoin énergétique étant le premier des besoins nutritionnels à couvrir, il est justifié de comparer le prix des aliments en tenant compte de l'énergie qu'ils apportent, c'est-à-dire de comparer les prix en €/100 kcal, et pas seulement en €/kg.

À titre illustratif, le tableau 14.I indique la densité énergétique (en kcal/100 g), le prix courant au kilo (€/kg) et le coût de l'énergie (€/100 kcal) de quelques aliments de la table de composition nutritionnelle du Centre d'information sur la qualité des aliments (Ciqual). Les chips et les biscuits secs sont plus chers en €/kg que les pommes, les tomates et les carottes mais ils sont nettement moins chers en €/100 kcal : ce sont des sources d'énergie très bon marché. Les pâtes se distinguent par le fait qu'elles sont des sources d'énergie peu chères (leur coût d'énergie est plus faible que celui des chips et des biscuits) pour une densité énergétique modérée (115 kcal/100 g).

Tableau 14.I : Densité énergétique, prix au kilo et coût de l'énergie de quelques aliments

	Valeur énergétique (kcal/100 g)	Prix indicatif (€/kg)	Coût de l'énergie dans cet aliment (€/100 kcal)
Tomates	20	2,70	1,35
Carottes	32	1,26	0,39
Pommes	45	2,60	0,58
Chips	504	5,5	0,11
Biscuits secs	484	3,5	0,07
Pâtes (cuites)	115	0,55	0,05
Huile de tournesol	900	2,27	0,03

Prix moyens en décembre 2012 tirés du site de l'Insee : <http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/bsweb/theme.asp?id=06>, sauf pour les chips et les biscuits dont les prix ont été relevés sur Internet en janvier 2013.

Une relation négative est observée entre la densité énergétique des aliments et le coût des calories procurées par ces aliments (Drewnowski et coll., 2004 ; Brimblecombe et O'Dea, 2009 ; Waterlander et coll., 2010a). La figure 14.1 montre cette relation établie à partir de la table de composition nutritionnelle du Ciqual (=1 174 aliments), complétée des prix d'achat moyens en France en 2007 (panel Kantar). Ceci signifie simplement que l'énergie est chère là où elle est rare (notamment les fruits et légumes) et bon marché là où elle est abondante (huile, produits gras et sucrés). La relation négative observée entre la densité énergétique et le coût de l'énergie est surtout due aux fruits et légumes ; elle est beaucoup plus ténue quand elle est mesurée après retrait des fruits et légumes de la liste des aliments (Darmon et coll., 2005).

D'ailleurs, toutes les études montrent la part importante des fruits et légumes dans la relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son coût. Dans l'étude britannique de 1999, l'alimentation des femmes qui avait le meilleur score de qualité, était celle qui incluait le plus de fruits et légumes, et ce groupe alimentaire représentait le premier poste budgétaire dans le coût total de la ration journalière (Cade et coll., 1999). De même dans l'étude française du Val de Marne, le coût de l'alimentation était d'autant plus élevé que celle-ci

était riche en fruits et en légumes (Darmon et coll., 2004 ; Drewnowski et coll., 2004). Une association positive était également observée avec la consommation de produits carnés ; en revanche, la relation était inverse entre le coût de l'alimentation et la consommation de produits céréaliers et de produits sucrés, et aucune relation n'était mise en évidence entre consommation de produits laitiers et coût de l'alimentation (Drewnowski et coll., 2004).

La part prépondérante des fruits et légumes dans le coût de l'alimentation a été confirmée ultérieurement en Espagne (Schroder et coll., 2006), en Grèce (Vlismas et coll., 2010), aux États-Unis (Rehm et coll., 2011) et en Suède (Ryden et Hagfors, 2011). Au Japon, les premiers contributeurs au coût de l'énergie de l'alimentation sont les légumes et le poisson. Les quantités consommées ainsi que le statut biologique (protéines, Na, K) correspondant à la consommation de ces aliments sont fortement et positivement corrélés au coût de l'énergie (Murakami et coll., 2009).

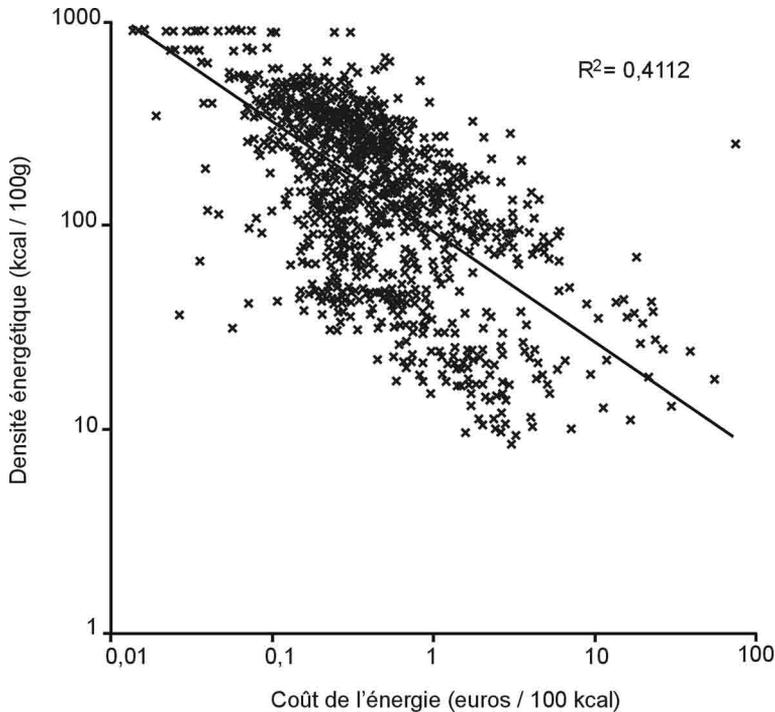


Figure 14.1 : Relation entre la densité énergétique des aliments et le coût de l'énergie qu'ils procurent (n=1 174 aliments) (d'après Darmon, communication personnelle)

En France, la viande, le poisson, les fruits et les légumes sont les plus gros contributeurs au coût total de l'alimentation des adultes tandis qu'ils représentent une part relativement faible des apports énergétiques. En revanche,

les féculents, les matières grasses ajoutées et les produits gras, sucrés et/ou salés apportent beaucoup de calories et contribuent relativement peu au coût total de l'alimentation (Maillot et coll., 2007a). Ainsi, à partir de l'enquête Inca 1, la contribution du groupe « viandes/œufs/poissons » au coût total de l'alimentation a été estimée à 35 % contribuant pour seulement 18 % de l'apport énergétique total ; le groupe « fruits et légumes » quant à lui représentait seulement 8 % de l'apport énergétique total mais 17 % du coût total de l'alimentation. Les féculents et les matières grasses ajoutées, contribuent quant à eux à 23 % et 10 % des apports énergétiques totaux mais seulement à 9 % et 2 % du coût total, respectivement. La contribution énergétique des produits laitiers est similaire à leur contribution budgétaire, de l'ordre de 11 %.

La figure 14.2, réalisée avec la table de composition de l'enquête Inca 2 et les prix relevés la même année que l'enquête, en 2007 (panel Kantar), indique pour chaque grand groupe d'aliments, le coût médian de l'énergie apporté par les aliments de ce groupe (€/100 kcal). Ces résultats confirment ceux obtenus lors de l'enquête alimentaire précédente Inca 1 (Maillot et coll., 2007a) : les groupes « fruits et légumes » et « viandes/œufs/poissons » sont les sources d'énergie les plus chères dans l'alimentation (la médiane est de 0,82 et 0,64 €/100 kcal pour les fruits et légumes et le groupe viandes/œufs/poissons, respectivement) alors que les « produits gras-sucrés gras-salés » (0,22 €/100 kcal), les féculents (0,14 €/100 kcal) et les matières grasses ajoutées (0,06 €/100 kcal) constituent des sources d'énergie bon marché. Les produits laitiers ont un coût d'énergie intermédiaire (0,32 €/100 kcal).

Un consommateur rationnel soumis à de fortes contraintes budgétaires, choisirait avant tout les aliments en fonction de l'énergie qu'ils apportent pourvu qu'ils procurent un certain plaisir. Les aliments gras, comme les biscuits et les chips, ont un goût et une texture particulièrement agréables et ils sont appréciés en raison même de leur valeur énergétique élevée et de la satiété procurée. De plus, ces aliments, tout comme les pâtes et le riz, ont une faible teneur en eau⁸¹ et sont de ce fait peu périssables (pas de risque de gaspillage), faciles à stocker et à transporter. Comme le suggèrent les études qualitatives (Dowler et coll., 1997 ; Waterlander et coll., 2010b), c'est probablement l'ensemble de ces caractéristiques, et pas seulement leur faible coût, qui pourrait contribuer à expliquer pourquoi ces aliments sont souvent consommés en plus grande quantité par les personnes en situation de précarité, puisqu'elles cumulent souvent des problèmes de transport, de logement, des difficultés psychologiques et/ou pratiques à cuisiner, et que les contraintes budgétaires auxquelles elles sont soumises sont telles qu'il est hors de question qu'elles risquent de gaspiller de la nourriture. Le faible coût des produits alimentaires de forte densité énergétique s'explique

81. La densité énergétique des aliments est corrélée positivement à leur teneur en lipides mais elle est également très fortement corrélée négativement à leur teneur en eau (Drewnowski, 1998 ; Grunwald et coll., 2001).

probablement par le faible coût des ingrédients qui les constituent (graisses et sucres notamment sont les sources d'énergie les moins chères dans l'alimentation ; Drewnowski, 2003), mais aussi par le fait qu'ils sont peu périssables, et donc faciles à transporter et à stocker pour les producteurs et les distributeurs. Les raisons pour lesquelles ils sont peu chers sont donc en grande partie les mêmes que celles qui expliquent qu'ils soient consommés en quantité plus importante par les personnes pauvres.

