DuALIne - Durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche [Rapport Inra-Cirad]

Catherine C. Esnouf, Marie Russel, Nicolas Bricas

▶ **To cite this version:**

Catherine C. Esnouf, Marie Russel, Nicolas Bricas. DuALIne - Durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche [Rapport Inra-Cirad]. 2011. hal-02810457

HAL Id: hal-02810457
https://hal.inrae.fr/hal-02810457

Submitted on 6 Jun 2020

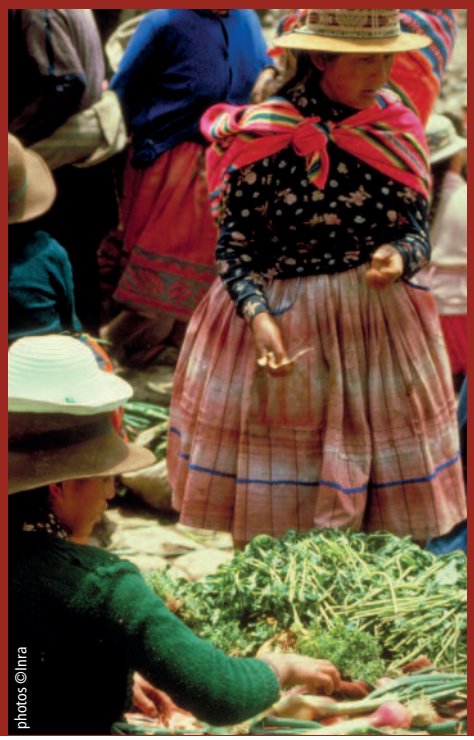
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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



Catherine Esnouf, Marie Russel et Nicolas Bricas

juillet 2011 - mise à jour novembre 2011

INRA cirad

Auteurs :

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

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

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

Joël Aubin
Inra, UMR1069 SAS Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, 35000 Rennes

Philippe Chemineau
Inra, UAR1241 DEPE Délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Etudes, 75007 Paris

Paul Colonna
Inra, UAR0233 CODIR Collège de Direction, 75007 Paris

Pierre Combris
Inra, UR1303 ALISS Alimentation et Sciences Sociales, 94200 Ivry-sur-Seine

Nicole Darmon
Inra, UMR1260 NLP2M Nutriments Lipidiques et Prévention des Maladies Métaboliques, 13005 Marseille

Catherine Donnars
Inra, UAR1241 DEPE Délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Etudes, 75007 Paris

Bruno Dorin
Cirad, UMR CIRED, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement

Stéphane Fournier
Montpellier SupAgro / Institut des Régions Chaudes, UMR0951 INNOVATION Innovation et Développement dans l'Agriculture et l'Agro-alimentaire, 34000 Montpellier

Carl Gaigné
Inra, UMR1302 SMART Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires, 35000 Rennes

Christophe Gouel
Inra, UMR0210 ECO-PUB Economie Publique, 75005 Paris

Sébastien Jean
Inra, UMR0210 ECO-PUB Economie Publique, 75005 Paris

Bernard Maire
IRD, UMR204 Nutripass Prévention des malnutritions et des pathologies associées

Sandrine Paillard
Inra, UAR1241 DEPE Délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Etudes, 75007 Paris

Barbara Redlingshöfer
Inra, UAR1049 MaR/S Mission d'anticipation Recherche / Société & Développement durable, 75007 Paris

Vincent Réquillart
Inra, UMR1291 GREMAQ Groupe de Recherche en Economie Mathématique et Quantitative, 31000 Toulouse

Tévécia Ronzon
Inra, UAR1241 DEPE Délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Etudes, 75007 Paris

Louis-Georges Soler
Inra, UR1303 ALISS Alimentation et Sciences Sociales, 94200 Ivry-sur-Seine

Annie Soyeux
Centre d'études et de prospective, ministère de l'agriculture

Markéta Supkova
UrbanFoodLab, Sustainable Food for Cities

Jean-Marc Touzard
Inra, UMR0951 INNOVATION Innovation et Développement dans l'Agriculture et l'Agro-alimentaire, 34000 Montpellier

Gilles Trystram
AgroParisTech, UMR1145 GENIAL Ingénierie Procédés, Aliments, 91700 Massy

Pour citer ce document :

Esnouf, C., Russel, M. et Bricas, N. (Coords), 2011. *duALIne - durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche*, Rapport Inra-Cirad (France), 236 p.

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

Avant-propos

Comment nourrir le monde dans la perspective démographique du XXIe siècle ?

Les régimes alimentaires mondiaux, dans leur diversité, sont un élément clé pour y parvenir.

Peu traités du point de vue de leur durabilité, ces systèmes ont laissé pour l'instant la priorité des réflexions aux défis pour l'agriculture. L'« alimentation durable » est sans conteste un thème majeur pour les années qui viennent. L'aval des filières, de la sortie du champ à l'assiette du consommateur, doit maintenant être analysé à cet égard. Force est de constater que ce débat ne s'appuie pas aujourd'hui sur des connaissances consolidées ; la recherche a ainsi un rôle majeur à jouer pour y contribuer.

Des ateliers de réflexion prospective ont été menés dans des domaines connexes en 2009 et 2010 : l'un sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique (Adage), l'autre sur les espèces végétales et les systèmes de production durables pour la chimie et l'énergie (VegA).

Sur les questions d'alimentation à long terme, l'Inra et le Cirad ont réalisé ensemble une prospective sur les agricultures et alimentations du monde en 2050 : la plateforme Agrimonde a ainsi posé les bases pour une recherche agronomique qui anticipe le cadre de la durabilité. Dans cette lignée, nos deux organismes ont souhaité mobiliser les experts du secteur pour étudier les tendances d'évolution des systèmes alimentaires au niveau mondial, des points de vue de ses effets sur l'environnement, la santé, l'équité sociale et l'économie.

Lancé en novembre 2009 et achevé en juin 2011, ce travail nommé duALIne (DUrabilité de l'ALImentation face à de Nouveaux Enjeux) a mobilisé environ 125 experts au travers de dix ateliers. Des séminaires inter-ateliers, deux assemblées plénières et un colloque public de mise en débat des résultats préliminaires ont jalonné l'intégration progressive des résultats. Les travaux ont été régulièrement soumis à un comité de suivi rassemblant les parties prenantes (organisations agricoles, industriels, distributeurs, associations de protection de l'environnement, de consommateurs, pouvoirs publics nationaux et internationaux et personnalités qualifiées).

Nous souhaitons ici adresser à tous les experts qui se sont mobilisés et à tous les membres du comité de suivi nos remerciements les plus sincères pour leur participation, leurs contributions, leurs conseils pour mener à bien cet exercice. Celui-ci servira à orienter les recherches de nos organismes, mais aussi, nous l'espérons, à mobiliser plus largement la communauté nationale et internationale pour une alimentation plus durable des générations futures.

Marion Guillou	Gérard Matheron
Présidente-directrice générale de l'Inra	Président-directeur général du Cirad

Remerciements

Les coordinateurs de duALIne tiennent à remercier très chaleureusement, pour leur participation régulière et avisée et leurs conseils, les membres du comité de suivi de duALIne. Leurs remerciements vont également, pour leur appui constant, aux documentalistes qui ont accompagné les ateliers au long de l'exercice, aux auteurs en particulier et, pour leur mobilisation, à tous les experts qui ont contribué aux travaux.

