HAL
open science

Contexte : de nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires. Une incertitude croissante et des contraintes en augmentation

Catherine C. Esnouf, Nicolas Bricas, Armelle Champenois, Marie Russel

To cite this version:

Catherine C. Esnouf, Nicolas Bricas, Armelle Champenois, Marie Russel. Contexte : de nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires. Une incertitude croissante et des contraintes en augmentation. Chapitre 1. 2011. hal-02804320

HAL Id: hal-02804320

https://hal.inrae.fr/hal-02804320v1

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

duALIne - durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche

Chapitre 1

Contexte : de nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires

Auteurs

Catherine Esnouf
Inra, UAR0233 CODIR Collège de Direction, 75007 Paris

Nicolas Bricas
Cirad, UMR MOISA Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs, 34000 Montpellier

Contributeurs

Armelle Champenois
Inra UR1303 ALISS Alimentation et Sciences Sociales, 94200 Ivry-sur-Seine

Marie Russel
Inra, UAR0233 CODIR Collège de Direction, 75007 Paris

juillet 2011 – mise à jour novembre 2011

Pour citer ce document :

Esnouf, C. et Bricas, N., 2011. Contexte : de nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires, *in : duALIne - durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche*, Esnouf, C., Russel, M. et Bricas, N. (Coords.), Rapport Inra-Cirad (France), 9-26

L'ouvrage duALIne est paru chez Quae en décembre 2011 :

Esnouf, C., Russel, M. et Bricas, N. (Coords.), 2011. *Pour une alimentation durable. Réflexion stratégique duALIne*, Paris, Éditions Quae, 288 p.

Ce chapitre et le rapport complet sont disponibles en ligne sur les sites Inra et Cirad :

- http://www.inra.fr/l_institut/prospective/rapport_dualine
- http://www.cirad.fr/publications-ressources/editions/etudes-et-documents/dualine

Chapitre 1. De nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires

Auteurs : Catherine Esnouf et Nicolas Bricas

Contributeurs : Armelle Champenois et Marie Russel

Le contexte se caractérise par une incertitude croissante et des contraintes en augmentation.

Les termes de l'équation mondiale de la suffisance alimentaire sont connus : la planète devra assurer l'alimentation de plus de 9 milliards d'individus en 2050, satisfaire en outre des demandes non alimentaires accrues compte tenu de la raréfaction croissante des énergies fossiles, tout cela dans le cadre d'un développement respectueux de l'environnement et des hommes. La prospective Agrimonde, menée conjointement par le Cirad et l'Inra (Paillard *et al.*, 2010), montre qu'une telle ambition n'est pas impossible, sous réserve que certaines conditions soient satisfaites, en particulier une augmentation durable des rendements du côté de l'offre et une amélioration des taux d'utilisation des produits agricoles aux différents stades, en incluant la réduction des pertes et gaspillages, de la sortie de l'exploitation à l'assiette du consommateur, et une éventuelle réduction ou modification des régimes alimentaires du côté de la demande. Il faudra en outre des échanges augmentés et sécurisés dans la mesure où l'Afrique et l'Asie, où les augmentations de la population seront les plus fortes, resteront déficitaires en produits agricoles et agroalimentaires. Enfin, le contexte de l'alimentation dans l'avenir est caractérisé par l'augmentation des incertitudes et de fortes contraintes.

Ces éléments permettent de cadrer les enjeux auxquels devrait satisfaire une alimentation durable.

1. Démographie et incertitude

Les projections démographiques s'accordent pour considérer que la population mondiale commencera à se stabiliser vers 2050, c'est pourquoi cet horizon temporel est souvent retenu comme point d'arrivée des prospectives. Il se situe aux environs de 9 milliards d'habitants, soit une croissance de 50 % par rapport à la population de l'an 2000 (6 milliards) et de 43 % par rapport à 2005.

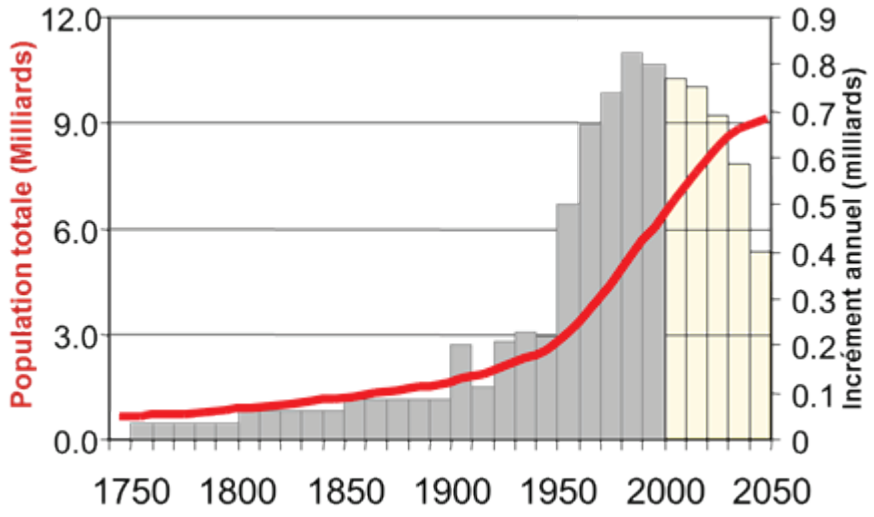

Figure 1.1. De 3,1 à 6,5 milliards d'habitants entre 1950 et 2000, vers 9 milliards en 2050 (source ONU).

Toutefois, de fortes incertitudes demeurent, liées en particulier aux perspectives de régulation de la natalité. Ainsi, les projections évoluent-elles de 7 à 10 milliards, avec un pic possible pour un scénario, néanmoins de faible probabilité, de 12 milliards en 2100.

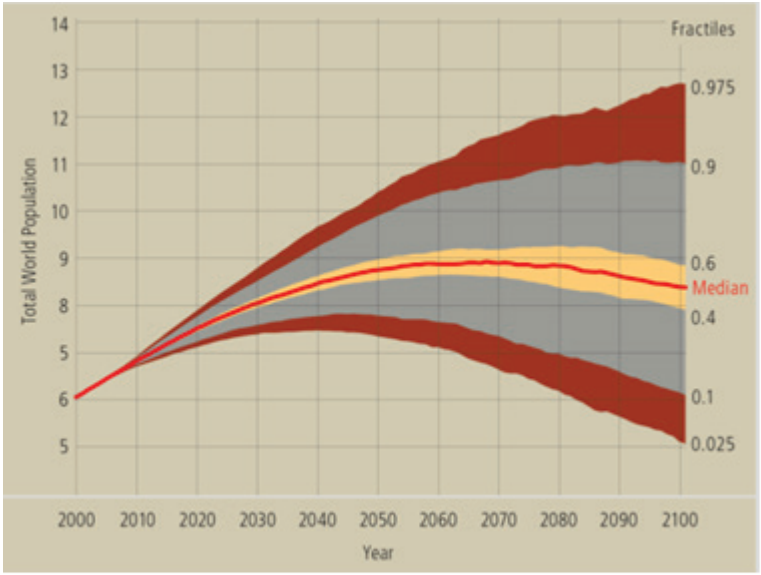

Figure 1.2. Incertitudes de l'augmentation de la population (d'après Lutz *et al.*, 2001).

Deux éléments majeurs en termes démographiques sont, d'une part, le vieillissement de la population, qui ne concernera pas que les pays développés, mais également les pays émergents – l'âge moyen mondial est de 28 ans en 2005 et serait de 38 ans en 2050 (Lutz *et al.*, 2008) – et, d'autre part, l'urbanisation. Si aujourd'hui la population est pour moitié urbaine, cette proportion sera de 70 % en 2050.

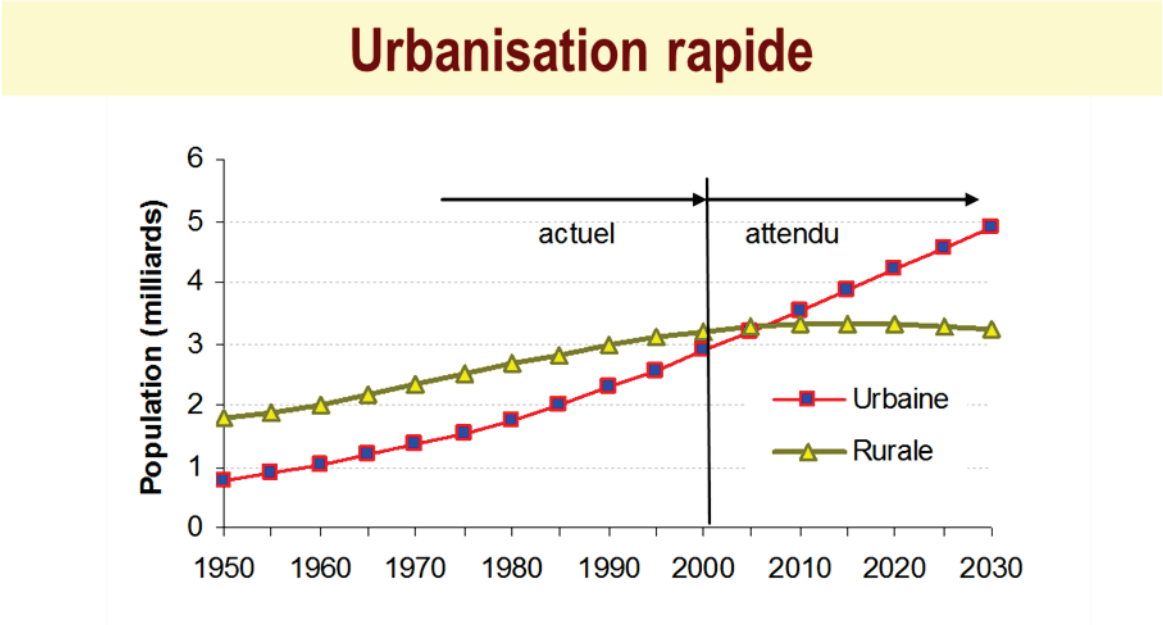

Figure 1.3. D'ici 30 ans, les deux tiers de la population mondiale sera urbaine (d'après United Nation, 2004).

2. Le défi de la sécurité alimentaire mondiale

Le sommet mondial de l'alimentation de 1996 considère que « la sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tous temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine » (FAO, 1996).