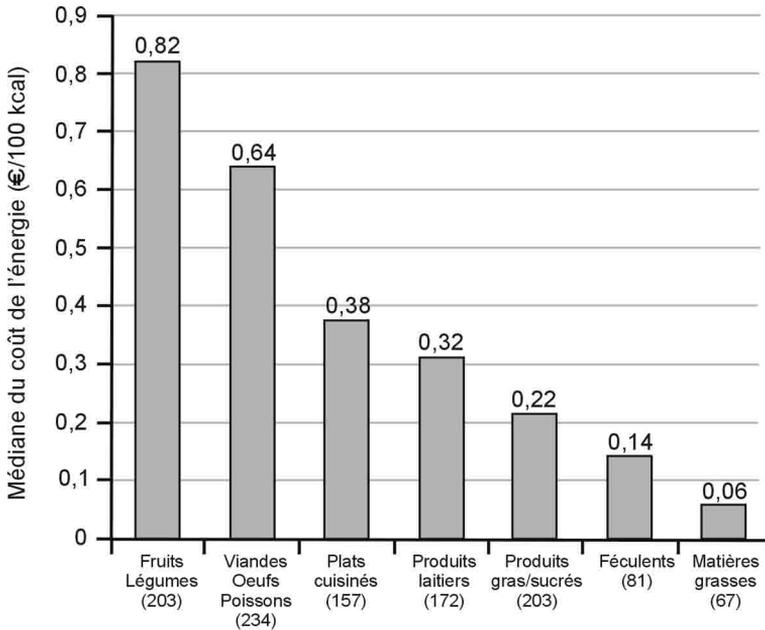


Figure 14.2 : Coût médian de l'énergie apportée par les aliments dans chaque grand groupe d'aliments, prix moyens 2007 (entre parenthèses : nombre d'aliments par groupe) (Darmon, communication personnelle)

Certains auteurs ont remis en cause le fait de corrélérer la densité énergétique des aliments avec leur coût d'énergie, en montrant que la relation inverse observée pouvait s'expliquer par un biais de « *mathematical uncoupling* » lié au fait que ces variables sont des fractions et que l'énergie est présente au numérateur d'une d'elles (la densité énergétique, qui s'exprime en kcal/100 g) et au dénominateur de l'autre (le coût d'énergie, qui s'exprime en €/100 kcal) (Lipsky, 2009). Ceci est vrai, mais ne fait que renforcer l'observation que les aliments de faible densité énergétique sont des sources chères de calories (Darmon et Maillot, 2010 ; Drewnowski, 2010a). De plus, le premier besoin nutritionnel est le besoin de calories, ce qui justifie de rapporter le prix des aliments à la quantité de calories qu'ils procurent, comme l'ont fait de célèbres nutritionnistes (par exemple Atwater ou Widdoson) et de nombreux économistes depuis longtemps.

La bonne qualité nutritionnelle d'un aliment ne peut se résumer à sa faible densité énergétique. Un aliment sain doit fournir des nutriments protecteurs en quantité suffisante, sans fournir de nutriments « négatifs » en excès. Des indicateurs synthétiques de la qualité nutritionnelle des aliments, appelés « profils nutritionnels », ont été spécifiquement développés pour étudier la relation entre la qualité nutritionnelle des aliments (Darmon et coll., 2005), et des groupes d'aliments (Maillot et coll., 2007a) et leur prix. Le SAIN (Score d'Adéquation Individuelle aux recommandations Nutritionnelles) est un indicateur de bonne qualité nutritionnelle (il estime le pourcentage d'adéquation aux recommandations d'apports en nutriments protecteurs), alors que le LIM est un indicateur de mauvaise qualité nutritionnelle (il estime le pourcentage d'excès en nutriments dont il est conseillé de limiter la consommation : sodium, sucres ajoutés et acides gras saturés) (Darmon et Darmon, 2008). Ces études montrent d'une part une relation positive entre la quantité de nutriments protecteurs dans les aliments et leur prix (Darmon et coll., 2005 ; Darmon, 2009), et d'autre part le coût énergétique le plus élevé des groupes d'aliments dont il est conseillé d'augmenter la consommation pour préserver la santé car riches en nutriments essentiels (tels que les fruits, les légumes et le poisson). À l'inverse, les féculents raffinés, qui apportent très peu de nutriments essentiels et les produits gras et/ou sucrés qui contiennent trop de nutriments négatifs, sont des sources bon marché de calories (Maillot et coll., 2007a).

Ceci est en accord avec les résultats sur l'alimentation considérée dans sa globalité qui montrent le coût généralement plus cher d'une alimentation de bonne qualité nutritionnelle par rapport à celui d'une alimentation de qualité nutritionnelle médiocre (Maillot et coll., 2007b).

Des associations positives entre la qualité nutritionnelle des aliments (et des groupes d'aliments) et leur prix faisant appel à des indicateurs et des méthodologies similaires ont été observées dans des études menées aux États-Unis (Drewnowski et coll., 2009 ; Drewnowski, 2010a), en Australie (Brimblecombe et O'Dea, 2009) et en Hollande (Waterlander et coll., 2010a).

Impact des actions d'éducation nutritionnelle sur les dépenses alimentaires

Face à l'impossibilité de faire appel à des études randomisées contrôlées pour comprendre le rôle des facteurs économiques sur les choix alimentaires, il est nécessaire de confronter les résultats d'études faisant appel à des approches très diverses. Outre les études qualitatives, les modélisations et simulations, et les études d'observation (transversales et longitudinales) présentées ci-dessus, les interventions d'éducation nutritionnelle peuvent également aider à aborder la question de la causalité.

Les études qui ont examiné l'impact d'une intervention d'éducation nutritionnelle sur les dépenses alimentaires des sujets amènent à des conclusions contradictoires. Dans une intervention visant à diminuer les apports en graisses, les participants rapportent une augmentation de leurs dépenses alimentaires (Lloyd et coll., 1995). De même, certaines prescriptions diététiques à visée thérapeutique sont plus difficiles à suivre à cause de leur coût élevé par des familles ayant un faible revenu au Royaume-Uni (MacDonald et Forsythe, 1986) et au Danemark (Stender et coll., 1993). En revanche, d'autres études n'ont pas observé d'augmentation des dépenses alimentaires associée à l'amélioration de la qualité nutritionnelle (Mitchell et coll., 2000 ; Goulet et coll., 2008), certaines rapportant même une diminution des dépenses alimentaires après l'intervention (Burney et Haughton, 2002 ; Ottelin et coll., 2007). De fait, les actions d'éducation nutritionnelle ont souvent pour effet (attendu ou non) de réduire les apports énergétiques, et cette diminution en elle-même est susceptible d'expliquer la baisse du coût des dépenses alimentaires. Cependant, souvent les auteurs soit n'indiquent pas si l'intervention a réduit les apports énergétiques (Burney et Haughton, 2002 ; Ottelin et coll., 2007), soit signalent la réduction des apports énergétiques mais n'en tirent pas les conclusions qui s'imposent (Raynor et coll., 2002).

Les résultats d'une intervention visant à augmenter la densité nutritionnelle⁸², réalisée sur 20 semaines auprès de 20 familles américaines ayant au moins un enfant obèse, montraient une réduction significative (de 1 790 à 1 470 kcal/j) des apports énergétiques et de l'IMC des enfants ainsi que du coût journalier (de 6,8 à 5,0 \$/j) sans modification significative du coût de l'énergie de l'alimentation (calculs basés sur des prix moyens). Les auteurs concluent que le coût ne devrait pas être une barrière dans l'adoption d'une alimentation équilibrée puisqu'ils ont observé une diminution du coût journalier, sans toutefois mentionner que la réduction observée était liée à la diminution de l'apport énergétique induite par l'intervention (Raynor et coll., 2002). Il est difficile de tirer des conclusions de ce travail pour la population générale, pour laquelle il n'est actuellement pas recommandé de réduire les apports énergétiques mais plutôt d'augmenter l'activité physique, ce qui devrait même logiquement s'accompagner, au moins pour une partie de la population, d'une augmentation des apports énergétiques.

À notre connaissance, une seule étude, réalisée au Canada, a montré clairement la faisabilité d'améliorer la qualité de l'alimentation sans modifier les apports énergétiques ni les dépenses : il s'agit d'une intervention nutritionnelle visant à promouvoir l'alimentation méditerranéenne auprès de femmes en bonne santé (Goulet et coll., 2008). Bien qu'il ait été précédemment montré que les individus adoptant spontanément un modèle alimentaire méditerranéen avaient une alimentation globalement plus chère que les autres

82. Densité nutritionnelle : quantité en nutriments protecteurs pour 100 kcal d'aliment

(Schroder et coll., 2006 ; Lopez et coll., 2009b), les personnes qui ont été encouragées à adopter une telle alimentation ne voyaient pas leurs dépenses alimentaires augmenter (Goulet et coll., 2008). Conformément à la conclusion de l'article précurseur de Mc Allister (McAllister et coll., 1994), ces résultats suggèrent que, bien qu'une alimentation équilibrée coûte généralement plus cher qu'une autre moins équilibrée, elle ne coûte pas nécessairement plus cher. Ceci est conforté et expliqué par des modélisations (décrites ci-après) visant à générer des paniers alimentaires nutritionnellement adéquats pour le prix le plus bas possible.

Budget alimentaire en situation de pauvreté et panier équilibré

Plusieurs études ont comparé le prix d'un panier équilibré théorique au budget alimentaire des personnes pauvres au Royaume-Uni (Morris et coll., 2000 ; Nelson et coll., 2002 ; Morris et coll., 2007), au Canada (Vozoris et coll., 2002 ; Williams et coll., 2006) et en Irlande (Friel et coll., 2006) ou en Australie (Kettings et coll., 2009). Le rapport entre le budget alimentaire d'un foyer et le coût d'une alimentation équilibrée est une information importante, qui a même été proposée pour estimer l'« adéquation des dépenses alimentaires » des foyers et estimer la prévalence de la pauvreté alimentaire dans une population (Rose et Charlton, 2002). Quelles que soient la population considérée et la méthode utilisée pour estimer le prix du panier équilibré ou le budget alimentaire des foyers, la conclusion de ces études est toujours que les personnes pauvres n'ont pas les moyens de se procurer une alimentation équilibrée ou que cela pèserait très lourd dans leur budget.

Au Royaume-Uni, partant des données d'enquêtes nationales sur les consommations alimentaires et le budget, et des recommandations nationales en nutriments et en aliments, Nelson et coll. (2002) ont conclu que le niveau des dépenses alimentaires des personnes pauvres était inférieur au seuil nécessaire pour avoir un panier « *low cost but acceptable* ». En Australie, il a été estimé que respecter les recommandations du guide alimentaire national, même en ayant principalement recours à des aliments « sans marque » (aliments 1^{er} prix ou de marque distributeur), représenterait 40 % du budget total des foyers pauvres (définis comme ceux recevant une allocation budgétaire de l'État), alors qu'un pourcentage de 25 % maximum serait acceptable selon ces auteurs (Kettings et coll., 2009). En Irlande, selon le type de foyer, la part du budget consacrée à une alimentation équilibrée basée principalement sur des aliments « sans marque » a été estimée entre 40 % (pour une personne âgée vivant seule) et 80 % (pour un foyer monoparental avec un enfant) (Friel et coll., 2006). Plusieurs études soulignent que les fruits et légumes devraient représenter une part importante (entre 40 % et 70 % selon les études et le type de foyer) du budget alimentaire pour obtenir un panier équilibré (Cassady et coll., 2007 ; Kettings et coll., 2009). Dans la plupart de ces études, la

méthodologie d'obtention du panier n'est pas décrite de façon suffisamment explicite pour pouvoir être reproduite, ce qui constitue une limite importante de ces travaux.