Sommaire

Avant-propos 1
Remerciements 2
Sommaire 3
Introduction 5
L'alimentation dans le contexte du développement durable 5
Objectif de duALIne (DUrabilité de l'ALImentation face à de Nouveaux Enjeux) 6
Périmètre de l'ouvrage 7
Organisation de l'ouvrage 7
Chapitre 1. De nouveaux enjeux pour les systèmes alimentaires 9
1. Démographie et incertitude 9
2. Le défi de la sécurité alimentaire mondiale 11
3. Changement climatique 15
4. Impacts des systèmes alimentaires sur l'environnement 16
5. Limitation des ressources : le défi énergétique 19
6. Évolution nutritionnelle (accélérée en pays émergents) 21
7. L'enjeu de santé 21
8. Accroissement de la circulation des biens et des personnes 24
9. Durabilité du modèle économique industriel : la fragilité des systèmes à faible niveau de stocks 24
10. Un enjeu social : les inquiétudes croissantes des mangeurs 25
11. Synthèse 25
Chapitre 2. Consommation et consommateurs 27
1. Caractéristiques de l'évolution de l'alimentation en longue période 27
2. Convergence des modèles alimentaires 30
3. Bases biophysiologiques de la convergence des modèles alimentaires 34
4. Impact des politiques agricoles 39
5. Infléchissements des tendances et hétérogénéité de la consommation : des pistes pour maîtriser les évolutions à venir ? 40
6. Hétérogénéité de la consommation et inégalités nutritionnelles 42
7. Questions à la recherche 43
Chapitre 3. Impact carbone et qualité nutritionnelle des régimes alimentaires en France 45
1. Introduction 45
2. Quantification de l'impact carbone de l'alimentation 46
3. Impact carbone et qualité nutritionnelle sont-ils compatibles ? 52
4. Limites de l'étude et perspectives 56
5. Conclusion 58
Chapitre 4. Systèmes alimentaires 60
1. Introduction 60
2. Interconnexions entre les systèmes alimentaires, énergétiques et chimiques 62
3. La diversité des systèmes alimentaires : quelles évolutions, quels enjeux pour la durabilité ? 72
4. Questions à la recherche 84
Chapitre 5. Organisation industrielle et durabilité 86
1. Quelques traits importants de l'évolution du système industriel alimentaire 86
2. Conséquences des évolutions conduites pour la durabilité 88
3. Questions à la recherche 92
Chapitre 6. Urbanisation et durabilité des systèmes alimentaires 97
1. Nourrir durablement les grandes agglomérations : un défi majeur 97
2. Urbanisation, alimentation et durabilité : quels enjeux ? 98
3. Questions à la recherche 107

Chapitre 7. Pertes et gaspillages 113

1. Introduction 113
2. Qu'est-ce qui est perte, qu'est-ce qui est gaspillage ? 114
3. Origines et localisations des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires 116
4. Sur la fragilité des quantifications de pertes et gaspillages, Nord et Sud 117
5. Leçons du passé, pistes d'action, orientations stratégiques 121
6. Expérimentation dans les pays des Suds : des modèles pour le Nord ? 126
7. Questions à la recherche 127
8. Conclusions 129

Chapitre 8. Commerce international, volatilité des prix et standards pour la durabilité 131

1. Ajustement à la volatilité des prix mondiaux 131
2. Gestion de la volatilité des prix alimentaires : politiques et alimentation durable 136
3. Utilisation des politiques commerciales pour faire face à la volatilité des prix 137
4. Barrières non tarifaires, échanges internationaux et standards pour la durabilité 141
5. Questions à la recherche 143
6. Conclusion 144

Chapitre 9. Éléments de réflexion prospective sur l'alimentation durable 146

1. Des systèmes alimentaires en évolution, sous l'effet de facteurs variés 146
2. Questions de durabilité selon les types de mangeurs 152
3. Questions à la recherche 161
4. Conclusion 163

Chapitre 10. Méthodes d'évaluation. Panorama critique 164

1. Introduction 164
2. De la complexité de l'objet « style alimentaire » dans un cadre d'évaluation 165
3. Définir des enjeux de durabilité avant de choisir des méthodes 166
4. Méthodes et indicateurs environnementaux, sociaux, économiques et nutritionnels 170
5. Questions à la recherche 182
6. Conclusion 184

Conclusion 185

1. Acquis et questions à la recherche 185
2. Un éclairage neuf sur des controverses 189
3. Quel cadre conceptuel pour les méthodes de recherche ? 190
4. Des angles à explorer, des lacunes à combler 192
5. Quelles perspectives ? 194

Références bibliographiques 196

Annexe. Références liées au tableau 10.2 222

Liste des figures 227

Liste des tableaux 229

Liste des sigles et abréviations 230

Liste des experts de duALIne 232

Introduction

Auteurs : Catherine Esnouf, Nicolas Bricas et Marie Russel

Contributeur : Armelle Champenois

L'alimentation dans le contexte du développement durable

L'alimentation durable doit répondre aux enjeux du développement durable. Ces enjeux, d'ordre politique, sont : 1) la transformation des modes de développement technique et économique pour les rendre compatibles avec les exigences environnementales de long terme, 2) l'équité intragénérationnelle pour réunir les conditions d'une action commune dans la promotion des biens collectifs essentiels aux différentes échelles territoriales jusqu'au niveau planétaire et 3) l'acceptation, par les générations présentes, de coûts, obligations et limites déterminées en fonction d'un intérêt pour le devenir des générations futures, même éloignées (Godard, 2009). À ce titre, l'alimentation durable peut être définie et elle a même fait l'objet de multiples définitions. La dernière est celle proposée par la FAO à l'issue d'un symposium sur la biodiversité : une alimentation durable protège la biodiversité et les écosystèmes, est acceptable culturellement, accessible, économiquement loyale et réaliste, sûre, nutritionnellement adéquate et bonne pour la santé, optimise l'usage des ressources naturelles et humaines (FAO, 2010).

L'objectif d'une alimentation durable doit bien être de respecter tout ou partie de ces enjeux et non pas de permettre, par principe, que les modèles existants soient pérennisés.

Le défi alimentaire est d'assurer à la population une alimentation répondant à ses besoins qualitatifs et quantitatifs dans un contexte de développement durable. La question de l'alimentation durable intègre à la fois la capacité à assurer la satisfaction des besoins vitaux et les conditions d'orientation du système alimentaire mondial vers le respect des trois piliers d'un développement durable.

L'analyse de la littérature et les débats tant professionnels que publics montrent une réduction fréquente de la notion de durabilité d'abord, dès les années 1980, aux seuls impacts sur la consommation d'énergie fossile (travaux pionniers de Pimentel *et al.*, 1973) et, depuis les années 1990, aux seuls impacts sur l'environnement. Dans les médias ou dans les forums citoyens, l'expression d'alimentation durable est souvent réduite à des systèmes alternatifs rapidement parés de tous les avantages. Bien que n'utilisant pas le terme de durabilité, les prospectives à long terme du système alimentaire se sont plutôt concentrées sur les équilibres mondiaux. L'enjeu est certes majeur, mais il néglige le fait que l'alimentation est un système bien plus complexe que la seule satisfaction quantitative et sanitaire des besoins nutritionnels : elle est aussi profondément culturelle, consumériste, sociale, économique et locale.