En termes quantitatifs, il est important de distinguer les disponibilités apparentes des consommations réelles. Les disponibilités apparentes sont les quantités produites, auxquelles sont ajoutées les importations et l'augmentation des stocks, déduites les exportations, la diminution des stocks et l'estimation des pertes à la récolte. Elles ne tiennent pas compte des pertes et gaspillages postérieurs à la récolte (estimés entre 30 % et 50 % dans les pays développés). Elles ne représentent donc que d'une façon imparfaite la consommation ; ainsi la disponibilité apparente dans les pays développés est de l'ordre de 3 500 à 4 000 kcal/j alors que les consommations réelles, plus proches des besoins nutritionnels, sont d'environ 2 000 kcal/j. Toutefois, les disponibilités sont les seules données disponibles pour tous les pays du monde et pour chaque année depuis 1960 (figure 1.4).

En moyenne, il est important de retenir que 57 % des calories initiales ne sont pas consommées.

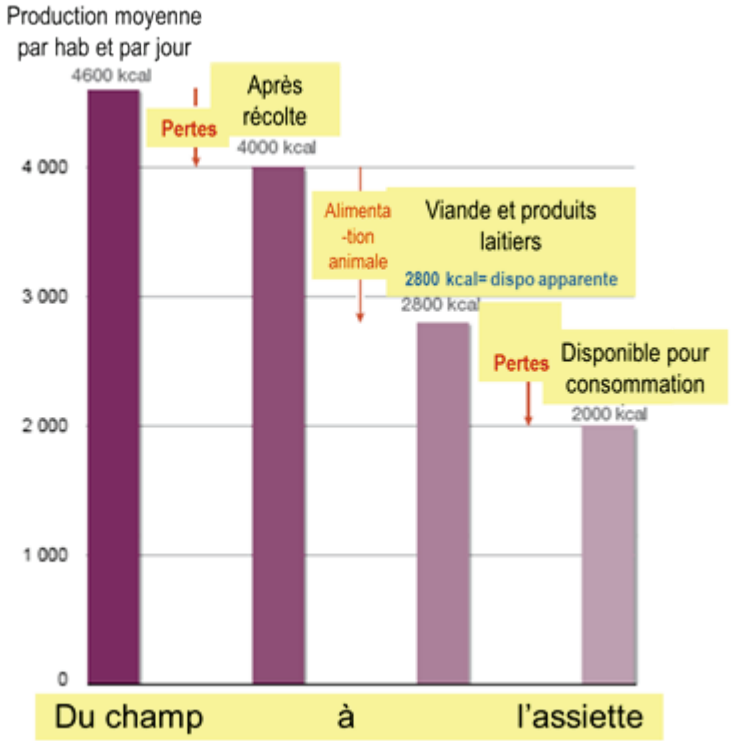

Figure 1.4. Du champ à l'assiette, le chemin des kilocalories (en kilocalories par jour et par personne). (d'après Smil, 2000).

En moyenne mondiale, la disponibilité actuelle est de 2 800 kcal par personne et par jour (Smil, 2000). Elle est très inégalement répartie, de 2 160 dans les pays les moins avancés à 3 730 en Amérique du Nord). De fait, les populations sous-alimentées sont elles aussi très inégalement réparties.Figure 1.5 : (FAO-ONU, 2009).

Selon la FAO, on parle de sous-alimentation lorsque l'apport calorique est inférieur aux

besoins énergétiques alimentaires minimaux. Ceux-ci correspondent à la quantité d'énergie nécessaire à la pratique d'une activité légère et au poids minimum acceptable pour une taille donnée. Ils diffèrent selon les pays et varient tous les ans en fonction du sexe et de la pyramide des âges (FAO, 2010).

La méthode de décompte de la FAO utilisée dans la figure 1.5 ne prend en compte que les calories. Elle estime le nombre de personnes sous-alimentées à partir des données disponibles relatives à la population (calcul des besoins énergétiques par catégories de la pyramide des âges ; données révisées en 2008), à la production vivrière, au commerce et à la distribution des produits alimentaires ou à la distribution des revenus. Elle est régulièrement critiquée pour ses insuffisances et approximations, et différentes institutions (USDA, Banque mondiale, etc.) utilisent d'autres modes de calcul. Un article récent mentionne brièvement ces différents indices, leur utilisation, avantages et inconvénients (Masset, 2011).

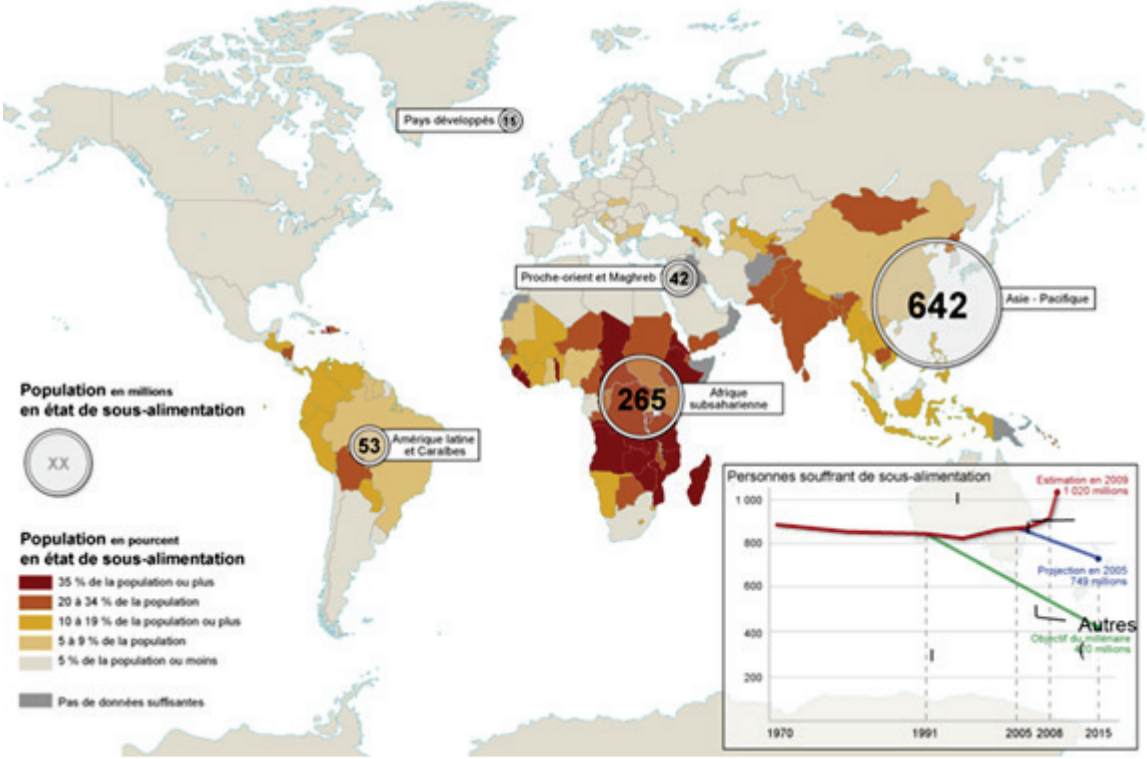

Figure 1.5. Répartition inégale de la population sous-alimentée (© Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2009).

L'insécurité alimentaire est souvent reliée à l'insuffisance de la production agricole. Cette production a néanmoins connu une croissance significative dans les diverses zones du monde, à l'exception notable de l'ex-Union soviétique et de l'Afrique, où l'augmentation fut moindre en chiffres absolus.

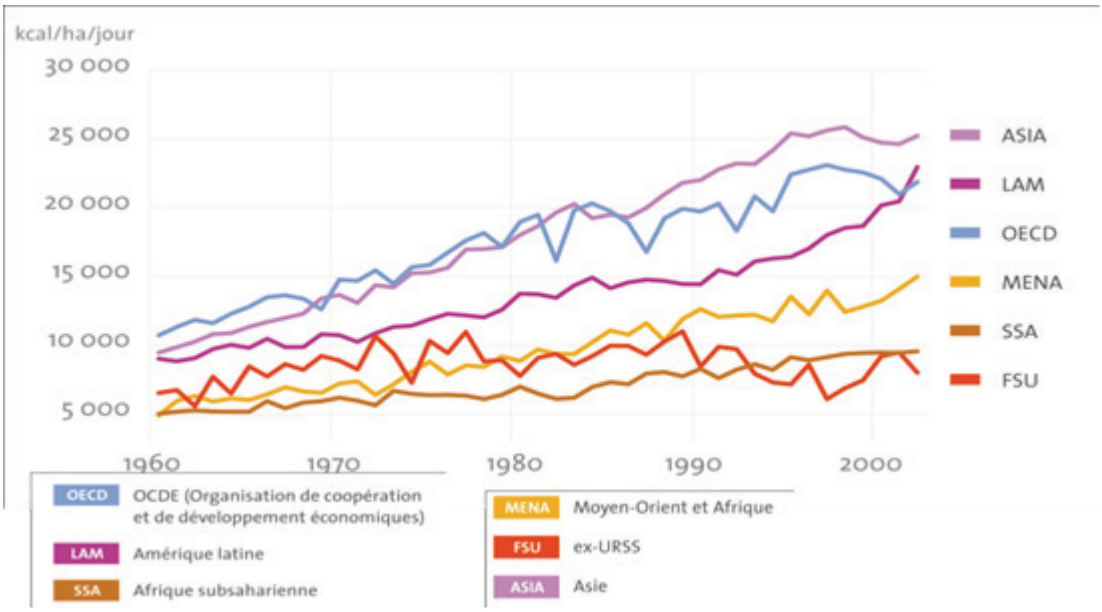

Figure 1.6. Production alimentaire par hectare cultivé (1961-2003) (source : prospective *Agrimonde,* Paillard *et al*., 2010).

Bien que la production agricole et les disponibilités alimentaires par habitant se soient accrues, le nombre de personnes en insécurité alimentaire a augmenté à partir du milieu des années 1990 après avoir baissé durant les deux décennies 1970 et 1980.