En revanche aux États-Unis, l'USDA (*United States Department of Agriculture*) a développé et applique depuis 1975 une méthodologie rigoureuse et reproductible pour générer des menus équilibrés et économiques : il s'agit du « *Thrifty Food Plan* » (TFP). L'USDA génère les paniers du TFP en résolvant un problème d'optimisation sous contraintes, dont l'objectif est de trouver la combinaison d'aliments aussi proche que possible de la structure des dépenses alimentaires des Américains ayant un revenu inférieur à 130 % du seuil de pauvreté, pour un prix maximal, tout en imposant le respect des recommandations nutritionnelles nationales et quelques contraintes d'acceptabilité et de palatabilité (*Staff at the Center for Nutrition Policy and Promotion* et Lino, 2001). Les résultats de ces modélisations sont une série de paniers économiques et nutritionnellement adéquats qui diffèrent selon la composition des foyers. L'intérêt, par rapport aux autres façons de concevoir un panier équilibré, est que cette méthode est reproductible si l'on dispose d'une enquête alimentaire en population, ainsi que de la composition nutritionnelle et du prix moyen des aliments consommés dans cette population. Le prix des paniers du TFP sert à définir le montant des aides alimentaires institutionnelles aux États-Unis. Plusieurs auteurs considèrent que ce montant est insuffisant, et ceci pour différentes raisons. Tout d'abord, ainsi que l'expliquent clairement Wilde et coll. dans un article récent (Wilde et Llobrera, 2009), et contrairement à ce qui est fréquemment rapporté, le montant du panier du TFP n'est pas recalculé *de novo* de façon à prendre en compte l'évolution des habitudes alimentaires et des prix alimentaires, il est simplement déduit du prix du TFP précédent, de façon à tenir compte de l'inflation. Ainsi, par exemple, le prix du panier pour une femme adulte était de 3,89 dollars en 2001 et de 4,98 dollars en 2008. D'autres auteurs américains dénoncent le fait que les prix des aliments des menus du TFP seraient largement sous-estimés par rapport aux prix de vente réels (Neault et coll., 2005). D'autres encore font remarquer que le TFP n'est pas réaliste car il ne tient compte ni du recours croissant aux plats cuisinés industriels et à la consommation hors domicile (You et coll., 2009) ni du coût du travail associé à la transformation des aliments de base qui constituent les paniers (Davis et You, 2010).

En France également, l'optimisation de rations sous contraintes a été utilisée pour générer des paniers équilibrés économiques. Contrairement au modèle utilisé par l'USDA, qui impose un prix maximum et génère des paniers équilibrés qui s'écartent le moins possible des consommations des personnes pauvres, l'objectif du modèle mis en place en France est de calculer le prix strictement minimal pour respecter les recommandations nutritionnelles. Partant d'une liste d'aliments de composition nutritionnelle et de prix connus, de la liste des besoins nutritionnels d'un adulte et d'informations sur les habitudes

alimentaires observées en population, un panier journalier respectant à la fois l'ensemble des recommandations nutritionnelles et un pattern alimentaire compatible avec les habitudes de consommations observées en France (les contraintes dites contraintes d'acceptabilité sociale ou de palatabilité) a été obtenu pour le prix le plus faible possible. Cette méthodologie a été appliquée pour la première fois lors de la révision des apports nutritionnels conseillés pour la population française, en 2001 (Darmon et Briend, 2001), à partir des données de consommation de l'enquête régionale du Val de Marne et du prix moyen (en 2000) de la cinquantaine d'aliments-type qui lui étaient associés. Puis, la modélisation a été répétée une seconde fois à partir des données de l'enquête nationale Inca 1 et des prix moyens relevés l'année de l'enquête (en 1997) pour plus de 600 aliments (Maillot et coll., 2010). Le même prix minimal théorique a été obtenu à partir des deux jeux de données, à savoir 3,20 €/j pour les femmes et 3,40 €/j pour les hommes, ce qui souligne la robustesse de l'approche. Pour tenir compte d'une part inévitable d'au moins 5 % de gaspillage alimentaire et pour simplifier l'information, c'est un prix minimal arrondi à 3,5 €/j qui a été communiqué aux professionnels de terrain ou au grand public. L'analyse a été réitérée (résultats non publiés, Darmon données personnelles) à partir des données Inca 2 (2007) et des prix tirés des données Kantar 2007. Le seuil minimal était le même, de 3,5 €/j. En effet, bien que les prix aient nécessairement subi une augmentation, le nombre d'aliments dans la table Inca 2 était deux fois plus important que dans la table Inca 1, ouvrant donc à la modélisation plus de souplesse pour la construction d'une ration à très petit prix. Ceci suggère, mais sans le démontrer formellement, que la segmentation du marché, en diversifiant le type de produits mis sur le marché et les gammes de prix, irait plutôt dans le sens d'une plus grande latitude laissée aux consommateurs pour s'alimenter sainement avec un petit budget. Ce montant est bien inférieur au budget alimentaire moyen en France (de l'ordre de 6,5 €/personne.jour d'après l'enquête budget de famille de l'Insee de 2006), mais il est proche du budget pour l'alimentation au domicile des foyers du 1^{er} décile de revenu, soit 4,3 €/personne.jour.

Ces résultats suggèrent l'impossibilité d'une alimentation nutritionnellement adéquate avec un budget alimentaire inférieur à 3,5 €/j. En effet, ce seuil doit être interprété comme un strict minimum en dessous duquel il est risqué de se situer puisque, par définition, c'est le seuil en dessous duquel, il est mathématiquement impossible de construire un panier respectant l'ensemble des contraintes nutritionnelles et sociales introduites dans le modèle, même avec une connaissance parfaite des aliments, de leur qualité nutritionnelle et de leur prix.

Il n'est donc pas étonnant que les personnes dont le budget alimentaire est inférieur au seuil de 3,5 €/j fassent appel à l'aide alimentaire. Notons d'ailleurs que le budget alimentaire moyen des personnes bénéficiaires de l'aide alimentaire a été estimé à 2,5 €/j en 2004-2005 selon l'étude Abena 1 (Castetbon

et coll., 2011), et que ce budget (que l'aide alimentaire vient compléter) n'a pas été modifié dans l'étude Abena 2, réalisée en 2011-2012, parallèle intéressant avec l'apparente stabilité du seuil minimal pour respecter les recommandations.

Il serait souhaitable que le prix minimal pour le respect des recommandations nutritionnelles soit ré-estimé régulièrement, au moins à chaque nouvelle enquête alimentaire nationale, par une agence sanitaire, afin de pouvoir tenir compte de l'évolution de l'offre alimentaire (qualité et prix des aliments), des connaissances scientifiques en nutrition et des habitudes de consommation alimentaire observées en population.

Coût d'une alimentation équilibrée/alimentation déséquilibrée

À calories égales, certains travaux indiquent un coût généralement plus cher d'une alimentation équilibrée que d'une alimentation déséquilibrée, et d'autres montrent la possibilité de concevoir un panier équilibré pour un coût relativement modeste. Ceci avait été remarqué par Mc Allister dans son article précurseur (McAllister et coll., 1994), et a été confirmé récemment à partir de données de la *Nurse Health Study*. Il existe, dans cette cohorte comme dans toutes celles précédemment étudiées, une relation positive, importante et significative, entre la qualité nutritionnelle (estimée par l'indicateur AHEI, *Alternative Healthy Eating Index*) et le coût de l'alimentation. Cependant, les auteurs ont attiré l'attention sur la forte variabilité du AHEI au sein de chaque quintile de coût, si bien qu'il est possible d'identifier des personnes dont l'alimentation est bonne (fort AHEI) dans le plus faible quintile de coût, et des personnes dont l'alimentation est déséquilibrée (faible AHEI) dans le plus fort quintile de coût (Bernstein et coll., 2010).

Le recours à la modélisation peut aider à comprendre cette contradiction qui n'est qu'apparente (Darmon et coll., 2006 ; Wilde et Llobrera, 2009 ; Maillot et coll., 2010). Alors qu'il est possible de respecter l'ensemble des apports sans s'écarter trop du panier moyen observé pour la population, il devient nécessaire de s'écarter de plus en plus de la composition du panier moyen pour atteindre les recommandations nutritionnelles lorsqu'une contrainte de coût est introduite et que l'on force le coût des paniers modélisés à baisser (Darmon et coll., 2006). Par ailleurs, le prix minimal d'une alimentation équilibrée varie selon les modèles mis en œuvre pour le calculer. Deux modélisations, l'une conduite sur des données américaines (Wilde et Llobrera, 2009), l'autre sur des données françaises (Maillot et coll., 2010), concluent à une augmentation du prix minimal avec le degré d'exigence nutritionnelle (variable selon la définition de l'équilibre nutritionnel), mais aussi, pour un même niveau d'exigence nutritionnelle, à une augmentation du prix minimal avec le niveau d'acceptabilité sociale (conformité aux habitudes alimentaires moyennes en

population). Enfin, quand, pour réduire le prix, les niveaux d'exigence nutritionnelle ou d'acceptabilité sociale diminuent, la diversité alimentaire diminue aussi.

Ceci montre que l'acceptabilité sociale et culturelle des rations a un coût propre, et qu'il est possible d'abaisser fortement le prix d'une alimentation équilibrée dans la mesure où l'on consent à s'éloigner du modèle alimentaire habituel « moyen » et à accepter une certaine monotonie alimentaire.

Quels choix alimentaires pour manger équilibré pas cher ?

La modélisation de rations montre clairement la possibilité de manger équilibré avec un petit budget, si celui-ci dépasse un seuil minimal critique ; cependant, cela requiert des choix alimentaires particuliers, différents de ceux observés en population générale (Wilde et Llobrera, 2009 ; Maillot et coll., 2010).

En absence de contrainte de coût, les modifications nécessaires pour respecter les recommandations nutritionnelles sont : une augmentation de la contribution énergétique des fruits, des légumes, du poisson, et des produits céréaliers non gras et non sucrés ; une diminution de la contribution des matières grasses animales, des produits sucrés et du fromage (Darmon et coll., 2006). Cependant, lorsqu'une contrainte de coût est imposée, non seulement des modifications importantes sont nécessaires par rapport au panier moyen observé, mais celles-ci ne sont pas forcément en phase avec les recommandations diététiques officielles, bien que le panier soit adéquat sur le plan nutritionnel. Ainsi, la viande est diminuée mais les abats et les œufs sont augmentés, ce qui n'est pas une recommandation diététique habituelle. Les fruits frais et les légumes « verts » sont réduits et sont compensés sur le plan nutritionnel par une augmentation de la contribution des fruits oléagineux, des légumes-racine (pommes de terre, carottes...), des légumes secs, des fruits secs et des jus de fruits (Darmon et coll., 2006).