Une particularité du domaine de l'alimentation est d'être à la croisée des choix individuels qui déterminent chaque alimentation et de la grande variété d'acteurs socio-économiques depuis la production jusqu'au consommateur. La conséquence est que chacun appréhende difficilement son impact sur la durabilité des systèmes alimentaires.

Objectif de duALIne (DUrabilité de l'ALImentation face à de Nouveaux Enjeux)

L'objectif est d'analyser la bibliographie internationale et de mobiliser la communauté d'experts compétents pour identifier les lacunes majeures de connaissances par rapport à ces enjeux, et d'en déduire, pour la communauté scientifique nationale et internationale, les pistes de recherche prioritaires.

Les experts qui ont participé à l'exercice viennent du milieu académique, des pouvoirs publics, des associations et des entreprises.

Les ateliers étaient organisés et interconnectés comme présenté dans la figure 1. Le travail de chaque atelier a donné lieu à un chapitre. Les numéros des ateliers correspondent à ceux de leurs chapitres respectifs dans l'ouvrage.

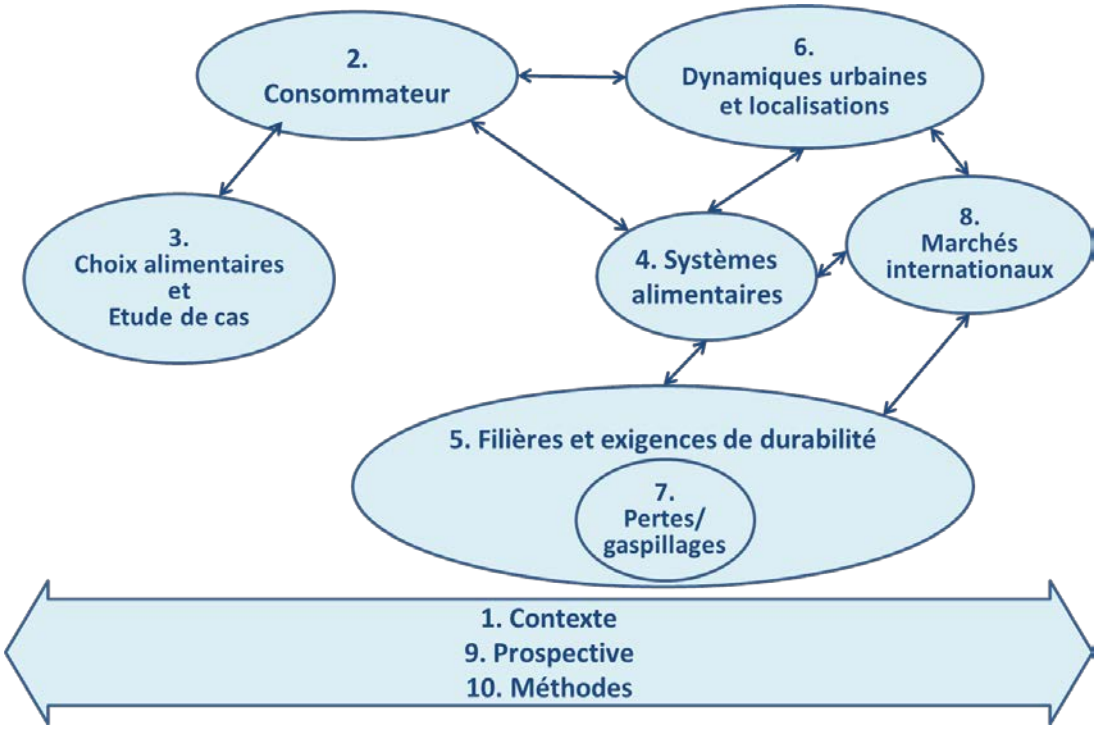


Figure 1. Organisation de duALIne et de l'ouvrage.

Périmètre de l'ouvrage

L'exercice couvre les systèmes alimentaires depuis la sortie de ferme jusqu'à la consommation (coût et disponibilité des produits, couverture des besoins) et l'élimination des déchets. Il n'analyse pas les évolutions des systèmes de production agricole pour elles-mêmes, mais comme résultantes des évolutions de l'offre en interaction avec celles de la composition des régimes alimentaires. En cela, il se distingue et vient en complément de plusieurs exercices nationaux et internationaux ayant analysé les enjeux mondiaux liés à l'agriculture (Paillard *et al.*, 2010) ou développé des objectifs de recherche pour une agriculture durable (Boiffin *et al.*, 2004 ; Foresight, 2011 ; Hubert, 2002 ; Pretty, 2008 ; Soussana, 2010).

L'exercice ne traite pas non plus en tant que tels les enjeux généraux liés à l'impact de l'alimentation sur la santé et le bien-être car de nombreux agendas de recherche stratégiques ont été réalisés sur ce point (*Joint Programming Initiative* (JPI) « *Healthy Diet for a Healthy Life* », Plan présidentiel obésité, Programme national nutrition santé (PNNS), Programme national pour l'alimentation (PNA)…). Par contre, il examine les interactions entre nutrition et durabilité comme sources potentielles de nouvelles questions.

Organisation de l'ouvrage

Les questions à la recherche ont vocation à éclairer les déterminants qui peuvent renforcer des éléments positifs ou négatifs par rapport à certains enjeux. L'exercice implique donc d'identifier les enjeux majeurs liés à une alimentation durable et en particulier les éléments spécifiques à ce domaine. Ceci fera l'objet du premier chapitre.

Dans les chapitres suivants, les composantes des systèmes alimentaires sont analysées en termes de demande, d'offre et de questions majeures qui leur sont associées.

L'analyse de l'évolution à moyen et long terme de la consommation alimentaire est nécessaire pour s'interroger sur ses conséquences prévisibles et aborder ensuite ses déterminants et surtout les facteurs qui pourraient permettre de l'infléchir dans le sens d'une plus grande durabilité. C'est l'analyse que propose le chapitre 2.

Le chapitre 3 aborde la question de la compatibilité entre deux piliers de la durabilité de l'alimentation : la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son impact carbone. Il présente une étude de l'impact carbone des consommations alimentaires habituelles d'un échantillon représentatif d'adultes français. Les facteurs susceptibles d'expliquer la variabilité interindividuelle de cet impact carbone sont explorés. À la différence des autres chapitres, il s'agit de présenter des résultats originaux.

Le chapitre 4 concerne les systèmes alimentaires avec une double approche innovante. Tout d'abord, en les considérant en interaction avec les systèmes énergétiques et chimiques au sein des écosystèmes, il pose la question de l'allocation des ressources (terres et biomasse). Ensuite, une approche socio-économique met l'accent sur la diversité de ces systèmes alimentaires.

Dans le chapitre 5, on s'intéresse plus particulièrement aux évolutions nécessaires des procédés de transformation et de la logistique des systèmes alimentaires industriels, pour préserver l'efficacité économique dans un contexte plus contraint.

Pour traiter la question de la durabilité des systèmes alimentaires, la dimension spatiale mérite une attention particulière. Le chapitre 6 explore d'une part comment l'urbanisation croissante questionne la durabilité des systèmes d'approvisionnement alimentaire des citadins

et d'autre part comment la façon dont les différentes activités des filières agroalimentaires se localisent affecte fortement les bilans environnementaux des systèmes alimentaires.

L'importance des pertes et du gaspillage alimentaire, et la méconnaissance quant à leur ampleur, les mécanismes en jeu et le rôle des acteurs sont tels, que le chapitre 7 est entièrement consacré à ce sujet.