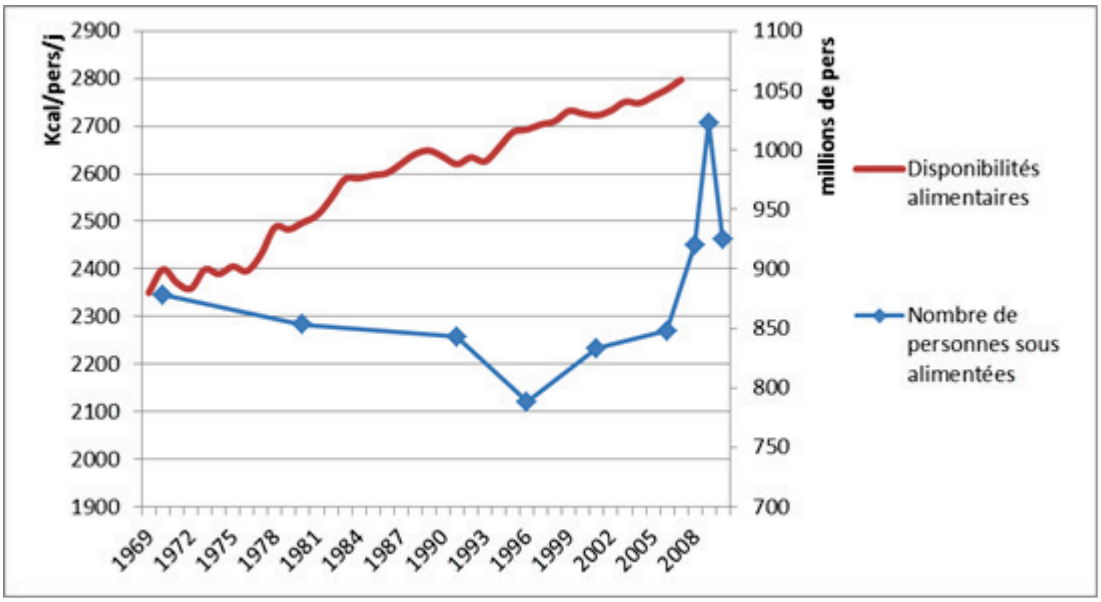

Figure 1.7. Évolution des disponibilités alimentaires et du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde (données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture -STAT).

Ainsi, l'augmentation de la production alimentaire ne suffit pas à réduire la sous-alimentation. Ce sont la richesse insuffisante et l'accroissement des inégalités (qui se traduit par une augmentation du nombre de pauvres qui n'ont pas accès à l'alimentation) qui expliquent cette situation. Les pays développés comptent ainsi, en 2010, 19 millions de personnes sous-alimentées. En France, pays pourtant exportateur de denrées agricoles, le nombre de personnes se déclarant en insécurité alimentaire était estimé à au moins un million de

personnes en 2008 (Escalon *et al.*, 2009).

Les crises des prix alimentaires sur les marchés internationaux de 2007-2008 et 2010-2011 ont aggravé la situation des populations vulnérables. Certains observateurs (Brown, 2011; Evans, 2009; 2010; Freibauer et al., 2011; Heinberg and Bomford 2009; Koning et al., 2008; McIntyre et al., 2009; Schaffnit-Chatterjee, 2009; Sjauw-Koen-Fa, 2009) considèrent que ces hausses des prix marquent la fin d'une période d'abondance voire d'excédents de production et le début d'une période de marchés plus tendus, du fait notamment de l'augmentation de la demande alimentaire (notamment en produits animaux) et de la demande agroénergétique dans les pays développés et émergents. L'évolution des modes de consommation et le rapport entre consommation et disponibilités alimentaires (liée aux pertes et gaspillages) sont ainsi interrogés. La crise financière, bancaire et économique de 2008-2009 a augmenté le nombre de sous-alimentés de 100 millions.

Selon la prospective Agrimonde (Paillard *et al.*, 2010), si on compare deux scénarios de consommation, l'un avec une poursuite tendancielle de l'augmentation des calories d'origine animale et un régime tendanciel dans les pays de l'OCDE, l'autre avec une réduction de 25 % des calories disponibles dans les pays de l'OCDE et une division par deux des calories d'origine animale (1 200 à 500 kcal par habitant et par jour) dans ces mêmes pays, les besoins agricoles mondiaux en 2050 passent de 53 000 à 37 000 Gkcal/j. Ils permettent ainsi un équilibre quantitatif, sans augmentation importante des rendements et des terres cultivées. Pour relever le défi des évolutions futures, il apparaît donc nécessaire de s'interroger sur les modes de consommation et plus seulement sur les moyens d'augmenter les disponibilités.

Les politiques agricoles et alimentaires mises en place depuis les années 1980 ont été marquées par une vision libérale : réduction du soutien aux productions agricoles nationales, libéralisation du commerce pour faire jouer les avantages comparatifs et réduire les coûts des produits, extension de ce commerce pour faire face aux risques de défaillance de telle ou telle zone, recours aux importations en cas de déficit de l'offre locale pour bénéficier des prix les plus bas pour les consommateurs et mise en place de filets de sécurité aux niveaux national et international, en particulier par le biais de l'aide alimentaire. La crise de 2008 est la première crise de grande ampleur après plus de deux décennies de libéralisation et pourrait remettre en cause la pérennité de ces options politiques. Les flambées des prix remettent en cause la confiance dans le seul marché international pour sécuriser ses approvisionnements alimentaires et conduisent à des positions défensives (blocage des exportations) et/ou « agressives » (acquisitions de terres à l'étranger pour sécuriser sa production). Le blocage du cycle de Doha en témoigne, pour partie. Les inégalités sociales entre pays et au sein même des pays ont fortement augmenté. C'est d'abord une question d'insuffisance de développement économique et d'inégale répartition des fruits de la croissance, inter et intrapays. Elles posent la question du coût croissant des filets sociaux ou des subventions aux produits de première nécessité qui deviennent difficiles à supporter budgétairement pour nombre de pays à faibles revenus.

Les crises alimentaires ont été longtemps considérées comme des problèmes nationaux. Elles étaient atténuées, pour des raisons humanitaires, par des transferts d'excédents de production sous forme d'aide alimentaire. Or les émeutes de 2008, provoquées par les flambées des prix agricoles, ont montré que des crises, auparavant localisées, pouvaient concerner de très nombreuses zones du monde (37 situations selon la FAO), devenir ainsi un phénomène mondial et affecter la stabilité de l'ensemble de la planète. Cette situation inédite conduit à envisager la sécurité alimentaire comme un bien public mondial et plus seulement comme un problème local. Mais les formes que pourrait prendre la gestion de ces crises, si elles se renouvellent, devront sans doute évoluer dans un contexte de possible raréfaction des excédents agricoles des pays traditionnellement gros exportateurs. C'est bien là encore

que sont interrogés les modes de consommation qui affectent désormais les équilibres sur les marchés internationaux et la sécurité alimentaire. L'accès à l'alimentation de tous les pays devient un problème de chacun des pays.

3. Changement climatique

L'évolution passée montre une évolution des températures moyennes mondiales de 0,8 °C depuis 140 ans et significativement de 0,6 °C les 50 dernières années.

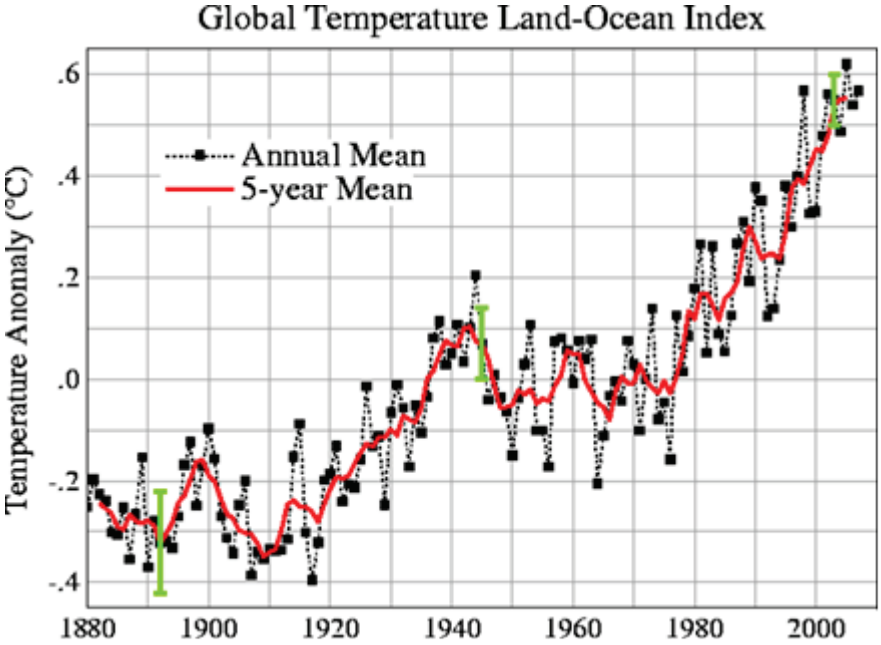

Figure 1.8. Vitesse d'évolution du climat depuis 50 ans (Source : NASA-Goddard Institute for Space Studies).

La conséquence de cette évolution n'est pas seulement le réchauffement de la température du globe et les changements des conditions de production agricole qu'il entraîne. Dans son rapport 2007, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) souligne en effet qu'une des conséquences du changement climatique est l'accroissement de la fréquence et de la gravité d'accidents climatiques, sécheresses ou inondations. Cette situation pourrait contribuer à augmenter l'instabilité de la production et par suite celle des marchés et des prix (Pachauri and Reisinger, 2007).

Ces évolutions climatiques sont pour l'essentiel liées à des activités anthropiques et aux émissions de gaz à effet de serre qu'elles entraînent, parmi lesquelles l'agriculture représente 14 %, le changement d'affectation des terres 18 % et le transport 14 % (figure 1.9). Les émissions de l'industrie agroalimentaire sont réparties dans les différents secteurs (industrie, transport, énergie, construction). Une approximation de ces émissions par les consommations d'énergie est présentée dans le point 1.4, même si, dans le cas de l'agriculture, énergie et gaz à effet de serre sont très différents (N_2O, CH_4, C sol…).