À l'extrême, en l'absence de toutes contraintes d'acceptabilité sociale dans les modèles, il est théoriquement possible de couvrir les besoins énergétiques et nutritionnels d'un adulte pour moins de 1,5 €/j, mais le panier généré est totalement caricatural : il ne contient que de l'huile, des pâtes, des pommes de terre, un peu de germe de blé, des carottes et des radis, du lait, du foie et du hareng (Maillot et coll., 2010). Ceci ne saurait être utilisé comme argument pour prétendre qu'il est possible de se nourrir convenablement pour 1,5 €/j : l'alimentation n'est pas qu'une affaire de nutrition, c'est aussi et surtout un des points d'ancrage de l'identité sociale des personnes. Même avec 3,5 €/j (incluant les contraintes d'acceptabilité sociales), avoir une alimentation équilibrée implique de ne rien gaspiller, de ne boire que de l'eau du robinet, de savoir cuisiner et de ne pas avoir recours à la restauration hors domicile, que celle-ci soit rapide ou non.

Surtout, pour manger équilibré avec un petit budget, il est nécessaire de sélectionner des aliments particuliers, de très bon rapport qualité nutritionnelle/prix. Ces aliments ont été identifiés par programmation linéaire, en repérant les aliments sélectionnés dans des paniers équilibrés à coût minimisé (Darmon et coll., 2006 ; Maillot et coll., 2008) ou sur la base des profils nutritionnels en recherchant les aliments avec un bon profil comparativement au coût de l'énergie qu'ils procurent (Maillot et coll., 2007a ; Maillot et coll., 2008 ; Drewnowski, 2010b). Plus récemment, Bernstein et coll. les ont identifiés à partir des données de consommation de la *Nurse Health Study*, en classant les familles d'aliments en fonction du gain obtenu en termes de qualité nutritionnelle globale de l'alimentation (estimée par le AHEI) pour 1 \$ dépensé pour chaque famille d'aliments (Bernstein et coll., 2010). Quelle que soit l'approche et quel que soit le pays (France ou États-Unis), les légumes secs, les fruits oléagineux, les huiles végétales et les produits céréaliers complets apparaissent comme des aliments de très bon rapport qualité nutritionnelle/prix. Les produits animaux sont plus chers, mais parmi eux, le lait, les œufs, la volaille, les abats et certains produits de la mer (sardines en conserve, par exemple) sont également cités comme des aliments de bon rapport qualité nutritionnelle/prix (Maillot et coll., 2007a et 2008 ; Darmon et Darmon, 2008 ; Drewnowski, 2010b).

L'existence d'aliments de bon rapport qualité nutritionnelle/prix est due au fait qu'au sein des aliments, la relation entre prix et qualité nutritionnelle n'est pas absolue. La figure 14.3, réalisée à partir de la table de composition nutritionnelle du Ciqual complétée par une colonne de prix moyens (elle-même constituée à partir d'achats relevés en France en 2007 ; panel Kantar), représente la corrélation entre la qualité nutritionnelle des aliments (estimée par le rapport SAIN/LIM) et le coût de l'énergie qu'ils procurent (en €/100 kcal). Comme évoqué précédemment, la tendance est globalement positive. Cependant, il existe une forte dispersion autour de la droite de corrélation reliant ces deux variables : les aliments situés en dessous de la droite de corrélation ont une qualité nutritionnelle très médiocre comparativement à leur prix, alors que ceux situés au-dessus de la droite ont une bonne qualité nutritionnelle pour leur prix.

La figure 14.3 indique que les produits sucrés, les matières grasses animales, les snacks salés, et les sauces ont en général une mauvaise qualité nutritionnelle pour leur prix. C'est également le cas du fromage et des viandes, qui sont généralement trop chers en regard de leur qualité nutritionnelle. En revanche, les matières grasses végétales, les féculents non raffinés (céréales complètes, pommes de terre, légumes secs) et, dans une moindre mesure, les féculents raffinés (pain, pâte, riz blanc et semoule) ainsi que les œufs, les produits laitiers frais (incluant le lait) et les fruits secs (incluant les graines oléagineuses, comme les noix) ont généralement une bonne qualité nutritionnelle pour leur prix. C'est en sélectionnant préférentiellement ces derniers aliments que la modélisation parvient à construire une alimentation nutritionnellement optimale au prix le plus faible possible (Maillot

et coll., 2008). On peut également noter que, malgré un coût d'énergie élevé dans l'absolu, les fruits, les légumes et le poisson ont en général un bon rapport qualité nutritionnelle/prix puisqu'ils sont au-dessus de la droite de corrélation.

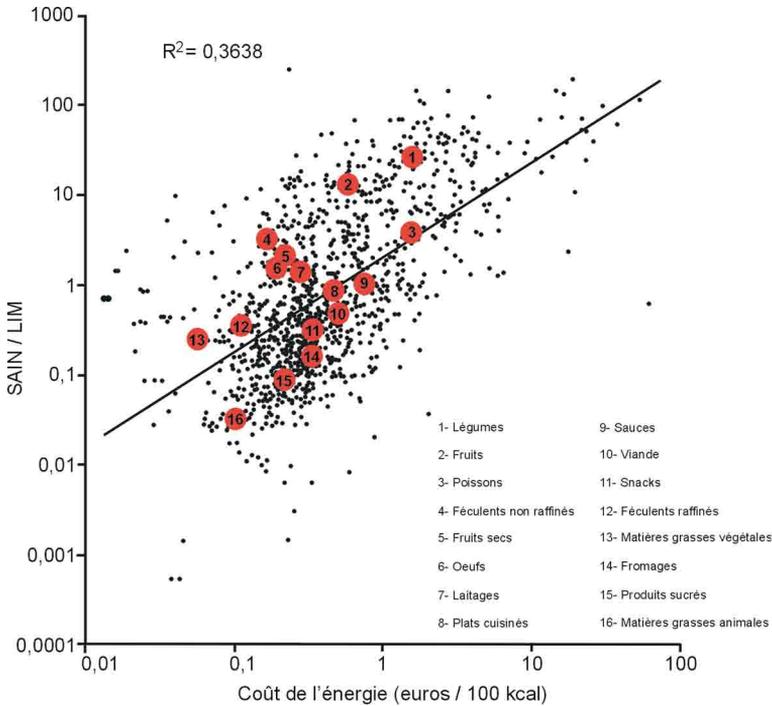


Figure 14.3 : Corrélation entre la qualité nutritionnelle des aliments (estimée par le rapport SAIN/LIM) et le coût de l'énergie qu'ils procurent (en €/100 kcal) (n=1 174 aliments, R²=0,36). Les carrés représentent les points médians de SAIN/LIM et de coût d'énergie pour chaque catégorie d'aliments (Darmon, communication personnelle)

Limites des études

La grande majorité des travaux cités dans ce chapitre sont basés sur des aliments génériques et des prix moyens relevés à un moment donné. C'est pourquoi il a été question ici du « coût de l'alimentation » et pas des dépenses alimentaires⁸³ car le facteur étudié ne correspond généralement pas à des « vraies » dépenses mais il est estimé à partir du prix habituel (appelé souvent prix moyen ci-dessus) des aliments de la table de composition nutritionnelle

83. Cependant, certains auteurs estimant des coûts alimentaires journaliers à partir de prix moyens entretiennent la confusion en parlant de « dépenses alimentaires » (Bernstein et coll., 2010).

associée à l'enquête alimentaire. Ceci génère des limites susceptibles de modifier certaines des conclusions de ces études.

Une première limite de ces études est qu'elles sont basées sur des tables de composition nutritionnelle d'aliments génériques. Cette limite n'est pas spécifique aux études sur le coût de l'alimentation. Elle est commune à toutes les enquêtes alimentaires puisque ces dernières n'ont pas permis jusqu'à présent d'identifier la provenance et la marque des aliments déclarés par les personnes enquêtées. En admettant même que ces aliments soient précisément identifiés (comme par exemple dans l'enquête sur le panel d'acheteurs Nielsen/Kantar), ces données ne pourraient pas être pleinement exploitées car aucune table n'est aujourd'hui précise au point de fournir la composition nutritionnelle détaillée de tous les aliments mis sur le marché.

Une deuxième limite est l'appui de ces études sur des prix fixes. Or, le prix des aliments fluctue dans le temps sous l'effet de l'offre et de la demande. Cependant, il semble peu probable que la prise en compte de l'évolution des prix puisse modifier la conclusion sur l'existence d'une association positive entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et des aliments, et leur coût. En effet, des travaux américains montrent une baisse globale des prix alimentaires au cours des dernières décennies qui pourrait être en partie responsable de l'augmentation de la prévalence de l'obésité (Chou et coll., 2004 ; Lakdawalla et Philipson, 2009). Aux États-Unis, au cours des dernières années, le prix des aliments denses en énergie (Monsivais et Drewnowski, 2007) et des boissons sucrées (Duffey et coll., 2010) a progressivement baissé alors que celui des aliments de faible densité énergétique a eu tendance à augmenter (Monsivais et Drewnowski, 2007), notamment les fruits et légumes (*White House Task Force on Childhood Obesity*, 2010). En France aussi, l'indice des prix relatifs des légumes a fortement augmenté depuis 1948, alors que celui des corps gras a fortement diminué (Combris, 2012).

Une troisième limite est que, dans ces études, le coût de l'alimentation est estimé à partir de prix « moyens », relevés de façon exogène à l'enquête alimentaire, et ne reflète donc pas les vraies dépenses des personnes pour leur alimentation. Souvent, une source principale de données est utilisée et complétée par d'autres sources minoritaires. Selon les études, les prix sont issus de relevés effectués dans des supermarchés et/ou sur Internet (Townsend et coll., 2009 ; Aggarwal et coll., 2012) ; ils peuvent être directement fournis par un distributeur (Waterlander et coll., 2010a) ou provenir de sources nationales existantes, comme par exemple le *National Food Survey* au Royaume-Uni (Cade et coll., 1999), ou le secrétariat d'État au tourisme et au commerce en Espagne (Schroder et coll., 2006 ; Lopez et coll., 2009a).

Aux États-Unis, depuis 2008, une base nationale de prix a été constituée par l'USDA pour tous les aliments de l'enquête nationale Nhanes, à partir du prix moyen payé pour chaque aliment par les acheteurs du panel Nielsen (Carlson

et coll., 2008). Cette base est maintenant utilisée par plusieurs équipes de recherche américaines (Bernstein et coll., 2010 ; Rehm et coll., 2011). En France, une base de prix a été constituée par des équipes Inra à partir des données d'achats du panel Secodip en 1997 (ensuite appelé Nielsen puis Kantar) pour analyser le coût de l'alimentation dans l'enquête nationale Inca 1 sur les consommations individuelles (Andrieu et coll., 2006 ; Maillot et coll., 2007b). Une nouvelle base de prix a été constituée à partir des données Kantar de 2007, et appliquée à l'enquête Inca 2 pour générer les figures du présent chapitre. Mais ces bases de prix sont exclusivement réservées à la recherche et ne sont ni officielles ni en accès libre.