Les questions d'alimentation durable ne peuvent être circonscrites à la sphère nationale, dans la mesure où les interactions internationales sont indéniables. Le chapitre 8 s'interroge sur leur rôle, en se concentrant sur la volatilité des prix alimentaires mondiaux et sur les normes et standards publics et privés.

Les systèmes alimentaires du monde sont en constante évolution, ne serait-ce que si l'on considère les seuls paramètres que sont par exemple les échanges alimentaires, les techniques de conservation utilisées ou les lieux de vente. Face à l'impossibilité de prédire ce que seront les systèmes alimentaires de demain, le chapitre 9 adopte une démarche prospective pour tenter d'appréhender les évolutions à venir.

Le chapitre 10 traite spécifiquement des méthodes d'évaluation de la durabilité, dans la mesure où leur pertinence est capitale, les analyse pour l'alimentation et identifie les questions spécifiques qu'elles posent alors.

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).

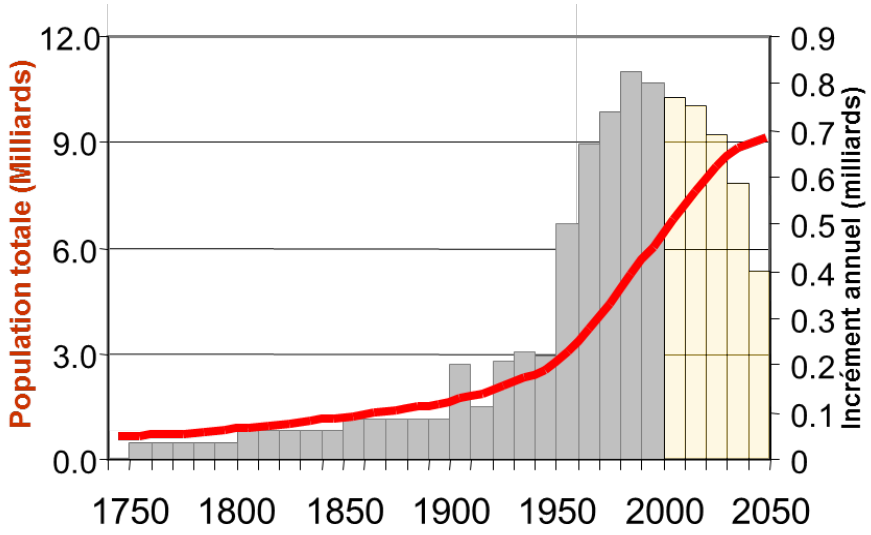


Figure 1.1. De 3,1 à 6,5 milliards d'habitants entre 1950 et 2000, vers 9 milliards en 2050 (source ONU).

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 (Lutz *et al.*, 2001) (figure 1.2).

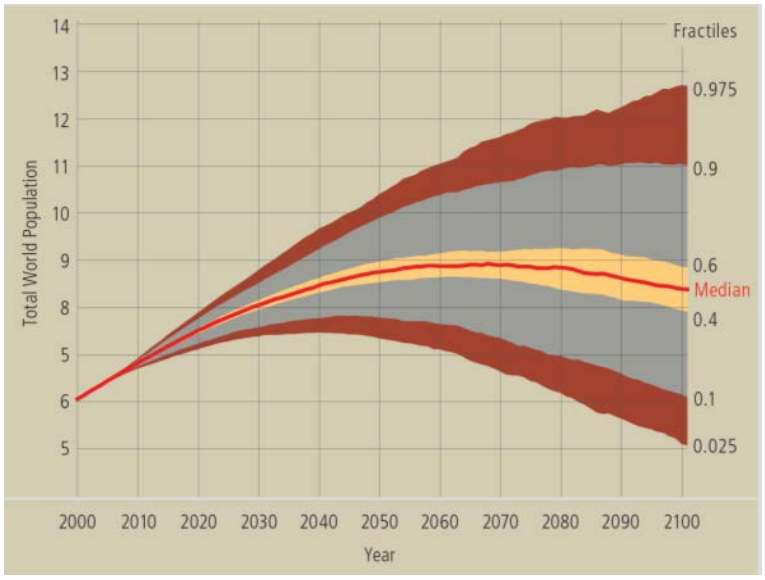


Figure 1.2. Incertitudes de l'augmentation de la population (d'après Lutz *et al.*, 2001).

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).

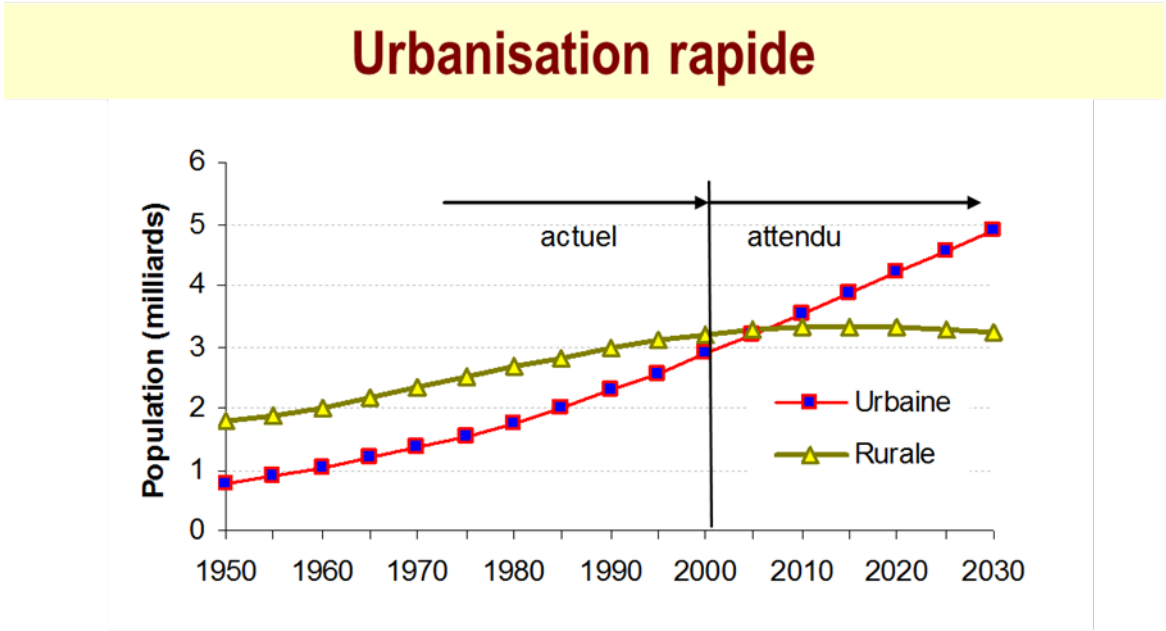


Figure 1.3. D'ici 30 ans, les deux tiers de la population mondiale sera urbaine (d'après United Nations, World Population Prospect. The 2002 Revision).

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.