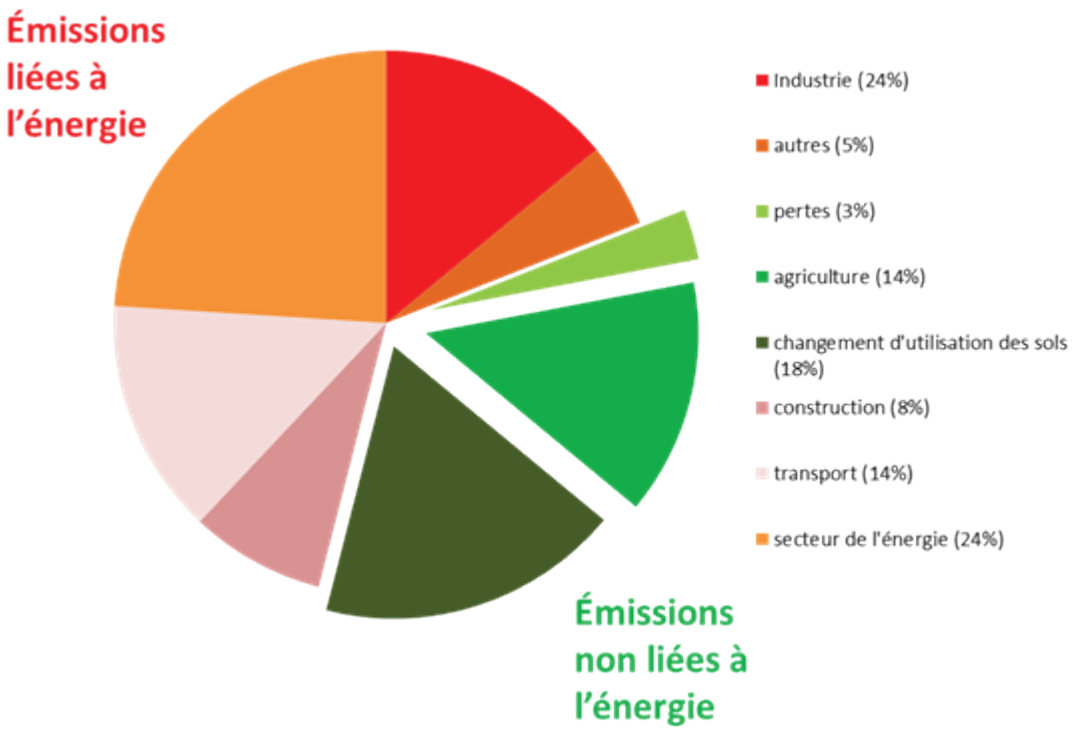

Figure 1.9. Effet de serre : un phénomène naturel renforcé par les activités humaines (CO_2, CH_4, N_2O…). Émissions totales en 2000 : 42 GteqCO_2 (d'après Rapport Giec : Pachauri and Reisinger, 2007).

Ces évolutions doivent être maîtrisées et même inversées pour limiter les conséquences sur les températures, les dérèglements climatiques et leurs conséquences. D'après les travaux du Giec cités par la *Prospective Vega* (Gauvrit and Mora, 2010), l'objectif de stabilisation de la concentration de CO_2 atmosphérique à 450 ppm, nécessaire pour limiter l'augmentation de la température moyenne du globe en deçà de 4 C, implique une division par deux des émissions de CO_2 en moyenne à l'échelle mondiale d'ici 2050, avec une division par quatre pour les pays industrialisés déjà fortement émetteurs[1].

Pour contribuer à la limitation des émissions de gaz à effet de serre, l'agriculture et les systèmes alimentaires devront fortement se réformer et ces évolutions pourraient compromettre la sécurité alimentaire mondiale. À l'inverse, si ces évolutions ne sont pas maîtrisées, les zones de production agricoles mondiales évolueront, avec des déplacements éventuels de population importants.

[1] En France, l'expression de « facteur 4 » est employée pour baptiser la déclinaison à l'échelle nationale de l'objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de temps de 40 ans (2050). Cet objectif « facteur 4 » a été successivement inscrit dans la stratégie nationale de développement durable, en juin 2003, dans le Plan climat de juillet 2004, dans la Loi de programme fixant les orientations de sa politique énergétique en juillet 2005, avec confirmation en 2007 dans le Grenelle de l'Environnement. Le facteur 4 était initialement employé par les membres du Club de Rome pour désigner plus largement la multiplication par 4 de l'efficience des modes de production nécessaire à la préservation des ressources et de l'énergie.

4. Impacts des systèmes alimentaires sur l'environnement

La Commission européenne a lancé en 2004 une étude pour identifier les catégories de produits de consommation ayant le plus fort impact sur l'environnement dans l'Europe des 25 (UE-25). Les experts se sont basés sur l'analyse de cycle de vie des produits (biens et services) consommés par les ménages et les gouvernements de l'Union européenne, incluant l'extraction des ressources, la production pour le marché intérieur, l'utilisation et la gestion des déchets (à l'intérieur comme à l'extérieur de l'UE-25). Pour chaque catégorie de produits, l'impact a été caractérisé en fonction du volume total de la catégorie consommée et rapporté à l'euro dépensé. Les huit impacts environnementaux étudiés étaient l'épuisement des ressources abiotiques, l'acidification, l'écotoxicité, le réchauffement global, l'eutrophisation, la toxicité humaine, la destruction de la couche d'ozone et la formation d'agents photo-oxydants. Cette étude EIPRO : *Environmental Impact of Products* (Tukker *et al.*, 2006) a montré que trois grandes catégories de produits, qui comptent pour 60 % des dépenses de consommation, sont à l'origine de 70 à 80 % de l'impact total de la consommation européenne sur l'environnement ainsi défini : l'alimentation et les boissons, le transport et le logement. L'alimentation et les boissons comptent pour 20 à 30 % de l'impact global ; la viande et les produits animaux représentent à eux seuls de 4 à 12 % de l'impact total de la consommation européenne selon l'indicateur environnemental retenu.

Bien que la consommation énergétique soit un indicateur imparfait des impacts sur l'environnement, deux études sur les consommations des différentes activités du système alimentaire permettent de se rendre compte de l'impact des activités en aval de la production agricole proprement dite. Au Royaume-Uni, la consommation énergétique cumulée de l'ensemble du système alimentaire représente environ 13 % de l'énergie consommée dans le pays. Au sein de cette consommation du système alimentaire, l'agriculture au sens strict ne représente que 5 % de l'énergie.

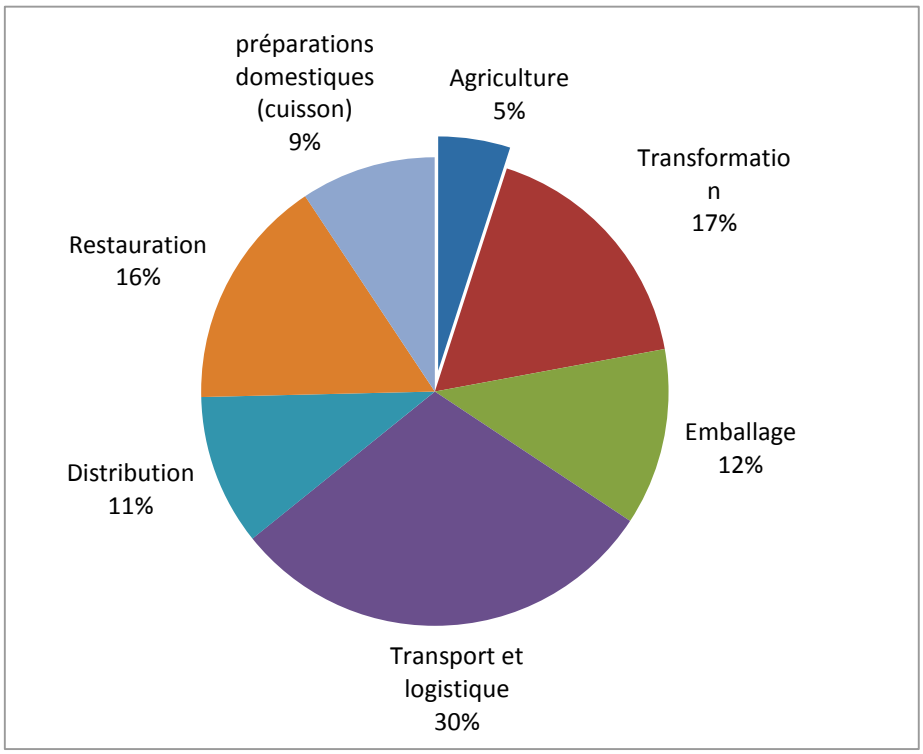

Figure 1.10. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire britannique en 2002 (d'après Smith *et al.*, 2005).

Aux États-Unis, la structure est similaire, mais l'agriculture représente une part nettement plus importante de la consommation énergétique de l'ensemble du système alimentaire, soit 22 %. (Heller and Keoleian, 2000). On constate ainsi, selon les pays, une nette différence des chiffres (un rapport de un à quatre pour l'agriculture), qui peut s'expliquer par des différences de méthodes de mesure mais aussi par l'importance relative de la production agricole par rapport aux importations dans le système alimentaire. Ces chiffres ne comptabilisent en effet pas la consommation énergétique de l'agriculture des pays desquels les aliments sont importés.

Les activités de transformation, commercialisation et transport totalisent plus du double (47 %) de la consommation énergétique de l'agriculture aux États-Unis

Au final, dans ce pays, il faut dépenser 7,3 calories dans le système agricole et alimentaire pour produire une calorie alimentaire.

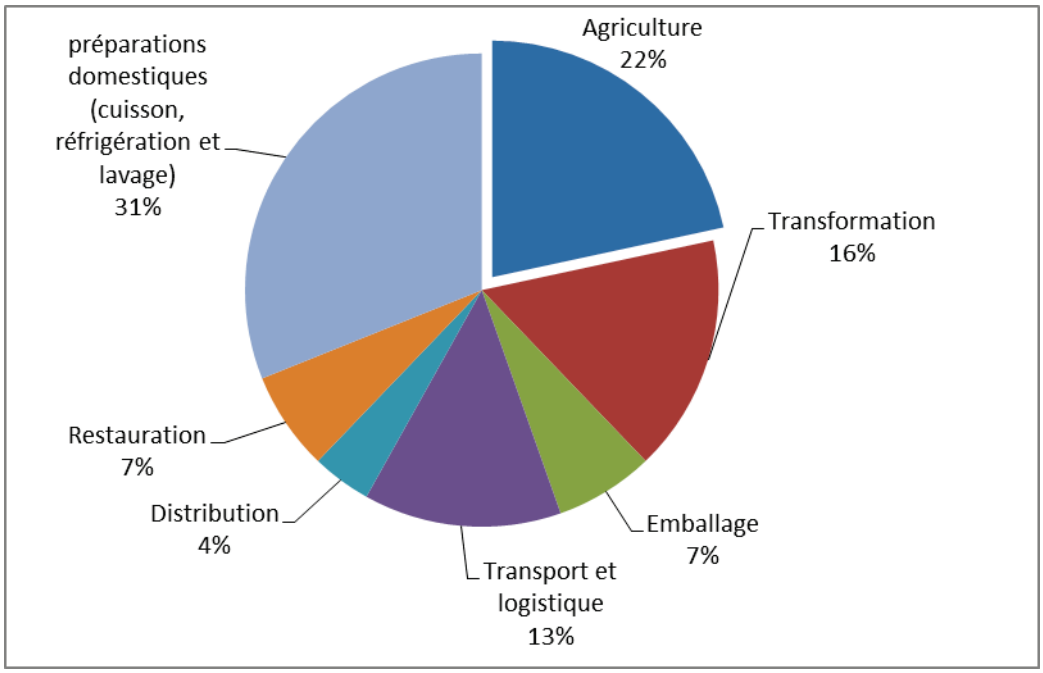

Figure 1.11. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire des États-Unis en 2000 (d'après Heller and Keoleian, 2000).