Lorsque les prix sont relevés dans des supermarchés ou sur Internet, les auteurs font soit une moyenne entre plusieurs prix, soit sélectionnent préférentiellement des aliments achetés en format familial et dans une gamme de prix moyens à faibles. Lorsque les prix sont issus d'enquêtes d'achat, le prix payé en moyenne par l'ensemble de la population (prix moyen pondéré par les quantités achetées) est calculé (Darmon et coll., 2005 ; Carlson et coll., 2008). Pour un aliment donné, il reflète donc le prix des options les plus couramment consommées : par exemple, s'il existe un seul aliment « haricots verts » dans la table de composition nutritionnelle, le prix « moyen » reflètera le prix des haricots verts frais, en conserve et surgelés et de plusieurs marques, pondérés par les quantités consommées de chacune des options dans la population.

Pour que les prix des aliments « tels qu'achetés » puissent être liés aux enquêtes de consommation, il faut les transformer en prix « tels que consommés » en utilisant comme facteur de conversion la proportion comestible des aliments (par exemple, 100 g de pâtes cuites coûtent 3 fois moins cher que 100 g de pâtes sèches, et 100 g de banane épluchée coûte 1,3 fois plus cher que 100 g de banane avec la peau). Les autres sources de perte ne sont pas prises en compte.

De plus, dans les enquêtes de consommation, lorsqu'un aliment est déclaré comme consommé, on ignore non seulement son prix mais aussi comment et par qui il a été préparé. Les prix utilisés sont généralement basés sur l'hypothèse que l'aliment est acheté tout prêt dans le commerce, ou (quand des recettes sont disponibles pour certaines préparations) préparé à partir d'ingrédients achetés dans le commerce. Cette méthodologie est donc basée sur un grand nombre d'hypothèses simplificatrices, ce qui sous-estime la réelle variabilité des prix alimentaires, ainsi que celle du coût associé aux consommations alimentaires individuelles. En effet, les variations de coût de l'alimentation qui pourraient être dues au fait que certains aliments peuvent être préparés à la maison, achetés tout-prêts ou consommés hors domicile, de marque nationale ou en version marque de distributeur, marque de *hard discount*, ou *low-cost*, hors saison ou en saison, sont gommées par l'utilisation d'un prix moyen.

Problématique des aliments premiers prix

Dans quelle mesure les conclusions sur l'existence d'une relation positive entre la qualité nutritionnelle et le coût, pourraient être remises en cause par une mauvaise prise en compte de la variabilité des prix et de la variabilité de la qualité nutritionnelle des aliments ? Pour répondre à cette question, il faudrait pouvoir dire avec certitude si, au sein d'une même catégorie d'aliments, il existe ou pas un lien entre la qualité nutritionnelle et le prix des aliments. Or les études sur ce sujet sont rares et contradictoires.

Relation entre prix et qualité nutritionnelle au sein d'une même catégorie d'aliments

Au Royaume-Uni, une équipe s'est intéressée à une dizaine de catégories de produits peu transformés (tomates en conserve, jus d'orange, pain de mie...). Dans chacune de ces catégories de produits, des dosages en nutriments ont été effectués pour les produits d'entrée de gamme (« *economy-line* ») distribués dans les 4 plus grandes chaînes de supermarchés du pays et pour le produit de marque nationale correspondant. L'étude conclut que les valeurs nutritionnelles entre aliments entrée de gamme et aliments de marque sont similaires, alors que les écarts de prix peuvent varier de un à quatre, si bien que le rapport qualité nutritionnelle/prix est nettement à l'avantage des produits d'entrée de gamme (Cooper et Nelson, 2003).

En France, une première étude (Darmon et coll., 2009) a comparé des produits alimentaires vendus sous le même nom exactement (c'est-à-dire de même dénomination de vente), mais de prix et de marques différents, en se basant sur les informations étiquetées disponibles sur les emballages (par exemple, liste et ordre des ingrédients, teneurs en calories, protéines et lipides). Un total de 220 produits a été ainsi étudié, répartis dans 17 catégories de produits complexes (charcuteries, plats cuisinés du commerce tels que cassoulet, raviolis, couscous, saucisses aux lentilles, desserts tels que dessert lacté chocolaté, glace vanille...). Les résultats indiquent qu'au sein de chaque catégorie d'aliments, les produits premiers prix ne sont pas plus riches en calories, ni plus gras, que les autres. Un score de qualité des ingrédients a été mis au point et calculé. Il s'est avéré être plus élevé pour les produits de « marque nationale ». Toutefois, entre les produits premiers prix et les produits de marque nationale, la différence de prix était nettement plus importante (différence d'un facteur 2,5 en moyenne) que la différence de qualité était faible (différence d'un facteur 1,3 en moyenne) bien que statistiquement significative. Une limite de cette étude est l'inclusion dans le score, non seulement des indicateurs de la qualité nutritionnelle (par exemple, présence d'huile de palme dans les ingrédients) mais aussi la notion d'ingrédients nobles (par exemple, dans les plats cuisinés, la présence de viandes séparées mécaniquement était pénalisée) ainsi que la

présence de certains additifs (par exemple, la présence de polyphosphates, de glutamate, ou de certains colorants comme la tartrazine). D'autres études ont ensuite été conduites en France par l'Observatoire de la qualité de l'alimentation (Oqali), un organisme créé en mai 2008, dans le cadre du Programme national nutrition santé (PNNS) pour suivre l'évolution de l'offre alimentaire dans le pays : les informations disponibles sur les étiquetages et les prix sont collectées pour de nombreux produits réellement mis sur le marché et pour différents secteurs. Ceci a permis de tester si, au sein d'un même secteur (par exemple plats cuisinés appertisés, charcuterie, biscuits, céréales du petit déjeuner...), les différences de composition nutritionnelle sont significatives. D'une manière générale, les résultats (publiés en français sur le site de l'Oqali⁸⁴, excepté pour les produits laitiers, pour lesquels une publication en anglais est disponible : Menard et coll., 2012) montrent des différences de composition nutritionnelle ponctuelles, concernant peu de familles de produits et de nutriments et non systématiques : ce ne sont pas toujours les produits les moins chers qui sont les plus gras, les plus salés ou les plus sucrés.

Prix des aliments « réguliers » et leurs équivalents considérés comme « meilleurs pour la santé »

Plusieurs études ont analysé les différences de prix entre des aliments dits « réguliers » et leurs équivalents considérés comme « meilleurs pour la santé » (allégés en graisses et/ou en sel et/ou plus riches en fibres).

Au Canada, une équipe a étudié la qualité nutritionnelle et le prix de margarines vendues dans les supermarchés de Toronto. Les résultats d'une première étude réalisée en 2002 indiquaient que les margarines riches en acides gras saturés et en acides gras trans coûtaient moins cher que les autres (Ricciuto et coll., 2005). L'étude a été répétée 4 ans plus tard, après qu'une nouvelle réglementation ait vu le jour imposant l'étiquetage du contenu en acides gras trans sur la plupart des aliments et autorisant une allégation sur l'absence d'acide gras trans : la proportion de margarines étiquetées sans acides gras trans a considérablement augmenté, mais la différence de prix observée en 2002 entre les bonnes et les moins bonnes margarines s'est accentuée en 2006, suggérant que la reformulation a concerné préférentiellement les produits haut de gamme (Ricciuto et coll., 2009).

Aux États-Unis, une étude a comparé le prix d'aliments de même catégorie (n=8 catégories, tels que pain, chips, cookies, beurre de cacahuète) en fonction de leur qualité nutritionnelle, estimée sur la base de critères repérables à la lecture de l'emballage, soit subjectifs (ne pas porter trop d'allégations par exemple), soit objectifs (ne pas avoir un ingrédient jugé comme défavorable

à la santé, tel que la farine blanche ou le sucre, en tête de la liste des ingrédients). Les résultats montrent que le prix moyen des aliments de bonne qualité nutritionnelle n'est pas significativement différent du prix moyen des aliments de moins bonne qualité nutritionnelle (Katz et coll., 2011).

En revanche, en Australie, le prix d'aliments « réguliers » a été comparé à celui d'aliments « recommandés » (par exemple : thon à l'huile *versus* thon au naturel, pain blanc *versus* pain complet, fromage *versus* fromage allégé...) pour 14 aliments-type. Les résultats indiquent que, pour la plupart des catégories, les choix « réguliers » étaient plus de 30 % plus chers que les choix « recommandés » (Giskes et coll., 2007). Rappelons que dans une autre étude australienne, l'étude précurseur de Mc Allister, la simulation d'une stratégie de substitution visant à remplacer certains aliments par leurs équivalents de meilleure qualité nutritionnelle (allégés en graisses et/ou en sel et/ou plus riches en fibres) s'était soldée par une augmentation du coût journalier sans améliorer de façon notable la qualité nutritionnelle globale (McAllister et coll., 1994).

Ainsi, non seulement les études qui ont examiné la qualité nutritionnelle des aliments en fonction de leur prix au sein d'une même catégorie sont peu nombreuses, mais elles ont donné des résultats contradictoires. Ces discordances pourraient être liées aux méthodologies différentes utilisées pour estimer la qualité nutritionnelle et aux définitions différentes de ce qu'est une « catégorie » d'aliments (stricte dénomination du produit dans certains cas, ou plus large secteur de vente dans d'autres).

Implications en santé publique du débat sur les premiers prix

Savoir s'il y a ou pas une différence de qualité nutritionnelle entre un aliment premier prix et son équivalent « de marque » est un important sujet de santé publique. Il est rapporté que les choix alimentaires des personnes pauvres sont très fortement conditionnés par le prix des produits (Dowler et coll., 1997 ; West et coll., 1999 ; McLaughlin et coll., 2003 ; Dammann et Smith, 2009 ; Hampson et coll., 2009 ; Wiig et Smith, 2009 ; Waterlander et coll., 2010b ; Dachner et coll., 2010). Faut-il leur conseiller de choisir des produits alimentaires premier prix, afin de libérer de l'argent pour acheter des aliments riches en nutriments mais sources de calories chères, comme les fruits, les légumes et le poisson, ou bien faut-il les mettre en garde contre les aliments premiers prix, au risque d'augmenter les contraintes financières alors que sont connues les répercussions négatives des contraintes budgétaires sur les choix alimentaires et la qualité nutritionnelle de l'alimentation ?