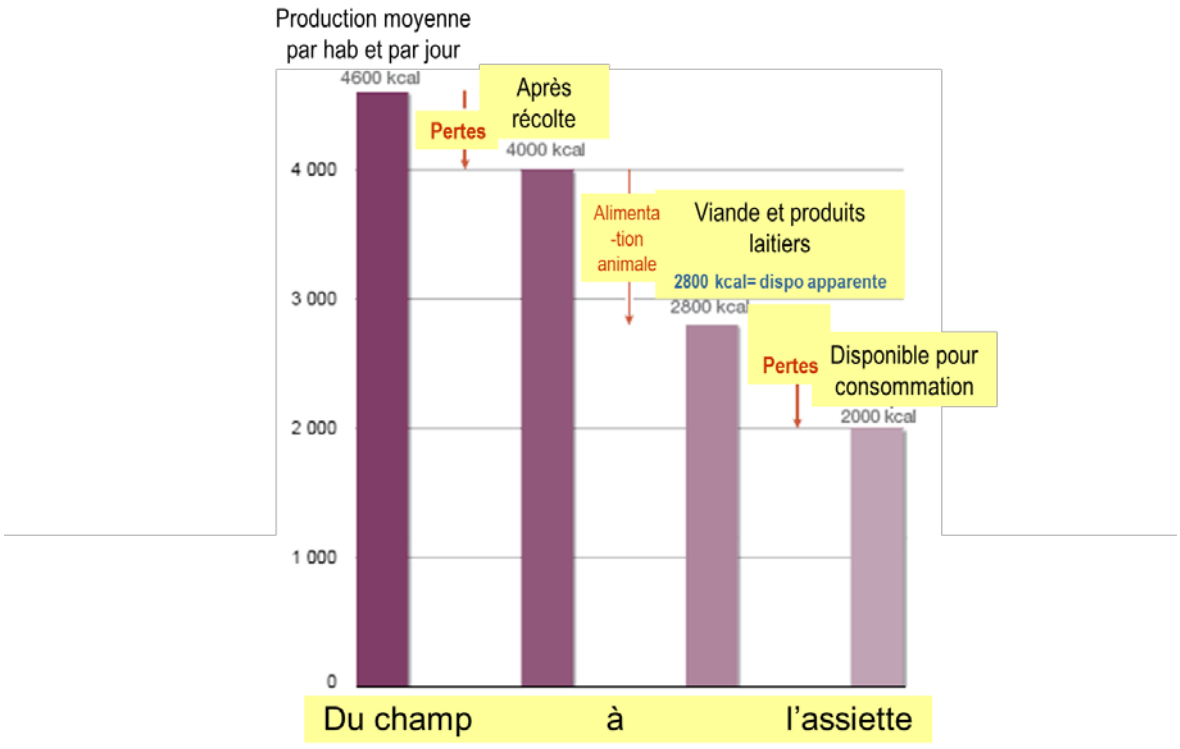


Figure 1.4. Du champ à l'assiette, le chemin des kilocalories (en kilocalories par jour et par personne). (d'après Smil, 2000).

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).

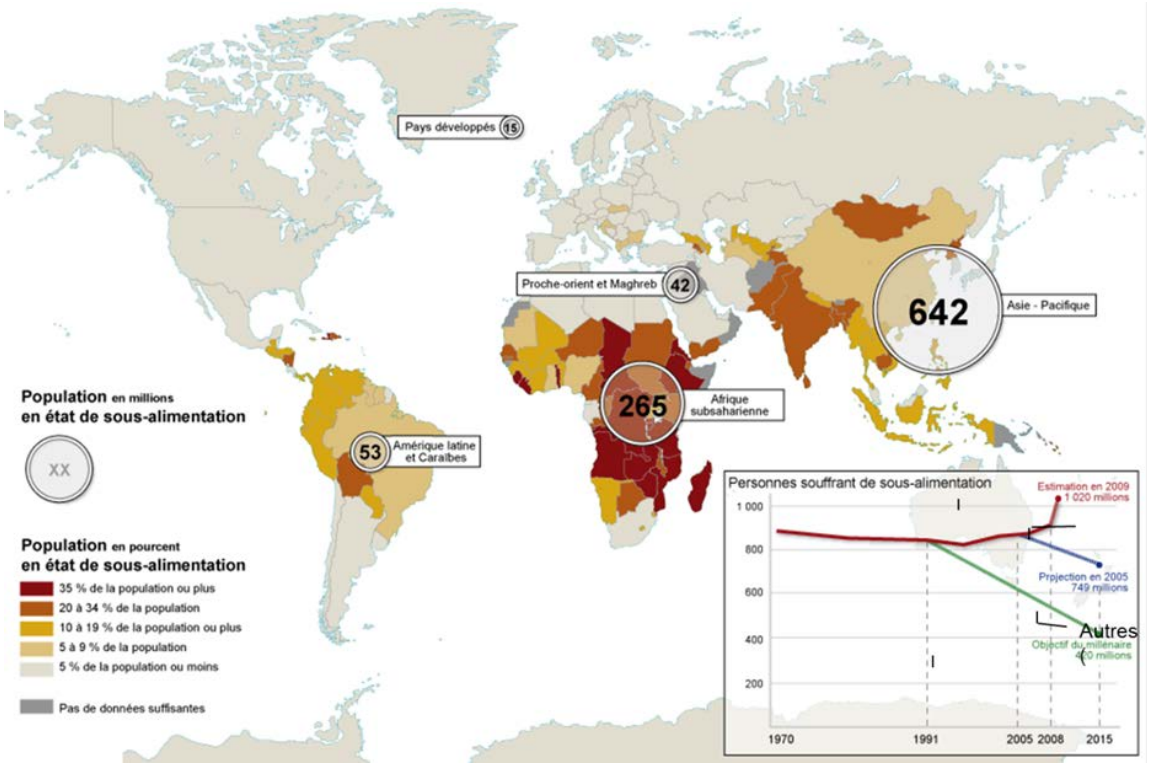


Figure 1.5. Répartition inégale de la population sous-alimentée (© Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2009).

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).

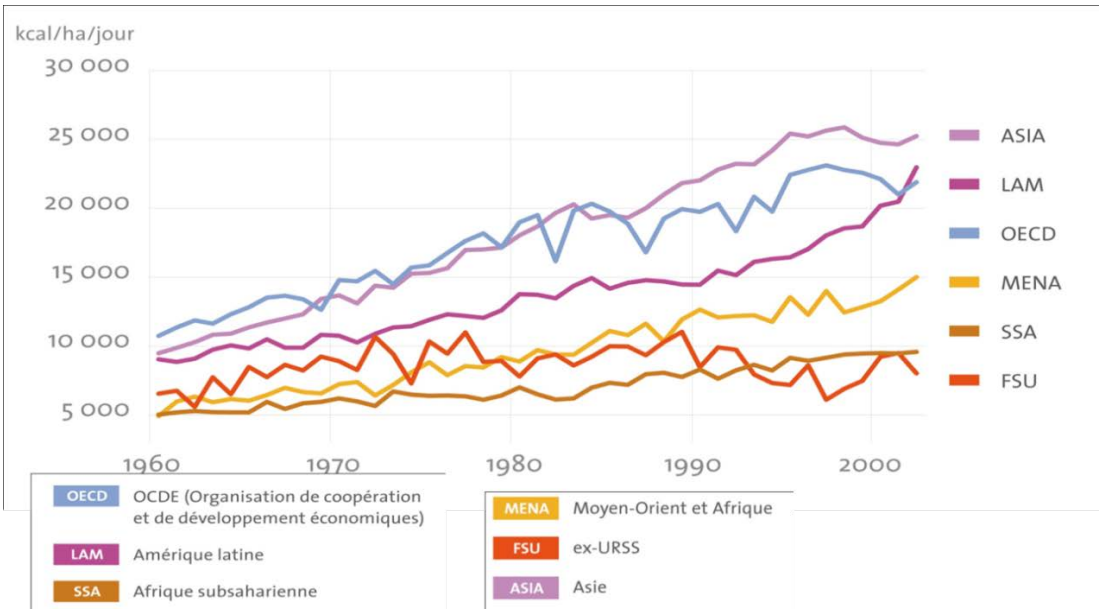


Figure 1.6. Production alimentaire par hectare cultivé (1961-2003) (source : prospective *Agrimonde*).