Dans le cas des États-Unis, le coût énergétique des activités domestiques (stockage, préparation et lavage) est supérieur de 50 % à celui de l'agriculture. Si l'on tient compte des déplacements des ménages pour leurs approvisionnements, l'importance de ces activités domestiques est encore plus nette.

Pour le seul transport alimentaire, l'étude britannique, commanditée par le Defra (Department for Environment Food and Rurals Affairs), indique que la livraison à domicile des aliments, plutôt que le déplacement de chaque ménage jusqu'aux magasins, permettrait de réduire de 70 % les kilomètres parcourus pour l'approvisionnement alimentaire des ménages.

De plus, cette étude évalue le coût social du transport en comptabilisant les émissions de CO_2, les pollutions de l'air, chimique et sonore, le temps perdu dans les embouteillages, les accidents, les infrastructures de transport. Bien que l'estimation soit grossière et incomplète, il apparaît que ce coût social du transport alimentaire totalise 9,1 milliards de livres, que l'on peut comparer à la valeur ajoutée du secteur agricole (6,4 milliards de livres) ou de l'industrie agroalimentaire (19,8 milliards en 2002) (Smith *et al.*, 2005).

L'impact sur la biodiversité est, lui, beaucoup plus difficile à caractériser : la pression sur les

écosystèmes des agricultures intensives est bien identifiée, de même que la réduction des ressources génétiques utilisées pour l'alimentation, malgré une diversité de produits finaux. La réduction des variétés utilisées n'est pas seulement le fait de contraintes agronomiques. Elle résulte aussi des contraintes de l'industrialisation de la transformation agroalimentaire : les procédés et équipements sont optimisés pour des caractéristiques bien précises de matière première. Plus méconnu est le rôle de la biodiversité dans la protection contre la dissémination des pathogènes, pour les hommes, les animaux et les plantes (Keesing *et al.*, 2010).

Ces éléments montrent donc que l'impact environnemental de l'alimentation, en particulier de l'aval de la filière après la récolte, est un enjeu important.

5. Limitation des ressources : le défi énergétique

Les éléments de cette partie sont tirés de la prospective Vega (Gauvrit and Mora, 2010).

La demande mondiale totale d'énergie primaire atteint aujourd'hui autour de 12 milliards de tonnes équivalent pétrole par an (OCDE-AIE, 2008). La consommation énergétique s'est considérablement accrue au cours des dernières décennies, à la fois globalement et en terme de consommation individuelle. Le poids relatif des différentes régions du monde évolue ; la demande des pays émergents s'accroît rapidement du fait de leur croissance démographique et économique soutenue et de leur orientation, pour l'heure, vers des modèles de croissance intensifs en énergie.

Toutefois, la situation reste très différenciée entre pays et régions du monde. Les mix énergétiques sont sensiblement différents et l'accès à l'énergie extrêmement contrasté.

Les chiffres sur la production future de pétrole et l'estimation des réserves ultimes dans le monde sont sujets à des controverses majeures. Le pic (ou plafond) de production de pétrole se situerait selon les analyses entre 2015 et 2040[2].

Une baisse de la production de pétrole avant la moitié de ce siècle est donc considérée comme très probable, mais à plus court terme, le risque de tension est surtout lié à l'investissement pour la prospection, l'extraction et les capacités de raffinage (IEA, 2008), et aux capacités de mobilisation des ressources pétrolières non conventionnelles. À court et moyen termes, l'évolution future des prix du pétrole est très incertaine, mais les tensions au niveau de l'offre vont assurément accentuer très fortement la volatilité des prix du pétrole.

Cette tension sur les prix des ressources fossiles, leur instabilité et leur raréfaction aura un impact déterminant sur l'alimentation. En effet, celle-ci est très dépendante de ces ressources dans les pays industrialisés et émergents, à la fois pour la production agricole et pour l'aval (transport des produits et des consommateurs, chaîne du froid et réfrigération, cracking des matières premières…). Cette évolution prévisible augmentera l'instabilité des prix, affectera

[2] Selon les points de vue les plus pessimistes, en un peu plus d'un siècle, la moitié des réserves de pétrole conventionnel découvertes (soit 1 000 milliards de barils) auraient déjà été consommée. La seconde moitié sera consommée beaucoup plus vite que la première, du fait d'une demande énergétique mondiale bien plus forte (selon l'ASPO, Association for the Study of Peak Oil). Selon les plus optimistes, une partie de ce qui n'était pas récupérable ou exploitable hier, l'est aujourd'hui, et le sera encore davantage demain avec l'évolution des technologies. Ainsi, par exemple, d'après l'USGS (United States Geological Survey), plus de 2 000 milliards de barils (valeur moyenne) restent encore à produire. Par ailleurs, le recours à des ressources en pétrole non conventionnel est estimé par l'AIE à 7 000 milliards de barils (sous forme d'huile lourde, de sables asphaltiques et de schistes bitumineux), mais avec des technologies actuelles aux coûts énergétiques, économiques et environnementaux très hauts. D'après l'Institut français du pétrole (IFP), Quel avenir pour le pétrole ? Consulté sur http://www.ifp.fr.

les coûts de production des matières premières, de transport et de transformation, etc.

Le régime énergétique actuel n'apparaît donc pas durable et il faut, outre diversifier les sources énergétiques, reconsidérer les systèmes alimentaires actuels en travaillant à des systèmes productifs et de consommation plus économes en énergie.

Encadré 1.1. La pression sur les ressources et la compétition pour l'usage des sols par les biocarburants

Une étude a montré que si l'on convertissait avec les technologies actuelles tout le blé, riz, maïs, sorgho, canne à sucre, manioc et betterave à sucre cultivés aujourd'hui dans le monde en bioéthanol, 57 % de la demande mondiale en pétrole serait couverte (FAO, 2008), d'après Rajagopal et Zilberman (Rajagopal and Zilberman, 2007). Cet ordre de grandeur donne la mesure des transformations que pourrait induire l'expansion du marché des biocarburants. De plus les objectifs ambitieux des politiques de l'Union européenne en matière de développement des biocarburants sont confrontés à cette question. Jacquet *et al.* ont ainsi estimé (Jacquet *et al.*, 2007) les surfaces nécessaires à la satisfaction de l'objectif d'incorporation initialement fixé à 5,75 % pour 2010, à environ 13 millions d'hectares, soit un peu moins de 20 % des superficies arables actuelles de l'UE-25 (si la production était entièrement domestique). Le rapport de 2006 de l'Agence européenne de l'environnement estime que les surfaces disponibles pour la production de biocarburants en Europe, sans créer de dommages environnementaux, ne peuvent répondre, avec les techniques actuellement disponibles, aux objectifs de 10 % d'incorporation fixés pour 2020.

La controverse sur la disponibilité et l'usage des terres au niveau mondial est importante ; elle est pour partie due aux projections d'amélioration des rendements énergétiques des produits issus de la biomasse, espérée voire rêvée. Cette question ne sera toutefois pas traitée dans duALIne ; Agrimonde 2 la prendra en charge.

Par ailleurs, les pressions sur les ressources naturelles (eau, sol) risquent à l'avenir de s'accentuer, à travers notamment une plus forte intensification de l'agriculture. Ainsi, alors que l'eau fait l'objet de prélèvements croissants et que de nombreuses régions du monde connaissent des problèmes d'approvisionnement, la demande future alimentaire va augmenter considérablement et les concurrences s'accroître entre les usages agricoles, domestiques et industriels de l'eau, auxquelles vont s'ajouter les incidences attendues du changement climatique. Dans les régions où les ressources en eau sont limitées ou manquent déjà, la mise en place de cultures irriguées surnuméraires pour les productions non alimentaires est susceptible d'accentuer les problèmes (de Fraiture *et al.*, 2008; Fischer *et al.*, 2009). La qualité des ressources en eau est également concernée, si les productions de biomasse entraînent un emploi accru d'intrants chimiques (Lorne and Bonnet, 2009) et si les pollutions liées aux procédés de transformation ne sont pas maîtrisées (par exemple, effluents riches en matière organique).

Enfin, un développement conséquent de nouvelles productions peut participer, selon les systèmes mis en place et les zones concernées, à l'accélération de la dégradation des sols, phénomène devenu massif à l'échelle mondiale. À cet égard, la perspective d'utiliser des plantes pérennes, notamment pour des bioproduits d'origine lignocellulosique, pourrait au contraire favoriser la protection des sols. Par ailleurs, le recours aux résidus de culture, de plus en plus envisagé, nécessite une grande maîtrise des prélèvements pour maintenir un taux de matière organique suffisant et préserver la structure et la fertilité des sols.

6. Évolution nutritionnelle (accélérée en pays émergents)

Depuis plus de cinquante ans, les travaux réalisés à l'aide des données de la FAO ont permis de caractériser les régularités nutritionnelles qui accompagnent le développement économique (Cépède and Lengellé, 1953; Cépède and Lengellé, 1970). Ces changements de la structure du régime alimentaire (baisse de la part des glucides, augmentation de la part des lipides, stabilité de la part des calories protéiques) sont directement liés à l'augmentation de la consommation des produits animaux lorsque le revenu s'élève (Périssé *et al.*, 1969). Depuis le début des années soixante, cette tendance s'est confirmée dans les pays développés et elle se généralise progressivement aux pays émergents, dans lesquels elle se caractérise par un rythme de transition très rapide : en quarante ans, les pays émergents ont rejoint les pays développés. Cette évolution pose à la fois des problèmes d'usage des ressources (énergie, terres, eau…) et de santé, dont on verra l'impact sur l'obésité plus loin.

7. L'enjeu de santé

L'évolution de l'obésité et l'accroissement des inégalités de santé qu'elle génère sont aujourd'hui des éléments essentiels. L'obésité est définie par un Indice de masse corporelle (IMC : poids divisé par le carré de la taille) supérieur à 30.