Apporter une réponse ferme et définitive à cette question reste difficile. Le Conseil national de l'alimentation, qui a examiné le sujet en 2002 (Groupe

de travail réuni par le CNA, 2002)⁸⁵ et en 2010 (Groupe de travail réuni par le Cna, 2010)⁸⁶ a conclu à deux reprises que les données existantes ne permettaient pas de mettre en évidence des différences de qualités sanitaire ou nutritionnelle des aliments en fonction de leur appartenance à une gamme de prix. C'est sur cette base que très souvent les actions d'éducation nutritionnelle en direction des populations défavorisées soulignent l'intérêt d'avoir recours à des aliments premiers prix pour les aliments de base (notamment les aliments mono-ingrédient)⁸⁷. Néanmoins, deux études, l'une française (Chaix et coll., 2012), l'autre américaine (Drewnowski et coll., 2012), ont récemment mis en évidence une relation positive entre la fréquentation de magasins alimentaires pratiquant des faibles prix et le risque d'obésité. En France en particulier, la relation entre la corpulence et la fréquentation de magasins de type *hard-discount* est d'autant plus forte que les personnes ont un faible niveau d'éducation (Chaix et coll., 2012). Comme cette association est mise en évidence dans des études transversales, elle pourrait être due aussi bien à l'offre alimentaire proposée dans ces magasins qu'à certaines caractéristiques de leurs clients non prises en compte dans les ajustements statistiques (par exemple, leurs préférences alimentaires). Toutefois, ces résultats sont de nature à relancer le questionnaire sur la qualité nutritionnelle des aliments premier prix et sur l'impact de leur consommation sur la santé. Étant donné que, pour presque tous les aliments, les ménages pauvres achètent moins chers que les ménages aisés (Nichèle et coll., 2008) et que la fréquentation du *hard-discount* est inversement proportionnelle au statut socioéconomique des ménages (selon l'Insee (Bellamy et Léveillé, 2007), en 2007 les ménages du 1^{er} décile de revenu y réalisaient 20 % de leurs achats alimentaires contre seulement 5 % pour le dernier décile), il est important de traiter cette question pour comprendre et lutter contre les inégalités sociales en matière de nutrition.

En conclusion, il est admis qu'une alimentation de forte densité énergétique pauvre en nutriments essentiels favorise l'obésité et les maladies chroniques. Le fait que de surcroît elle soit moins chère qu'une alimentation équilibrée est un élément supplémentaire pour penser que les inégalités sociales de santé pourraient être dues, au moins en partie, à des contraintes budgétaires.

La structure des prix alimentaires est défavorable à l'équilibre alimentaire. Une calorie de fruits et légumes coûte en moyenne 5 fois plus cher qu'une calorie de tous les autres aliments (Darmon et coll., 2005), ce qui suggère un

85. GROUPE DE TRAVAIL RÉUNI PAR LE CNA. Avis sur l'exclusion sociale et l'alimentation. Conseil national de l'alimentation (CNA) 2002, Avis n° 34 : 22 janvier 2002

86. GROUPE DE TRAVAIL RÉUNI PAR LE CNA. Qualité nutritionnelle, consommation et distribution des produits alimentaires « hard discount » et « premiers prix » : état des lieux et perspectives. Conseil national de l'alimentation (CNA) 2010, Avis n° 67 : 30 mars 2010

87. Ouvrage Collectif. Classeur Alimentation Atout Prix. INPES/CERIN 2005, Ré-édition 2005

bouleversement profond de la structure des prix alimentaires pour qu'elle ne soit plus en contradiction avec la consommation d'une alimentation saine. De plus, les interventions sur les prix, notamment les taxations, peuvent s'accompagner d'effets sur les apports nutritionnels contraires à ceux initialement attendus (voir le chapitre « Politiques de prix et impact sur les inégalités sociales de nutrition »). Même des subventions seraient susceptibles d'accroître les inégalités sociales en matière de nutrition (Ruffieux et coll., 2010).

Des recherches suggèrent que l'impact délétère des contraintes budgétaires sur les choix alimentaires peut être en partie contrecarré par des connaissances nutritionnelles suffisantes, une culture alimentaire robuste, l'intégration dans un tissu social et le désir de s'alimenter sainement. Cependant, il serait faux d'affirmer que bien manger avec un petit budget n'est qu'une question de connaissances et de volonté. En dessous de 3,5 euros par jour et par personne, c'est-à-dire le budget alimentaire minimal requis pour avoir une alimentation adéquate sur le plan nutritionnel, il est extrêmement difficile d'avoir une alimentation équilibrée. Lorsque le budget alimentaire est supérieur à 3,5 €/j, des actions ciblées d'éducation nutritionnelle sont envisageables.

Pour augmenter la qualité nutritionnelle sans augmenter les dépenses alimentaires, il est nécessaire de modérer la consommation de viande et des autres produits carnés car ils pèsent lourd dans le budget (pour cette catégorie d'aliments, le PNNS recommande d'ailleurs d'en consommer 1 à 2 fois par jour ; une seule fois par jour, mais de bonne qualité nutritionnelle, peut suffire). Par ailleurs, il faut sélectionner dans chaque groupe alimentaire, les aliments qui ont le meilleur rapport qualité nutritionnelle/prix : légumes secs, produits céréaliers, huiles végétales, lait, œufs, volaille, poissons gras en conserve et des fruits et légumes bon marché (carottes, choux, légumes surgelés et en conserve, jus d'agrumes, concentré de tomates...). Des stratégies fondées sur le marketing social pourraient contribuer à valoriser ce pattern alimentaire, en soulignant notamment sa ressemblance avec l'alimentation traditionnelle méditerranéenne, qui est basée sur des mélanges de céréales et légumes secs, et comprend des produits animaux variés mais en quantité modérée (Willett et coll., 1995), et en mettant également en évidence le fait que ce modèle alimentaire est celui qui protège le mieux l'environnement (Macdiarmid et coll., 2012).

La question de la qualité nutritionnelle des aliments premier prix reste encore en suspens, même s'il semble raisonnable, en l'état actuel des connaissances, de conseiller leur consommation aux personnes qui ont un petit budget, au moins lorsqu'il s'agit d'aliments de base peu transformés.

Nicole Darmon
*UMR NORT, Inra 1260, Inserm 1062, Université Aix-Marseille,
Faculté de Médecine de la Timone, Marseille*

BIBLIOGRAPHIE

AGGARWAL A, MONSIVAIS P, COOK AJ, DREWNOWSKI A. Does diet cost mediate the relation between socioeconomic position and diet quality? *Eur J Clin Nutr* 2011, **65** : 1059-1066

AGGARWAL A, MONSIVAIS P, DREWNOWSKI A. Nutrient intakes linked to better health outcomes are associated with higher diet costs in the US. *PLoS One* 2012, **7** : e37533

ANDERSON JV, BYBEE DI, BROWN RM, MCLEAN RF, GARCIA EM, et coll. 5 a day fruit and vegetable intervention improves consumption in a low income population. *J Am Diet Assoc* 2001, **101** : 195-202

ANDRIEU E, DARMON N, DREWNOWSKI A. Low-cost diets: more energy, fewer nutrients. *Eur J Clin Nutr* 2006, **60** : 434-436

BELLAMY V, LÉVEILLÉ L. Consommation des ménages. Quels lieux d'achat pour quels produits ? *INSEE première* 2007, **1165** : 4 p

BERNSTEIN AM, BLOOM DE, ROSNER BA, FRANZ M, WILLETT WC. Relation of food cost to healthfulness of diet among US women. *Am J Clin Nutr* 2010, **92** : 1197-1203

BEYDOUN MA, WANG Y. How do socio-economic status, perceived economic barriers and nutritional benefits affect quality of dietary intake among US adults? *Eur J Clin Nutr* 2008, **62** : 303-313

BEYDOUN MA, POWELL LM, WANG Y. The association of fast food, fruit and vegetable prices with dietary intakes among US adults: Is there modification by family income? *Soc Sci Med* 2008, **66** : 2218-2229

BEYDOUN MA, POWELL LM, WANG Y. Reduced away-from-home food expenditure and better nutrition knowledge and belief can improve quality of dietary intake among US adults. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 369-381

BOWMAN SA. A methodology to price food consumed: development of a food price database. *Family Economics and Nutrition Review* 1997, **10** : Appendix 1-10

BOWMAN SA. A comparison of the socioeconomic characteristics, dietary practices, and health status of women food shoppers with different food price attitudes. *Nutr Res* 2006, **26** : 318-324

BRIMBLECOMBE JK, O'DEA K. The role of energy cost in food choices for an Aboriginal population in northern Australia. *Med J Aust* 2009, **190** : 549-551

BURNEY J, HAUGHTON B. EFNEP: a nutrition education program that demonstrates cost-benefit. *J Am Diet Assoc* 2002, **102** : 39-45

BURR ML, TREMBETH J, JONES KB, GEEN J, LYNCH LA, et coll. The effects of dietary advice and vouchers on the intake of fruit and fruit juice by pregnant women in a deprived area: a controlled trial. *Public Health Nutr* 2007, **10** : 559-565

CABANAC M. Palatability vs. money: experimental study of a conflict of motivations. *Appetite* 1995, **25** : 43-49

CADE J, UPMEIER H, CALVERT C, GREENWOOD D. Costs of a healthy diet: analysis from the UK Women's Cohort Study. *Public Health Nutr* 1999, **2** : 505-512

CAILLAVET F, LECOQNE C, NICHÈLE V. La consommation alimentaire : des inégalités persistantes mais qui se réduisent. Dossier « Cinquante ans de consommation en France », Insee, 2009

CARLSON A, LINO M, JUAN W, MARCOE K, BENTE L, et coll. Development of the CNPP Prices Database. CNPP et USDA, Mai 2008. <http://www.cnpp.usda.gov/publications/foodplans/miscpubs/pricesdatabasereport.pdf>

CASSADY D, JETTER KM, CULP J. Is price a barrier to eating more fruits and vegetables for low-income families? *J Am Diet Assoc* 2007, **107** : 1909-1915

CASTETBON K, MEJEAN C, DESCHAMPS V, BELLIN-LESTIENNE C, OLEKO A, et coll. Dietary behaviour and nutritional status in underprivileged people using food aid (ABENA study, 2004-2005). *J Hum Nutr Diet* 2011, **24** : 560-571

CHAIX B, BEAN K, DANIEL M, ZENK SN, KESTENS Y, et coll. Associations of supermarket characteristics with weight status and body fat: a multilevel analysis of individuals within supermarkets (RECORD study). *PLoS One* 2012, **7** : e32908

CHARLES MA, ESCHWEGE E, BASDEVANT A. Monitoring the obesity epidemic in France: the Obepi surveys 1997-2006. *Obesity (Silver Spring)* 2008, **16** : 2182-2186

CHOU S-Y, GROSSMAN M, SAFFER H. An economic analysis of adult obesity: results from the Behavioral Risk Factor Surveillance System. *J Health Econ* 2004, **23** : 565-587

COMBRIS P. Le poids des contraintes économiques dans les choix alimentaires. *Cah Nutr Diet* 2012, **2006** : 279-284

COOPER S, NELSON M. 'Economy' line foods from four supermarkets and brand name equivalents: a comparison of their nutrient contents and costs. *J Hum Nutr Diet* 2003, **16** : 339-347

DACHNER N, RICCIUTO L, KIRKPATRICK SI, TARASUK V. Food purchasing and food insecurity among low-income families in Toronto. *Can J Diet Pract Res* 2010, **71** : e50-e56

DAMMANN KW, SMITH C. Factors affecting low-income women's food choices and the perceived impact of dietary intake and socioeconomic status on their health and weight. *J Nutr Educ Behav* 2009, **41** : 242-253