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).

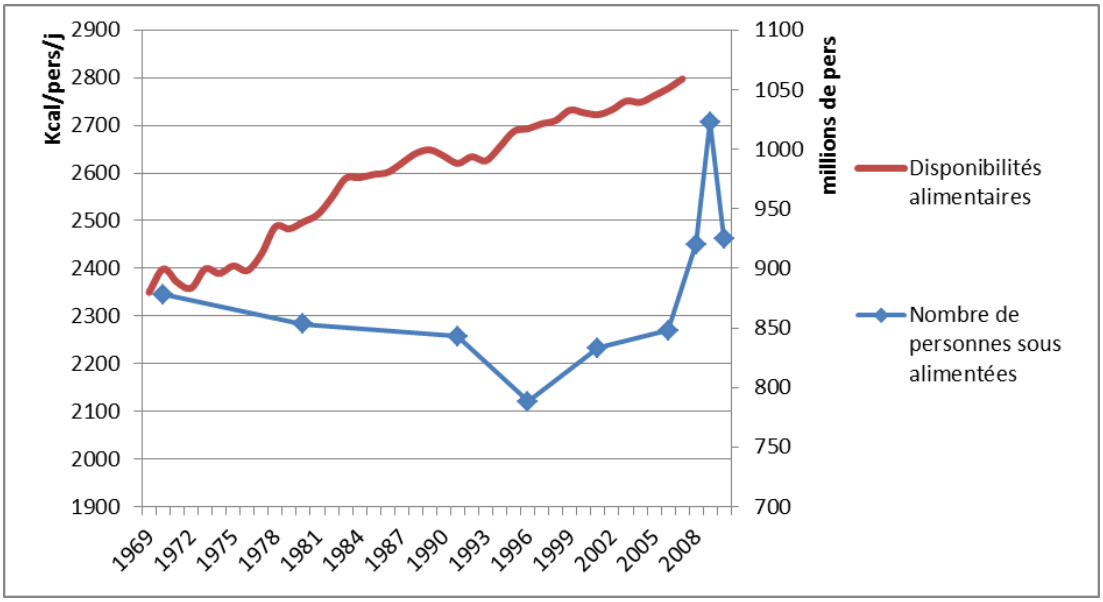


Figure 1.7. Évolution des disponibilités alimentaires et du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde (données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture -STAT).

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 et Bomford 2009 ; IMF, 2011 ; 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). (NASA-Goddard Institute for Space Studies).

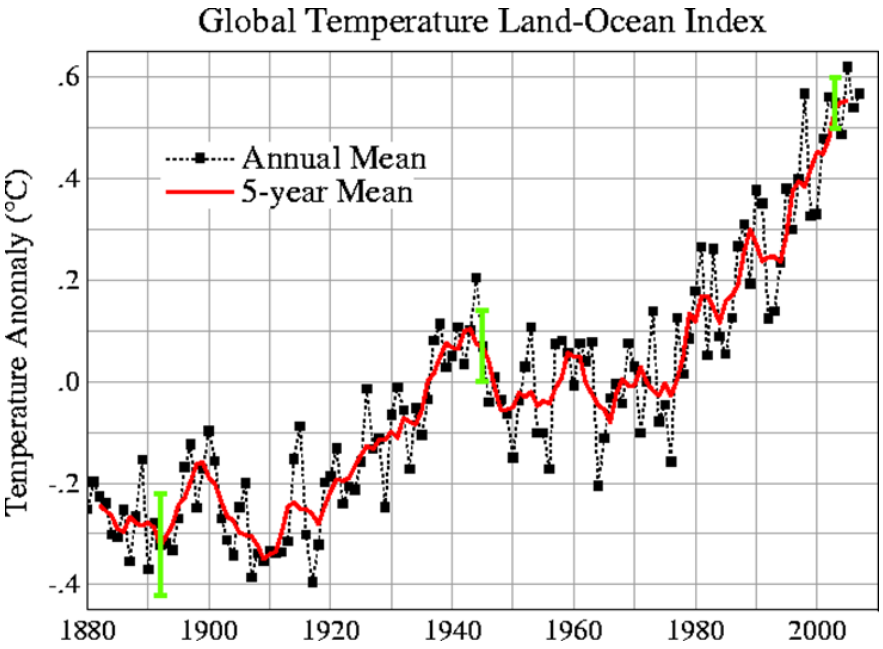


Figure 1.8. Vitesse d'évolution du climat depuis 50 ans (Source : NASA-GISS).

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 et 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…).

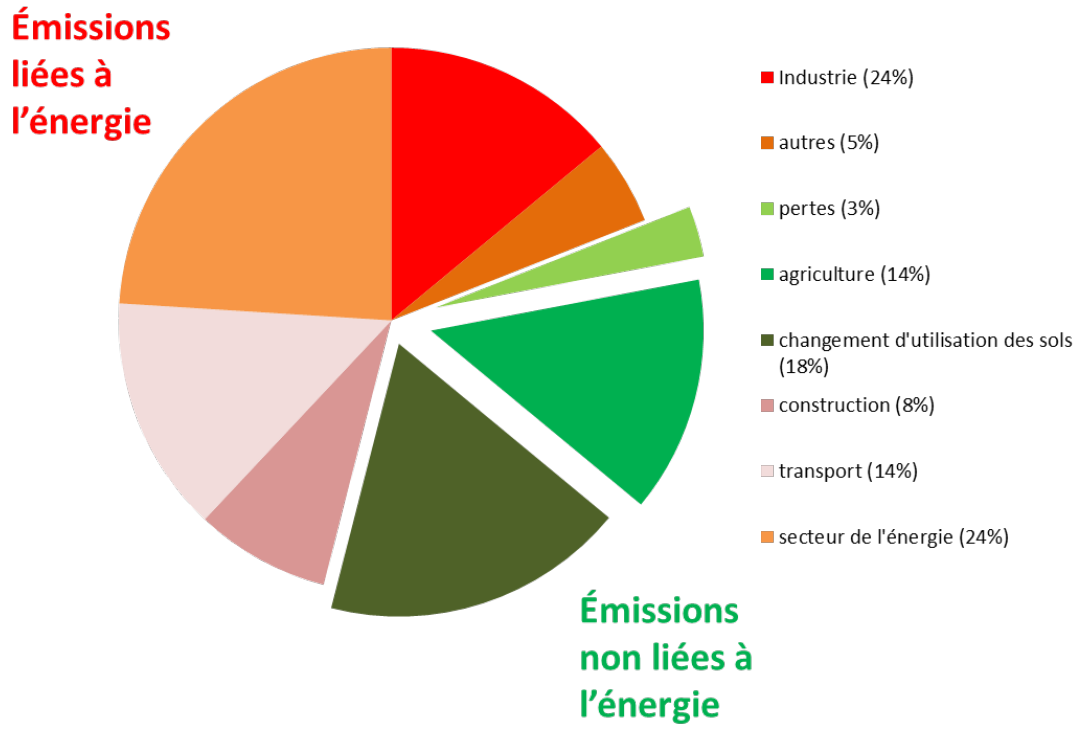


Figure 1.9. Effet de serre : un phénomène naturel renforcé par les activités humaines (CO_2, CH_4, N_2O…). Émissions totales en 2000 : 42 GteqCO_2 (d'après Rapport Giec, 2007).