Les données épidémiologiques deviennent préoccupantes : l'OMS estime à 400 millions le nombre de personnes obèses dans le monde, soit 7 % de la population mondiale ; ce chiffre pourrait atteindre 12 % en 2020 si les tendances actuelles se poursuivent. Des chiffres plus récents (Finucane *et al.*, 2011) estiment à 500 millions le nombre d'obèses. L'accroissement de l'indice de masse corporelle dans le monde est de 0,4 kg/m^2 par décade pour les hommes et de 0,5 kg/m^2 pour les femmes. Dans certains pays, le taux d'obésité s'est accru considérablement entre 1980 et 2008, par exemple de 12 à 30 % en Amérique du Nord (hommes) ou de 20 à 37 % en Afrique du Sud (femmes).

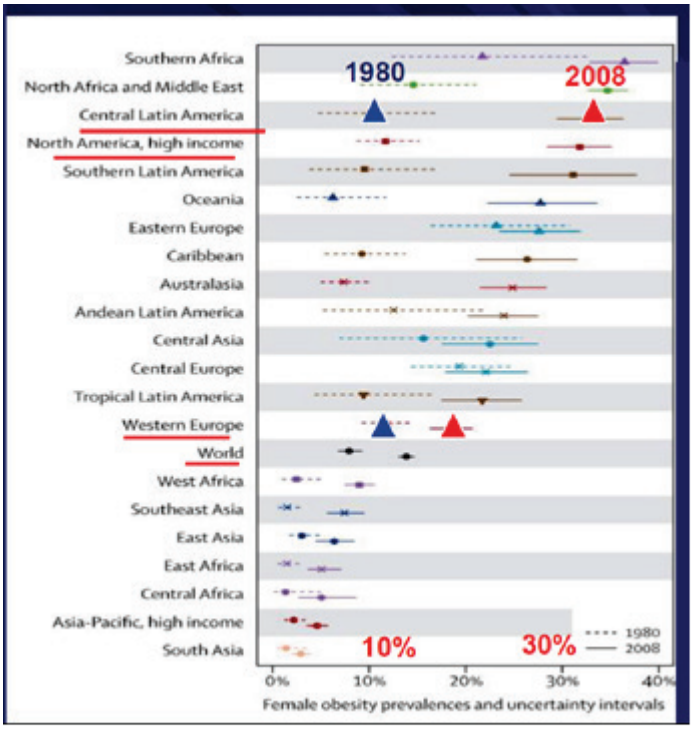

Figure 1.12. Accroissement de l'IMC chez les femmes entre 1980 et 2008 (d'après Finucane *et al.*, 2011).

En France, les études ObÉpi (Obépi, 2009) situent la prévalence de l'obésité à 8,7 % de la population en 1997 et à 14,5 % en 2009. En France, une étude de l'Institut de recherche et documentation en économie de la santé (Sermet, 2006) sur des données de 2002 situe le coût de l'obésité entre 1,5 et 4,6 % des dépenses de santé totales, soit 2,6 milliards d'euros par an dont 2,1 milliards à la charge de l'assurance-maladie. L'obésité joue un rôle central dans le développement d'une série de maladies chroniques dont le diabète non insulinodépendant (plus de 80 % des diabètes sont liés à l'obésité), l'hypertension artérielle, les maladies cardio-vasculaires, mais aussi certains cancers, et des maladies respiratoires et articulaires. La consommation moyenne de soins et de biens médicaux d'une personne obèse s'élèverait à environ 2 500 €, soit le double de celle d'un individu non obèse.

Fait plus préoccupant, cette obésité s'accroît rapidement dans les pays en développement, atteignant 200 millions de personnes, soit environ le même chiffre que les populations en insuffisance pondérale (Kelly *et al.*, 2008; World Health Organization, 2009).

Certains pays sont confrontés à des accroissements considérables, comme ceux d'Océanie (de 8 % à 28 % entre 1980 et 2008 pour les femmes), l'Amérique centrale (de 10 à 33 % pour les femmes), l'Afrique du Nord et le Moyen Orient (de 25 à 35 % pour les femmes) (Finucane *et al.*, 2011). Cette présence commune d'insuffisance pondérale et d'obésité peut exister au sein d'un même foyer, avec des parents obèses et des enfants en insuffisance pondérale (double fardeau). Ceci est d'autant plus préoccupant que les recherches montrent que l'environnement au cours du développement de l'enfant peut affecter son phénotype à l'âge adulte, en particulier par des marqueurs épigénétiques. Par exemple, un poids insuffisant dans la petite enfance peut conduire à une adiposité importante à l'âge adulte, mais dépendra de l'environnement nutritionnel ultérieur (Gluckman *et al.*, 2009).

Cette obésité est corrélée d'une part à des inégalités sociales dans les pays de l'OCDE, les niveaux d'éducation étant déterminants chez les femmes (Mackenbach *et al.*, 2008) et d'autre part au niveau du revenu : selon l'enquête ObÉpi en France, le taux d'obésité est de 19 % dans les ménages au revenu inférieur à 900 €, il décroît régulièrement quand le revenu augmente pour n'être plus que de 5 % pour les revenus supérieurs à 5 300 €. Cette inégalité s'est accrue, l'écart de prévalence entre les deux classes extrêmes passant de 8 % à 14 % entre 1997 et 2006 (Charles *et al.*, 2008).

Le développement rapide des maladies non transmissibles liées à l'alimentation ne doit pas faire oublier que les malnutritions par carence ne sont pas réglées pour autant. Elles concernent d'une part la sous-nutrition protéino-énergétique, l'un des facteurs du retard de croissance des enfants. Le retard de croissance en taille des enfants de moins de 5 ans (*stunting*) varie de 35 à 55 % selon les pays en Afrique subsaharienne et se situe autour de 45 % en Inde ou au Bengladesh (figure 1.13). Il touche près de 180 millions d'enfants de moins de 5 ans dans le monde, soit un sur trois.

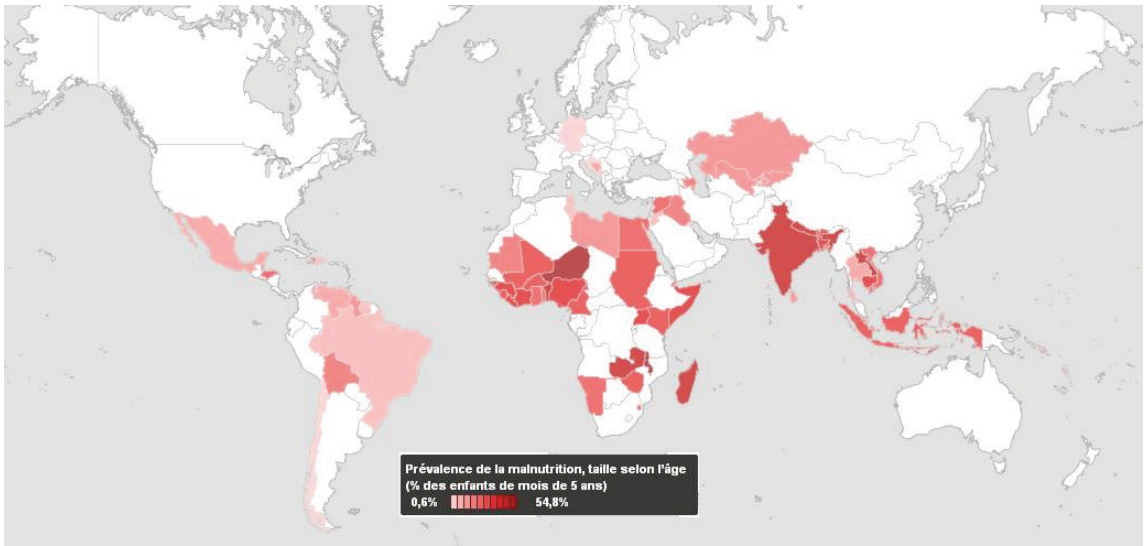

Figure 1.13. Prévalence de la malnutrition dans le monde en 2006-2010 : proportion (%) des enfants de moins de 5 ans en retard de taille pour leur âge par rapport à la norme mondiale (*stunting*).
Source : Banque mondiale.

La malnutrition concerne d'autre part les carences en micronutriments, ce qu'on appelle la faim cachée. D'après l'OMS (de Benoist *et al.*, 2008), l'anémie nutritionnelle touche ainsi plus de deux milliards de personnes dans le monde. La moitié des enfants d'âge préscolaire et des femmes enceintes souffrent d'anémie liée à la carence en fer. La carence en iode touche un milliard de personnes et l'avitaminose A, 190 millions de personnes.

La malnutrition n'a pas seulement pour déterminants l'insuffisance de la consommation alimentaire. La santé et l'hygiène sont deux des autres déterminants fondamentaux des pathologies nutritionnelles comme le retard de croissance des enfants. La qualité sanitaire des aliments joue de ce point de vue un rôle important. Si elle s'est considérablement améliorée dans les pays industrialisés, elle reste un problème sérieux dans les pays en développement. Dans ces pays, plus encore que dans les pays industrialisés, de nouveaux problèmes apparaissent liés à une insuffisance des contrôles et de la réglementation quant à l'utilisation de certains intrants tels que les pesticides. Les intoxications alimentaires à la mélamine, au borax, aux pesticides se multiplient dans ces pays.

La malnutrition n'est pas seulement une conséquence de la pauvreté, elle en est aussi une des causes. Le coût économique de la malnutrition est estimé par la Banque mondiale à 2 à 3 % du PIB. Inversement, Fogel a estimé que l'amélioration de la situation nutritionnelle avait été responsable d'environ 30 % de la croissance des revenus par habitant en Grande-Bretagne entre 1790 et 1980 (Fogel, 1994).

Enfin, les changements dans la consommation alimentaire, et notamment une diversification trop précoce et la consommation croissante de produits exotiques ou d'adjuvants alimentaires utilisés dans l'industrie, sont soupçonnés d'être à l'origine d'allergies alimentaires (Wang and Sampson, 2011). Leur prévalence est difficile à quantifier. Les allergies alimentaires prouvées cliniquement sont estimées toucher 1 à 5 % de la population totale selon les pays européens. Mais la proportion de personnes qui considèrent avoir une ou plusieurs allergies alimentaires est nettement plus élevée (Moneret-Vautrin, 2008). De la même façon, l'amélioration de la qualité sanitaire des aliments, après avoir permis de réduire fortement les intoxications alimentaires, pourrait provoquer une réduction des défenses immunitaires et contribuer à fragiliser la population. Cette problématique est complexe et controversée (Mannie, 2010; Okada *et al.*, 2010).

8. Accroissement de la circulation des biens et des personnes

Le commerce international des produits agricoles s'est considérablement développé durant le XXe siècle et a connu une nette accélération depuis 2000. En 10 ans, de 1998 à 2008, la valeur réelle des exportations agricoles mondiales a ainsi triplé (figure 1.14).