DANTZIG GB. The diet problem. *Interfaces* 2002, **20** : 43-47

DARMON N. We eat foods, we need nutrients (comment on "The good, the bad, and the ultra-processed" by Carlos Monteiro). *Public Health Nutr* 2009, **12** : 1967-1968

DARMON N, BRIEND A. Équilibre nutritionnel et précarité socio-économique. In : Apports nutritionnels conseillés pour la population française. MARTIN A (ed). Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 2001 : 460-461

DARMON M, DARMON N. L'équilibre nutritionnel. Concepts de base et nouveaux indicateurs : le SAIN et le LIM. Tec et Doc, Lavoisier, 2008 : 300 p

DARMON N, DREWNOWSKI A. Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr* 2008, **87** : 1107-1117

DARMON N, MAILLOT M. In foods, energy is cheap where it is abundant and expensive where it is scarce: this is a fact, not an artifact. *Am J Clin Nutr* 2010, **91** : 1068-1069

DARMON N, FERGUSON EL, BRIEND A. A cost constraint alone has adverse effects on food selection and nutrient density: an analysis of human diets by linear programming. *J Nutr* 2002, **132** : 3764-3771

DARMON N, FERGUSON E, BRIEND A. Do economic constraints encourage the selection of energy dense diets? *Appetite* 2003, **41** : 315-322

DARMON N, BRIEND A, DREWNOWSKI A. Energy-dense diets are associated with lower diet costs: A community study of French adults. *Publ Health Nutr* 2004, **7** : 21-27

DARMON N, DARMON M, MAILLOT M, DREWNOWSKI A. A nutrient density standard for vegetables and fruits: nutrients per calorie and nutrients per unit cost. *J Am Diet Assoc* 2005, **105** : 1881-1887

DARMON N, FERGUSON EL, BRIEND A. Impact of a cost constraint on nutritionally adequate food choices for French women: an analysis by linear programming. *J Nutr Educ Behav* 2006, **38** : 82-90

DARMON N, CAILLAVET F, JOLY C, MAILLOT M, DREWNOWSKI A. Low-cost foods: how do they compare with their brand name equivalents? A French study. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 808-815

DAVIS GC, YOU W. The Thrifty Food Plan is not thrifty when labor cost is considered. *J Nutr* 2010, **140** : 854-857

DOWLER E, BARLÖSIUS E, FEICHTINGER E, KÖHLER BM. Poverty, food and nutrition. In : *Poverty and food in welfare societies*. KÖHLER BM, FEICHTINGER E, BARLÖSIUS E, DOWLER E (eds). Sigma, Berlin, 1997 : 17-30

DREWNOWSKI A. Energy density, palatability, and satiety: implications for weight control. *Nutr Rev* 1998, **56** : 347-353

DREWNOWSKI A. Fat and sugar: an economic analysis. *J Nutr* 2003, **133** : 838S-840S

DREWNOWSKI A. The cost of US foods as related to their nutritive value. *Am J Clin Nutr* 2010a, **92** : 1181-1188

DREWNOWSKI A. The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods. *Am J Clin Nutr* 2010b, **91** : 1095S-1101S

DREWNOWSKI A, SPECTER SE. Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* 2004, **79** : 6-16

DREWNOWSKI A, DARMON N, BRIEND A. Replacing fats and sweets with vegetables and fruit – a question of cost. *Am J Pub Health* 2004, **94** : 1555-1559

DREWNOWSKI A, MAILLOT M, DARMON N. Testing nutrient profile models in relation to energy density and energy cost. *Eur J Clin Nutr* 2009, **63** : 674-683

DREWNOWSKI A, AGGARWAL A, HURVITZ PM, MONSIVAIS P, MOUDON AV. Obesity and supermarket access: proximity or price? *Am J Public Health* 2012, **102** : e74-e80

DUFFEY KJ, GORDON-LARSEN P, SHIKANY JM, GUILKEY D, JACOBS DR, JR., et coll. Food Price and Diet and Health Outcomes: 20 Years of the CARDIA Study. *Arch Intern Med* 2010, **170** : 420-426

DURAND-GASSELIN S, LUQUET FM. La vie quotidienne autour de l'alimentation. Les modes de vie, les représentations socio-culturelles et les comportements alimentaires de 55 familles à faibles revenus en banlieue parisienne. *Med Nutr* 2000, **1** : 40-52

EPSTEIN LH, JANKOWIAK N, NEDERKOORN C, RAYNOR HA, FRENCH SA, et coll. Experimental research on the relation between food price changes and food-purchasing patterns: a targeted review. *Am J Clin Nutr* 2012, **95** : 789-809

ESTAQUIO C, DRUESNE-PECOLLO N, LATINO-MARTEL P, DAUCHET L, HERCBERG S, et coll. Socioeconomic differences in fruit and vegetable consumption among middle-aged French adults: adherence to the 5 A Day recommendation. *J Am Diet Assoc* 2008, **108** : 2021-2030

FERRIE JE, SHIPLEY MJ, MARMOT MG, STANSFELD SA, SMITH GD. An uncertain future: the health effects of threats to employment security in white-collar men and women. *Am J Public Health* 1998, **88** : 1030-1036

FRAZAO E. Less-energy-dense diets of low-income women in California are associated with higher energy-adjusted costs but not with higher daily diet costs. *Am J Clin Nutr* 2009, **90** : 701-703

FRENCH SA. Pricing effects on food choices. *J Nutr* 2003, **133** : 841S-843S

FRIEL S, WALSH O, MCCARTHY D. The irony of a rich country: issues of financial access to and availability of healthy food in the Republic of Ireland. *J Epidemiol Community Health* 2006, **60** : 1013-1019

GAIGI H, DARMON N. Une étude démontre la pertinence de la distribution de fruits et légumes via l'aide alimentaire. *La Santé de l'homme* 2011, **412** : 50-51

GISKES K, VAN LENTHE FJ, BRUG J, MACKENBACH JP, TURRELL G. Socioeconomic inequalities in food purchasing: the contribution of respondent-perceived and actual (objectively measured) price and availability of foods. *Prev Med* 2007, **45** : 41-48

GLANZ K, BASIL M, MAIBACH E, GOLDBERG J, SNYDER D. Why Americans eat what they do: taste, nutrition, cost, convenience, and weight control concerns as influences on food consumption. *J Am Diet Assoc* 1998, **98** : 1118-1126

GOULET J, LAMARCHE B, LEMIEUX S. A nutritional intervention promoting a Mediterranean food pattern does not affect total daily dietary cost in North American women in free-living conditions. *J Nutr* 2008, **138** : 54-59

GRUNWALD GK, SEAGLE HM, PETERS JC, HILL JO. Quantifying and separating the effects of macronutrient composition and non-macronutrients on energy density. *Br J Nutr* 2001, **86** : 265-276

HAMPSON SE, MARTIN J, JORGENSEN J, BARKER M. A social marketing approach to improving the nutrition of low-income women and children: an initial focus group study. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 1563-1568

HUANG KS. Nutrient elasticities in a complete food demand system. *Am J Agr Econ* 1996, **78** : 21-29

INGLIS V, BALL K, CRAWFORD D. Does modifying the household food budget predict changes in the healthfulness of purchasing choices among low- and high-income women? *Appetite* 2009, **52** : 273-279

JAMES WP, NELSON M, RALPH A, LEATHER S. Socioeconomic determinants of health. The contribution of nutrition to inequalities in health. *BMJ* 1997, **314** : 1545-1549

KATZ DL, DOUGHTY K, NJIKE V, TREU JA, REYNOLDS J, et coll. A cost comparison of more and less nutritious food choices in US supermarkets. *Public Health Nutr* 2011, **14** : 1693-1699

KETTINGS C, SINCLAIR AJ, VOEVODIN M. A healthy diet consistent with Australian health recommendations is too expensive for welfare-dependent families. *Aust N Z J Public Health* 2009, **33** : 566-572

KÖHLER BM, FEICHTINGER E, BARLÖSIUS E, DOWLER E. Poverty and food in welfare societies. Berlin, 1997

LAKDAWALLA D, PHILIPSON T. The growth of obesity and technological change. *Econ Hum Biol* 2009, **7** : 283-293

LEDIKWE JH, BLANCK HM, KETTEL KL, SERDULA MK, SEYMOUR JD, et coll. Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am J Clin Nutr* 2006a, **83** : 1362-1368

LEDIKWE JH, BLANCK HM, KHAN LK, SERDULA MK, SEYMOUR JD, et coll. Low-energy-density diets are associated with high diet quality in adults in the United States. *J Am Diet Assoc* 2006b, **106** : 1172-1180

LEIBTAG ES, KAUFMAN PR. Exploring food purchase behavior of low-income households. How do they economize? *Current Issues in Economics of Food Markets Agriculture Information Bulletin* 2003, **747-07** : 1-7

LENNERNAS M, FJELLSTROM C, BECKER W, GIACHETTI I, SCHMITT A, et coll. Influences on food choice perceived to be important by nationally- representative samples of adults in the European Union. *Eur J Clin Nutr* 1997, **51** : S8-S15

LIPSKY LM. Are energy-dense foods really cheaper? Reexamining the relation between food price and energy density. *Am J Clin Nutr* 2009, **90** : 1397-1401

LISSNER L, LEVITSKY DA, STRUPP BJ, KALKWARF HJ, ROE DA. Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects. *Am J Clin Nutr* 1987, **46** : 886-892

LLOYD HM, PAISLEY CM, MELA DJ. Barriers to the adoption of reduced-fat diets in a UK population. *J Am Diet Assoc* 1995, **95** : 316-322

LOPEZ CN, MARTINEZ-GONZALEZ MA, ALONSO A, SANCHEZ-VILLEGAS A, DE LA FC, et coll. Cost of compliance with daily recommended values of micronutrients among a cohort of Spanish university graduates: the SUN (Seguimiento Universidad de Navarra) Study. *Public Health Nutr* 2009a, **12** : 2092-2096

LOPEZ CN, MARTINEZ-GONZALEZ MA, SANCHEZ-VILLEGAS A, ALONSO A, PIMENTA AM, et coll. Costs of Mediterranean and Western dietary patterns in a Spanish cohort and their relationship with prospective weight change. *J Epidemiol Community Health* 2009b, **63** : 920-927

MACDIARMID JI, KYLE J, HORGAN GW, LOE J, FYFE C, et coll. Sustainable diets for the future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *Am J Clin Nutr* 2012, **96** : 632-639

MACDONALD A, FORSYTHE WI. The cost of nutrition and diet therapy for low-income families. *Hum Nutr Appl Nutr* 1986, **40** : 87-96

MAILLOT M, DARMON N, DARMON M, LAFAY L, DREWNOWSKI A. Nutrient-dense food groups have high energy costs: an econometric approach to nutrient profiling. *J Nutr* 2007a, **137** : 1815-1820

MAILLOT M, DARMON N, VIEUX F, DREWNOWSKI A. Low energy density and high nutritional quality are each associated with higher diet costs in French adults. *Am J Clin Nutr* 2007b, **86** : 690-696