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 et 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.

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

[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.

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).

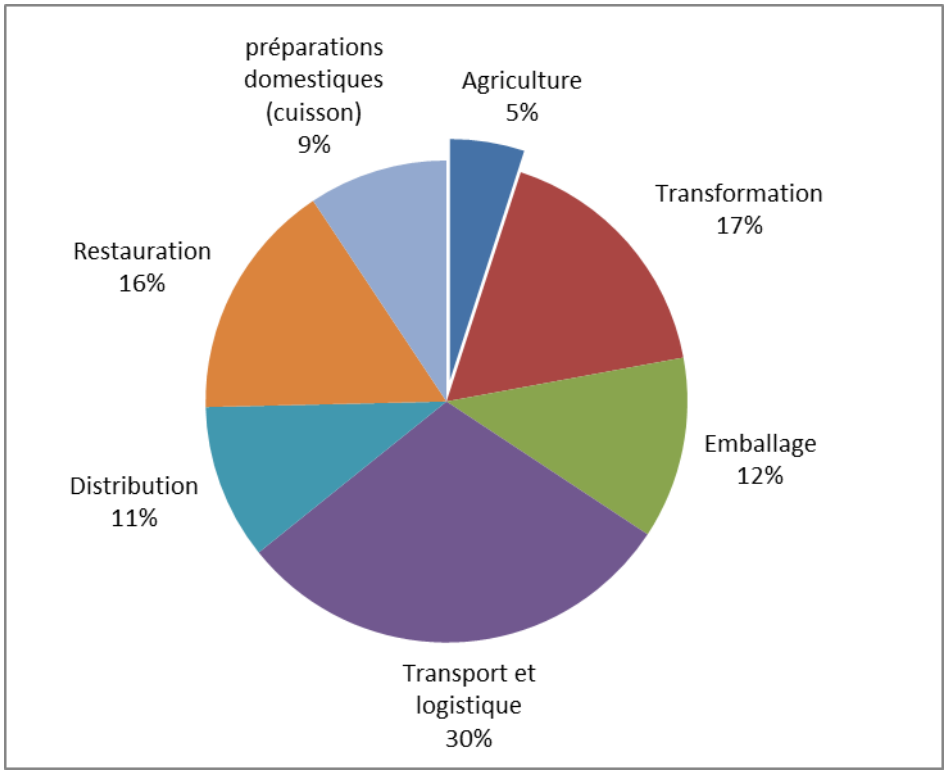


Figure 1.10. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire britannique en 2002 (d'après Smith *et al.*, 2005).

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 et 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 (figure 1.11). Au final, dans ce pays, il faut dépenser 7,3 calories dans le système agricole et alimentaire pour produire une calorie alimentaire.

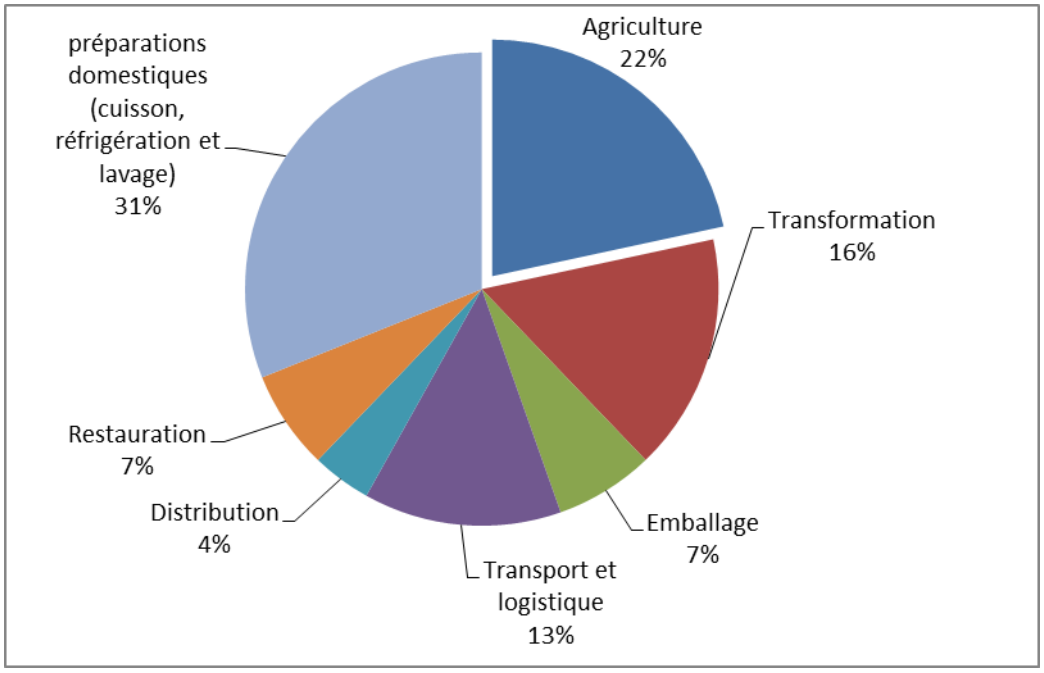


Figure 1.11. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire des États-Unis en 2000 (d'après Heller et Keoleian, 2000).

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 et 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 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.

[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.

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 (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. (2007) ont ainsi estimé 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 et 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 et Lengellé, 1953 ; 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).

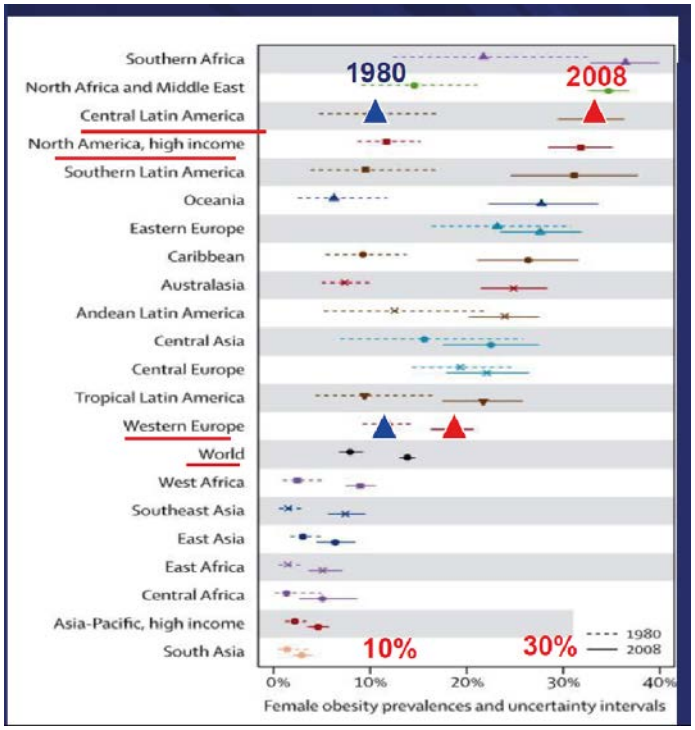


Figure 1.12. Accroissement de l'IMC chez les femmes entre 1980 et 2008 (d'après Finucane *et al.*, 2011).