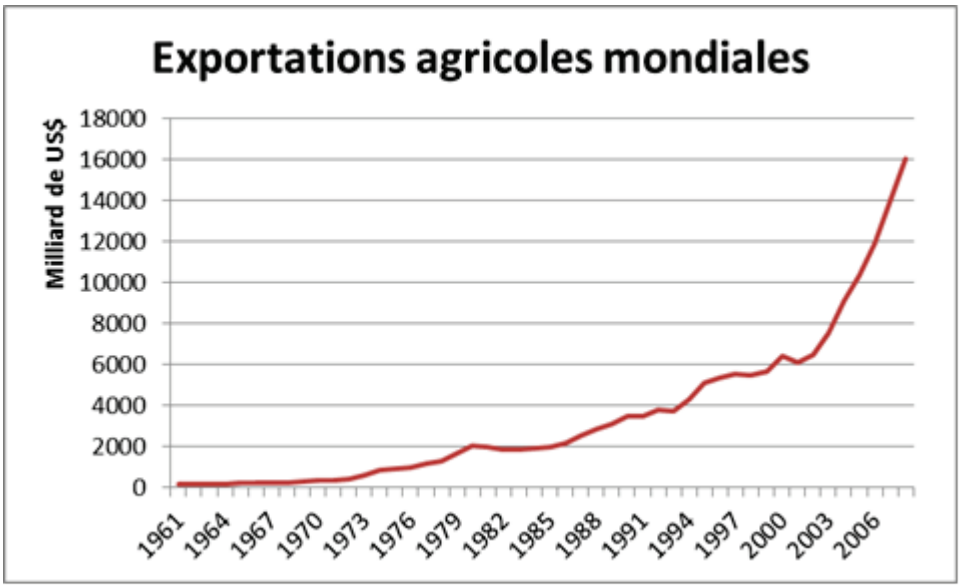

Figure 1.14. Exportations agricoles mondiales (d'après données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

Une conséquence majeure de cette augmentation des échanges est le développement de la circulation des pathogènes pour les plantes, les animaux et les hommes. Ces échanges ne sont pas la seule cause, mais ils sont associés aux autres déterminants que sont les déséquilibres des écosystèmes, l'anthropisation des milieux et la pression de sélection imposée sur divers pathogènes.

9. Durabilité du modèle économique industriel : la fragilité des systèmes à faible niveau de stocks

La crise des prix de 2008 trouve son origine, parmi de multiples causes, dans le faible niveau de stocks mondiaux qui ne permettent plus de faire tampon face à un déficit de l'offre. Le passage à des systèmes de flux tendus et l'accélération des échanges conduisent à augmenter les risques de rupture et surtout à en aggraver les conséquences.

L'analyse de scénarios de gestion du système alimentaire en cas de crise des approvisionnements ou d'épidémies de grande ampleur a révélé la grande fragilité du système à flux tendus (Gilbert, 2007). La résilience ou la viabilité des systèmes, c'est-à-dire leur capacité à tenir en cas de chocs ou à s'adapter à un environnement instable, deviennent ainsi des enjeux importants de durabilité dans un contexte d'instabilités croissantes : économiques, sanitaires, climatiques, politiques.

10. Un enjeu social : les inquiétudes croissantes des mangeurs

La distanciation qui s'opère entre les mangeurs et leur alimentation du fait de l'allongement des filières, de la multiplication des intermédiaires et de leur autonomisation, de la perte de connaissances sur les conditions de production et de transformation des aliments génère une anxiété chez les mangeurs (Fischler, 1990). Ils s'interrogent sur l'origine des produits, craignent une artificialisation d'une alimentation qui devrait rester « naturelle » et « authentique », vivent mal la contradiction entre la globalisation des échanges et le besoin de rester ancré dans un terroir (Appadurai, 1986). Le secteur agroalimentaire, *via* le marketing, a bien saisi cette anxiété et incorpore cette critique (Boltanski and Chiapello, 1999) en proposant des produits labellisés mettant en avant ces valeurs recherchées par les mangeurs : produits de terroir, d'origine contrôlée, issus du commerce équitable avec les petits producteurs, biologique, etc. Le développement de circuits courts alternatifs, le maintien d'activités d'autoproduction participent de cette recherche d'un nouveau rapport à l'alimentation. Cette réponse par la marchandisation des alternatives ne semble pas suffire. En France, 40 % des personnes interrogées dans le baromètre santé-nutrition de 2008 indiquent ne pas être satisfaites de la qualité de leurs aliments (Escalon *et al.*, 2009).

Les mangeurs doivent de plus en plus déléguer aux opérateurs de la filière la maîtrise de la qualité sanitaire des aliments. La construction de cette confiance ne va pas de soi. Son apprentissage est d'autant plus difficile que les scandales liés à des négligences ou des malveillances d'entreprises entretiennent une inquiétude diffuse (Apfelbaum, 1998). La conséquence de cette inquiétude est le risque d'une hypersensibilité face aux rumeurs et de réactions erratiques des consommateurs en cas de doutes, pouvant conduire à des comportements de consommation délétères. Une telle situation tend à augmenter l'instabilité des marchés pour les entreprises (Chevassus-au-Louis, 2002). Dans le cas extrême des troubles du comportement alimentaire (anorexie, boulimie), la stigmatisation de l'obésité et la valorisation de la minceur apparaissent contribuer à leur développement. Ceux-ci n'ont pas seulement un ressort purement psychologique qui conduit à un traitement purement individuel, mais sont aussi le produit de la modernité alimentaire et de la surmédicalisation de l'alimentation (Fischler and Masson, 2008; Poulain, 2009).

11. Synthèse

Historiquement, en France, les questions de durabilité dans le secteur de l'agriculture au sens large ont d'abord été posées au stade de la production agricole, plus spécifiquement des exploitations agricoles. Les impacts environnementaux des systèmes de production intensifs mis en place durant la seconde moitié du XXe siècle ont conduit au développement de concepts tels que l'agroécologie et de modèles d'agriculture tels que l'agriculture biologique.

Paradoxalement, alors que le secteur agroalimentaire – transformation, commercialisation, restauration et consommation – semble poser autant sinon plus de problèmes en terme de durabilité que le secteur agricole, il n'est que peu présent dans les agendas de recherche sur la durabilité. Ainsi, comme le montre le rapide tour d'horizon du contexte présenté précédemment, le modèle agro-industriel tertiarisé (Rastoin *et al.*, 2010) apparaît légitimement devoir être interrogé. Sa durabilité pose en effet question sous plusieurs angles.

En terme d'environnement, le secteur contribue significativement aux pollutions, aux émissions de gaz à effet de serre et menace la biodiversité ; le changement climatique

pourrait contribuer à augmenter l'instabilité de la production et donc des marchés et des prix. La raréfaction des ressources fossiles et la concurrence accrue entre utilisations alimentaire et énergétique de la production agricole pourraient contribuer à tendre les marchés.

En terme économique, le secteur apparaît devoir évoluer dans un environnement plus instable que celui des trois dernières décennies. Les conséquences en termes d'emplois sont potentiellement importantes. Le système alimentaire actuel n'est pas parvenu à réduire la sous-alimentation, dont l'importance s'accroît à nouveau depuis une quinzaine d'années. Les tensions sur les marchés de matière première agricole laissent craindre un maintien de prix plus élevés que durant les trois dernières décennies, avec des flambées si la faiblesse des stocks se poursuit. Le prix du pétrole devrait également augmenter et connaître aussi des flambées compte tenu de la tension croissante sur le marché de l'énergie. La circulation croissante des marchandises à l'échelle mondiale devrait augmenter le risque de crises sanitaires.

En terme social, l'accroissement des inégalités pose non seulement une question morale, mais menace la stabilité mondiale. La distanciation entre les mangeurs et leur alimentation génère une anxiété et des troubles du comportement alimentaire.

En terme de santé, la question de la qualité sanitaire des aliments est loin d'être réglée dans les pays des Suds[3] et génère potentiellement de nouveaux problèmes là où l'innocuité des aliments est poussée trop loin. Mais c'est surtout du point de vue nutritionnel que le système alimentaire industrialisé montre ses limites. Les maladies non transmissibles liées à l'alimentation représentent désormais un enjeu de santé publique important.

Les incertitudes et les risques qui pèsent sur l'avenir de l'environnement du secteur agroalimentaire conduisent à poser deux grands types de question : la première est celle des conditions d'une plus grande capacité du secteur à faire face à un environnement instable et incertain. Comment augmenter sa résilience ou sa viabilité ? La seconde question porte sur les moyens de réduire les tensions sur les marchés tant des matières premières agricoles que de l'énergie. Il s'agit à la fois d'augmenter le disponible, en augmentant la production et en réduisant les pertes, et de ralentir la progression trop forte de la demande.

Les enjeux environnementaux et de santé sont connus depuis longtemps et sont désormais à l'agenda politique international. Les enjeux économiques et sociaux sont devenus plus criants depuis la crise de 2008. La fragilité et l'incertitude économiques dominent la vision des pays les plus industrialisés. En quoi la recherche peut-elle contribuer à mieux caractériser les situations, à identifier leurs déterminants et à évaluer des moyens d'agir ? Telles étaient les questions qui ont mobilisé l'Inra et le Cirad pour proposer une stratégie de recherche pour des systèmes alimentaires durables.

[3] Dans cet ouvrage sur l'alimentation durable, on emploiera, plutôt que « pays du Sud », l'expression « pays des Suds », pour refléter la grande diversité qui caractérise les sytèmes alimentaires au Sud bien plus qu'au Nord. « Pays des Suds » englobe les pays en voie de développement et les pays émergents.

Références bibliographiques

Apfelbaum, M., 1998. *Risques et peurs alimentaires*. Paris: O. Jacob, 284 p.

Appadurai, A., 1986. The Social life of things : commodities in cultural perspective. *Ethnohistory, Workshop-Symposium on the Relationship Between, Commodities Culture, 1986*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York. 1986. Cambridge University Press, 329 p.

Boltanski, L.; Chiapello, E., 1999. *Le nouvel esprit du capitalisme*. Paris: Gallimard, 843 p.

Brown, L.R., 2011. *World on the edge : how to prevent environmental and economic collapse*. New York: W.W. Norton.

Cépède, M.; Lengellé, M., 1953. *Économie alimentaire du globe; essai d'interprétation*. Paris: Librairie de Médicis, M.-T. Génin.

Cépède, M.; Lengellé, M., 1970. *L'économie de l'alimentation*. Paris: PUF (*Que sais-je ? ; 639*), 128 p.