MAILLOT M, FERGUSON EL, DREWNOWSKI A, DARMON N. Nutrient profiling can help identify foods of good nutritional quality for their price: a validation study with linear programming. *J Nutr* 2008, **138** : 1107-1113

MAILLOT M, DARMON N, DREWNOWSKI A. Are the lowest-cost healthful food plans culturally and socially acceptable? *Public Health Nutr* 2010, **13** : 1178-1185

MCALLISTER M, BAGHURST KI, RECORD S. Financial costs of healthful eating: a comparison of three different approaches. *J Nutr Educ* 1994, **26** : 131-139

MCCRORY MA, SALTZMAN E, ROLLS BJ, ROBERTS SB. A twin study of the effects of energy density and palatability on energy intake of individual foods. *Physiol Behav* 2006, **87** : 451-459

MCLAUGHLIN C, TARASUK V, KREIGER N. An examination of at-home food preparation activity among low-income, food-insecure women. *J Am Diet Assoc* 2003, **103** : 1506-1512

MENARD C, DUMAS C, GILLOT N, LAURENT L, LABARBE B, et coll. The French OQALI survey on dairy products: comparison of nutrient contents and other nutrition information on labels among types of brands. *J Hum Nutr Diet* 2012, **25** : 323-333

MITCHELL DC, SHANNON BM, MCKENZIE J, SMICKLAS-WRIGHT H, MILLER BM, et coll. Lower fat diets for children did not increase food costs. *Journal of Nutrition Education* 2000, **32** : 100-103

MONSIVAIS P, DREWNOWSKI A. The rising cost of low-energy-density foods. *J Am Diet Assoc* 2007, **107** : 2071-2076

MONSIVAIS P, DREWNOWSKI A. Lower-energy-density diets are associated with higher monetary costs per kilocalorie and are consumed by women of higher socioeconomic status. *J Am Diet Assoc* 2009, **109** : 814-822

MONSIVAIS P, JOHNSON DB. Improving nutrition in home child care: are food costs a barrier? *Public Health Nutr* 2012, **15** : 370-376

MONSIVAIS P, AGGARWAL A, DREWNOWSKI A. Following federal guidelines to increase nutrient consumption may lead to higher food costs for consumers. *Health Aff (Millwood)* 2011, **30** : 1471-1477

MONSIVAIS P, AGGARWAL A, DREWNOWSKI A. Are socio-economic disparities in diet quality explained by diet cost? *J Epidemiol Community Health* 2012, **66** : 530-535

MORRIS JN, DONKIN AJ, WONDERLING D, WILKINSON P, DOWLER EA. A minimum income for healthy living. *J Epidemiol Commun Health* 2000, **54** : 885-889

MORRIS J, WILKINSON P, DANGOUR AD, DEEMING C, FLETCHER A. Defining a minimum income for healthy living (MIHL): older age, England. *Int J Epidemiol* 2007, **36** : 1300-1307

MURAKAMI K, SASAKI S, OKUBO H, TAKAHASHI Y, HOSOI Y, ITABASHI M. Monetary costs of dietary energy reported by young Japanese women: association with food and nutrient intake and body mass index. *Public Health Nutr* 2007a, **10** : 1430-1439

MURAKAMI K, SASAKI S, TAKAHASHI Y, UENISHI K. Dietary energy density is associated with body mass index and waist circumference, but not with other metabolic risk factors, in free-living young Japanese women. *Nutrition* 2007b, **23** : 798-806

MURAKAMI K, SASAKI S, TAKAHASHI Y, UENISHI K. Monetary cost of self-reported diet in relation to biomarker-based estimates of nutrient intake in young Japanese women. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 1290-1297

NEAULT N, COOK JT, MORRIS V, FRANK DA. The real cost of a healthy diet: healthful foods are out of reach for low income families in Boston, Massachusetts. Medical Center Department of Pediatrics, August 2005. Accessed on December 28, 2006 from: http://dcc2.bumc.bu.edu/csnaublic/HealthyDiet_Aug2005.pdf

NELSON M, DICK K, HOLMES B. Food budget standards and dietary adequacy in low-income families. *Proc Nutr Soc* 2002, **61** : 569-577

NICHÈLE V, ANDRIEU E, BOIZOT-SZANTAÏ C, CAILLAVET F, DARMON N. L'évolution des achats alimentaires: 30 ans d'enquêtes de ménages en France. *Cah Nutr Diet* 2008, **43** : 123-130

OTTELIN AM, LINDSTROM J, PELTONEN M, MARTIKAINEN J, UUSITUPA M, et coll. Costs of a self-selected, health-promoting diet among the participants of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes Care* 2007, **30** : 1275-1277

POWELL LM. Fast Food Costs and Adolescent Body Mass Index: Evidence from Panel Data. *J Health Econ* 2009, **28** : 963-970

RAYNOR HA, KILANOWSKI CK, ESTERLIS I, EPSTEIN LH. A cost-analysis of adopting a healthful diet in a family-based obesity treatment program. *J Am Diet Assoc* 2002, **102** : 645-656

REHM CD, MONSIVAIS P, DREWNOWSKI A. The quality and monetary value of diets consumed by adults in the United States. *Am J Clin Nutr* 2011, **94** : 1333-1339

RICCIUTO L, IP H, TARASUK V. The relationship between price, amounts of saturated and trans fats, and nutrient content claims on margarines and oils. *Can J Diet Pract Res* 2005, **66** : 252-255

RICCIUTO L, LIN K, TARASUK V. A comparison of the fat composition and prices of margarines between 2002 and 2006, when new Canadian labelling regulations came into effect. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 1270-1275

ROLLS BJ, BELL EA. Intake of fat and carbohydrate: role of energy density. *Eur J Clin Nutr* 1999, **53** : S166-S173

ROLLS BJ, DREWNOWSKI A, LEDIKWE JH. Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *J Am Diet Assoc* 2005, **105** : S98-103

ROSE D, CHARLTON KE. Quantitative indicators from a food expenditure survey can be used to target the food insecure in South Africa. *J Nutr* 2002, **132** : 3235-3242

RUFFIEUX B, DARMON N, MULLER L, LACROIX A. Impact of food price policies on daily food choices of low-income women, a field experiment. 19th International Congress of Nutrition (ICN), 2009. Bangkok, Thailand, 5-9 Octobre 2009. *Ann Nutr Metab* 2010, **55** (suppl 1), Abstract p. 140. Distinguished Poster

RYDEN PJ, HAGFORS L. Diet cost, diet quality and socio-economic position: how are they related and what contributes to differences in diet costs? *Public Health Nutr* 2011, **14** : 1680-1692

SCHRODER H, MARRUGAT J, COVAS MI. High monetary costs of dietary patterns associated with lower body mass index: a population-based study. *Int J Obes (Lond)* 2006, **30** : 1574-1579

SCHRODER H, VILA J, MARRUGAT J, COVAS MI. Low energy density diets are associated with favorable nutrient intake profile and adequacy in free-living elderly men and women. *J Nutr* 2008, **138** : 1476-1481

STAFF AT THE CENTER FOR NUTRITION POLICY AND PROMOTION, LINO M. The Thrifty Food Plan, 1999: revisions of the market baskets. *Family Economics and Nutrition Review* 2001, **13** : 50-63

STENDER S, SKOVBY F, HARALDSDOTTIR J, ANDRESEN GR, MICHAELSEN KF, et coll. Cholesterol-lowering diets may increase the food costs for Danish children. A cross-sectional study of food costs for Danish children with and without familial hypercholesterolaemia. *Eur J Clin Nutr* 1993, **47** : 776-786

STIGLER GJ. The cost of subsistence. *J Farm Econ* 1945, 303-314

TARASUK V, MCINTYRE L, LIJ. Low-Income women's dietary intakes are sensitive to the depletion of household resources in one month. *J Nutr* 2007, **137** : 1980-1987

TOWNSEND MS, AARON GJ, MONSIVAIS P, KEIM NL, DREWNOWSKI A. Less-energy-dense diets of low-income women in California are associated with higher energy-adjusted diet costs. *Am J Clin Nutr* 2009, **89** : 1220-1226

VLISMAS K, PANAGIOTAKOS DB, PITSAVOS C, CHRYSOHOOU C, SKOUMAS Y, et coll. Quality, but not cost, of diet is associated with 5-year incidence of CVD: the ATTICA study. *Public Health Nutr* 2010, **13** : 1890-1897

VOZORIS N, DAVIS B, TARASUK V. The affordability of a nutritious diet for households on welfare in Toronto. *Can J Public Health* 2002, **93** : 36-40

WATERLANDER WE, DE HAAS WE, VAN A, I, SCHUIT AJ, TWISK JW, et coll. Energy density, energy costs and income - how are they related? *Public Health Nutr* 2010a, **13** : 1599-1608

WATERLANDER WE, DE MUL A, SCHUIT AJ, SEIDELL JC, STEENHUIS IH. Perceptions on the use of pricing strategies to stimulate healthy eating among residents of deprived neighbourhoods: a focus group study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010b, **7** : 44

WATERLANDER WE, STEENHUIS IH, DE BOER MR, SCHUIT AJ, SEIDELL JC. Introducing taxes, subsidies or both: the effects of various food pricing strategies in a web-based supermarket randomized trial. *Prev Med* 2012, **54** : 323-330

WCRF/AICR. Food, nutrition physical activity and the prevention of cancer: a global perspective. WORLD CANCER RESEARCH FUND/ AMERICAN INSTITUTE OF CANCER RESEARCH (ed). Association International for Cancer Research (AICR), Washington, 2007

WEST E, LAMP C, BLOOCK JOY A, MURPHY S, HUDES M, et coll. Food preparation practices influence nutrition. *California Agriculture* 1999, Jan-Feb : 32

WHITE HOUSE TASK FORCE ON CHILHOOD OBESITY. Solving the problem of childhood obesity within a generation. *Report to the President Obama*, 2010

WHO report. Global strategy on diet, physical activity and health. World Health Organization, May 2004. Disponible à l'adresse : <http://www.who.int>.

WIIG K, SMITH C. The art of grocery shopping on a food stamp budget: factors influencing the food choices of low-income women as they try to make ends meet. *Public Health Nutr* 2009, **12** : 1726-1734

WILDE PE, LLOBRERA J. Using the Thrifty Food Plan to assess the cost of a nutritious diet. *J Consum Affairs* 2009, **43** : 274-304

WILLETT WC, SACKS F, TRICHOPOULOU A, DRESCHER G, FERRO-LUZZI A, et coll. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr* 1995, **61** : 1402S-1406S

WILLIAMS PL, JOHNSON CP, KRATZMANN ML, JOHNSON CS, ANDERSON BJ, et coll. Can households earning minimum wage in Nova Scotia afford a nutritious diet? *Can J Public Health* 2006, **97** : 430-434

YOU W, ZHANG G, DAVY BM, CARLSON A, LIN BH. Food consumed away from home can be a part of a healthy and affordable diet. *J Nutr* 2009, **139** : 1994-1999