Charles, M.-A.; Eschwege, E.; Basdevant, A., 2008. Monitoring the Obesity Epidemic in France: The Obepi Surveys 1997-2006. *Obesity*, 16 (9): 2182-2186. Texte intégral

Chevassus-au-Louis, B., 2002. Les crises alimentaires sont-elles durables ? . *Prévision, analyse et gestion du risque alimentaire (14° rencontres scientifiques et technologiques des industries alimentaires, Nancy, 2002)*. Paris: Lavoisier, 21-38.

de Benoist, B.; McLean, E.; Egli, I.; Cogswell, M., 2008. *Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005 : WHO global database on anaemia*. Geneva World Health Organization, , 40. Texte intégral

de Fraiture, C.; Giordano, M.; Liao, Y., 2008. Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy. *Water Policy*, 10 (S1): 67-81. Texte intégral

Escalon, H.; Bossard, C.; Beck, F.; Bachelot-Narquin, R.P., 2009. *Baromètre Nutrition Santé : Edition 2008*. INPES, 424 pages. Texte intégral

Evans, A., 2009. *The Feeding of the Nine Billion: Global Food Security for the 21st Century*: Chatham House, Chatham House Report, 61. Texte intégral

Evans, A., 2010. *Gloabilization and Scarcity: Multilateralism for a world with limits*. New York: Center on International Cooperation, 62. Texte intégral

FAO-ONU, 2009. *The State of Food Insecurity in the World: Economic crises – impacts and lessons learned*: FAO, 61 p. Texte intégral

FAO, 1996. *Rapport du Sommet mondial de l'alimentation*. Rome: FAO, 261 p. Texte intégral

FAO, 2008. *Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Les biocarburants : perspectives, risques et opportunité*: FAO, 156 p. Texte intégral

FAO, 2010. Statistiques de la faim FAO. Site Web, visité le 10/06/2011. Texte intégral

Finucane, M.M.; Stevens, G.A.; Cowan, M.J.; Danaei, G.; Lin, J.K.; Paciorek, C.J.; Singh, G.M.; Gutierrez, H.R.; Lu, Y.; Bahalim, A.N.; Farzadfar, F.; Riley, L.M.; Ezzati, M., 2011. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9·1 million participants. *The Lancet*, In Press, Corrected Proof. Texte intégral

Fischer, G.; Hizsnyik, E.; Prieler, S.; Shah, M.; van Velthuizen, H., 2009. *Biofuels and Biodiversity*: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). Texte intégral

Fischler, C., 1990. *L'homnivore : le goût, la cuisine et le corps*. Paris: Jacob.

Fischler, C.; Masson, E., 2008. *Manger : Français, Européens et Américains face à l'alimentation*. Paris: O. Jacob

Fogel, R.W., 1994. Economic Growth, Population Theory, and Physiology: The Bearing of Long-Term Processes on the Making of Economic Policy. *American Economic Review*, 84 (3): 369-395. Texte intégral

Freibauer, A.; Mathijs, E.; Brunori, G.; Damianova, Z.; Faroult, E.; Girona i Gomis, J.; O´Brien, L.; Treyer, S., 2011. *The 3rd SCAR Foresight Exercise: Sustainable food consumption and production in a resource-constrained world*. Brussels: European Commission – Standing Committee on Agricultural Research (SCAR), 149 p. Texte intégral

Gauvrit, L.; Mora, O., 2010. *Prospective Vega : les usages non alimentaires de la biomasse végétale à l'horizon 2050*. Paris: INRA-DEPE, 91 p.

Gilbert, C., 2007. *Les crises sanitaires de grande ampleur : un nouveau défi ?* Paris: La Documentation française, 70 p.

Gluckman, P.D.; Hanson, M.A.; Bateson, P.; Beedle, A.S.; Law, C.M.; Bhutta, Z.A.; Anokhin, K.V.; Bougnères, P.; Chandak, G.R.; Dasgupta, P.; Smith, G.D.; Ellison, P.T.; Forrester, T.E.; Gilbert, S.F.; Jablonka, E.; Kaplan, H.; Prentice, A.M.; Simpson, S.J.; Uauy, R.; West-Eberhard, M.J., 2009. Towards a new developmental synthesis: adaptive developmental plasticity and human disease. *The Lancet*, 373 (9675): 1654-1657. Texte intégral

Heinberg, R.; Bomford , M., 2009. *The Food and Farming Transition: Toward a Post Carbon Food System*: Post Carbon Institute, 59 p. Texte intégral

Heller, M.C.; Keoleian, G.A., 2000. Life cycle-based sustainability indicators for assessment of the U.S. food system. *Report - Center for Sustainable Systems, School of Natural Resources and Environment, University of Michigan*, (CSS00-04): 59 p. Texte intégral

IEA, 2008. *Energy Technology Perspectives 2010 - Scenarios & Strategies to 2050*. International Energy Agency, 650 p. Texte intégral

Jacquet, F.; Bamiere, L.; Bureau, J.C.; Guinde, L.; Guyomard, H.; Millet, G.; Treguer, D., 2007. Les enjeux du développement des biocarburants dans l'Union européenne. *INRA Sciences Sociales Recherches en Economie et Sociologie Rurales*, (2-3): 1-6. Texte intégral

Keesing, F.; Belden, L.K.; Daszak, P.; Dobson, A.; Harvell, C.D.; Holt, R.D.; Hudson, P.; Jolles, A.; Jones, K.E.; Mitchell, C.E.; Myers, S.S.; Bogich, T.; Ostfeld, R.S., 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468 (7324): 647-652. Texte intégral

Kelly, T.; Yang, W.; Chen, C.S.; Reynolds, K.; He, J., 2008. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity*, 32 (9): 1431-1437. Texte intégral

Koning, N.B.J.; Van Ittersum, M.K.; Becx, G.A.; Van Boekel, M.A.J.S.; Brandenburg, W.A.; Van Den Broek, J.A.; Goudriaan, J.; Van Hofwegen, G.; Jongeneel, R.A.; Schiere, J.B.; Smies, M., 2008. Long-term global availability of food: continued abundance or new scarcity? *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 55 (3): 229-292. Texte intégral

Lorne, D.; Bonnet, J.F., 2009. Eau et biocarburants à l'horizon 2030. Impacts sur l'eau du développement des biocarburants en France à l'horizon 2030. *Les cahiers du CLIP*, (19): 1-98. Texte intégral

Lutz, W.; Sanderson, W.; Scherbov, S., 2001. The end of world population growth. *Nature*, 412 (6846): 543-545. Texte intégral

Lutz, W.; Sanderson, W.; Scherbov, S., 2008. The coming acceleration of global population ageing. *Nature*, 451 (7179): 716-719. Texte intégral

Mackenbach, J.P.; Stirbu, I.; Roskam, A.-J.R.; Schaap, M.M.; Menvielle, G.; Leinsalu, M.; Kunst, A.E., 2008. Socioeconomic Inequalities in Health in 22 European Countries. *New England Journal of Medicine*, 358 (23): 2468-2481. Texte intégral

Mannie, M.D., 2010. Autoimmunity and asthma: The dirt on the hygiene hypothesis. *Self/Nonself*, 1 (2): 123-128. Texte intégral

Masset, E., 2011. A review of hunger indices and methods to monitor country commitment to fighting hunger. *Food Policy*, 36 (Supplement 1): S102-S108. Texte intégral

McIntyre, B.; H., H.; Wakhungu, J.; R.T., W., 2009. *Agriculture at a Crossroads. The Global Report International Assessment of Agricultural Knowledge, Science, and Technology*.

Moneret-Vautrin, D.A., 2008. Épidémiologie de l'allergie alimentaire. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 48 (3): 171-178. Texte intégral

NASA-Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface Temperature Analysis GISS. Site web visité le 10/06/2011. Texte intégral.

Obépi, 2009. *Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité : OBEPI 2009*. Neuilly-sur-Seine: INSERM/TNS Healthcare/Laboratoire Roche, 56 p.Texte intégral

Okada, H.; Kuhn, C.; Feillet, H.; Bach, J.F., 2010. The 'hygiene hypothesis' for autoimmune and allergic diseases: an update. *Clinical & Experimental Immunology*, 160 (1): 1-9. Texte intégral

Pachauri, R.K.; Reisinger, A., 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse* Genève: GIEC, 103 p. Texte intégral

Paillard, S.C.; Treyer, S.C.; Dorin, B.C., 2010. *Agrimonde : Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*. Paris: Quae (*Matière à débattre et décider*), 296 p.

Périssé, J.; Sizaret, F.; François, P., 1969. Effet du revenu sur la structure de la ration alimentaire. *Bulletin de Nutrition FAO*, 7 (3): 1-10.

Poulain, J.-P., 2009. *Sociologie de l'obésité*. Paris: PUF (*Sciences sociales et sociétés*).

Rajagopal, D.; Zilberman, D., 2007. *Review of environmental, economic and policy aspects of biofuels*: The World Bank, Policy Research Working Paper Series. Texte intégral

Rastoin, J.L.; Ghersi, G.; De Schutter, O., 2010. *Le système alimentaire mondial : concepts et méthodes, analyses et dynamiques*. Versailles (FRA): Editions Quae (*Synthèses (INRA)*).

Schaffnit-Chatterjee, C., 2009. *The global food equation: Food security in an environment of increasing scarcity*. Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research, 38 p. Texte intégral

Sermet, C., 2006. Evaluation du coût associé à l'obésité en France *La presse Médicale*, 36 (6): 832-840. Texte intégral

Sjauw-Koen-Fa, A., 2009. *Sustainability and security of the global food supply chain*: Rabobank Group, 47p. Texte intégral

Smil, V., 2000. *Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century*. The Mitt Press.

Smith, A.; Watkiss, P.; Tweddle, G.; McKinnon, A.; Browne, M.; Hunt, A.; Treleven, C.; Nash, C.; Cross, S., 2005. *The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report*: DEFRA, Food Miles Final Report, 103 p. Texte intégral

Tukker, A.; Huppes, G.; Guinée, J.B.; Heijungs, R.; Koning, A.d.; Oers, L.v.; Suh, S.; Geerken,

T.; Holderbeke, v.M.; Jansen, B.; Nielsen, P., 2006. *Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25*: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. Texte intégral

United Nation, 2004. *World Population Prospects: The 2002 Revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population division, 3 Tomes.

Wang, J.; Sampson, H.A., 2011. Food allergy. *J Clin Invest*, 121 (3): 827-35. Texte intégral

World Health Organization, 2009. *Turning the tide of malnutrition: Responding to the challenge of the 21st century*: Nutrition for Health and Development (NHD), 24 p. Texte intégral