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 (World Health Organization, 2009 ; Kelly *et al.*, 2008). 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.

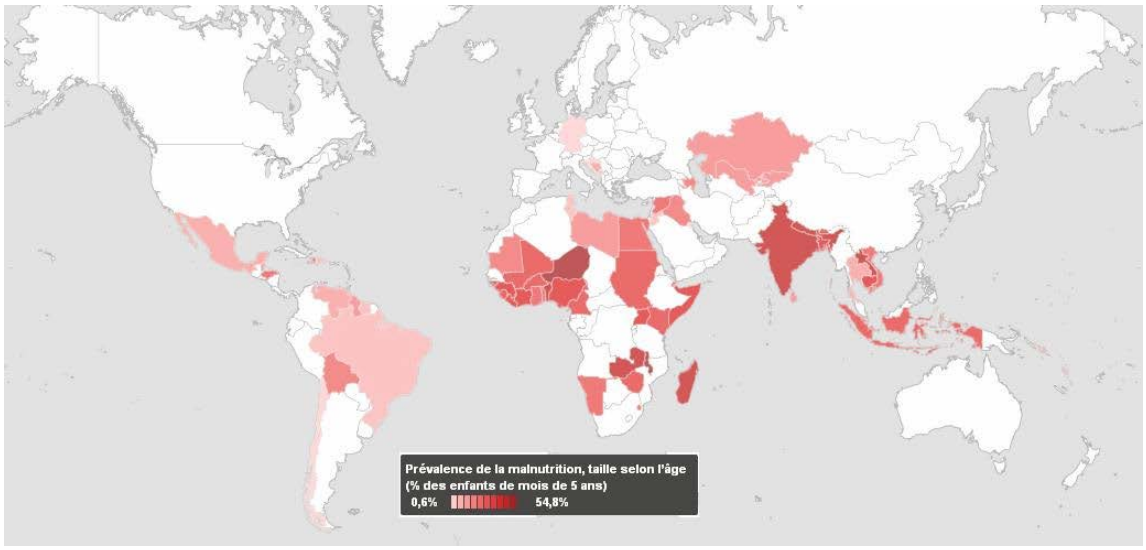


Figure 1.13. Prévalence de la malnutrition dans le monde en 2006-2010 : proportion (%) des enfants de moins de 5 ans en retard de taille pour leur âge par rapport à la norme mondiale (*stunting*).
Source : Banque mondiale.

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 (1994) 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.

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 et 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).

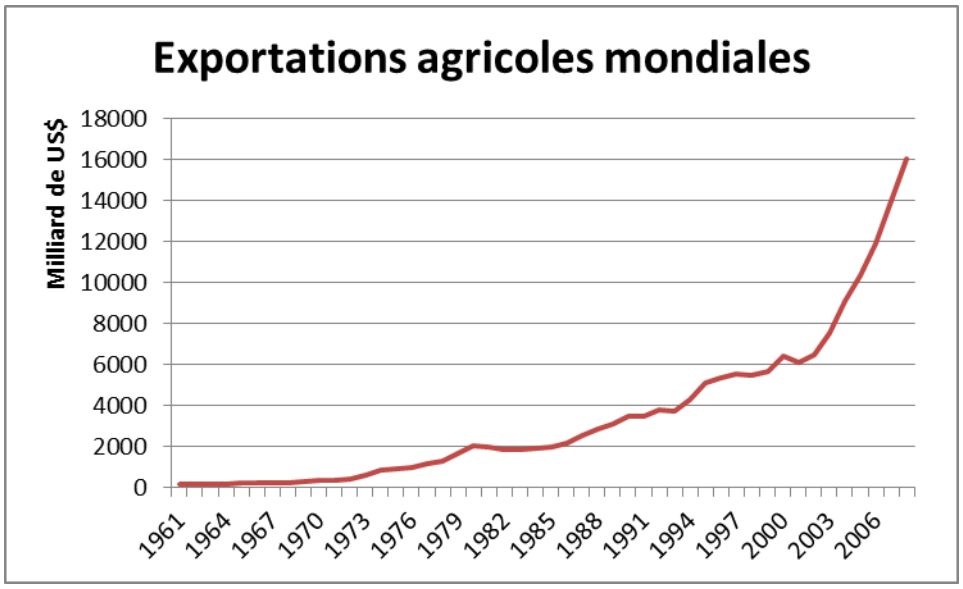


Figure 1.14. Exportations agricoles mondiales (d'après données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

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 *et al.*, 1986). Le secteur agroalimentaire, *via* le marketing, a bien saisi cette anxiété et incorpore cette critique (Boltanski et 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 et 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 XX^{e} 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.

Chapitre 2. Consommation et consommateurs

Auteurs : Pierre Combris, Bernard Maire et *Vincent Réquillart*

Contributeurs : France Caillavet, Armelle Champenois, Sandrine Dury et *Séverine Gojard*

L'analyse de l'évolution à moyen et long terme de la consommation alimentaire dans le monde fait apparaître des régularités frappantes. Ce chapitre s'interroge sur les conséquences prévisibles de la généralisation de ces tendances pour s'intéresser ensuite à leurs déterminants et surtout aux facteurs qui pourraient permettre d'infléchir les évolutions actuelles dans le sens d'une plus grande durabilité. Six points sont développés dans ce chapitre : les caractéristiques de l'évolution de l'alimentation en longue période, la convergence internationale des modèles alimentaires et l'évolution de la situation dans les pays des Suds, les déterminants biophysiologiques de l'évolution des consommations, le rôle des politiques agricoles, l'identification des facteurs pouvant contribuer à un infléchissement des tendances et enfin l'hétérogénéité de la consommation et les inégalités nutritionnelles.

Une des interrogations majeures du groupe de travail a été de savoir si les tendances de l'alimentation et les déterminants sous-jacents majeurs sont les mêmes dans tous les pays ou si au contraire on peut identifier des différences de nature à signaler des voies alternatives d'évolution. La même préoccupation conduit à s'intéresser aux ruptures des tendances passées de la consommation, de viande en particulier, dans la mesure où elles peuvent permettre de mieux comprendre les mécanismes de l'infléchissement des tendances de long terme et de l'émergence de nouvelles normes alimentaires.

1. Caractéristiques de l'évolution de l'alimentation en longue période

Les travaux d'histoire économique (Bairoch, 1997 ; Braudel, 1979 ; Toutain, 1971), d'histoire de l'agriculture (Mazoyer et Roudart, 2002) et d'économie alimentaire (Cépède et Lengellé, 1953) montrent que les régimes alimentaires évoluent sous l'effet de déterminismes nutritionnels et économiques puissants. Analysées à un niveau très agrégé (macronutriments, groupes d'aliments), les évolutions sont extrêmement similaires d'un pays à l'autre. Elles dépendent directement du niveau de développement économique.

Observés sur de longues périodes ou sur de vastes ensembles géographiques, les effets des facteurs économiques sur l'alimentation sont spectaculaires. Dans les pays développés, et maintenant dans la plupart des pays du monde, la révolution agricole, soutenue puis relayée par la révolution industrielle, a permis un abaissement considérable du coût des calories alimentaires. Les prix relatifs des différents aliments ont été totalement bouleversés, les régimes alimentaires également, avec une nette amélioration de la salubrité des aliments. Les conséquences positives de cette évolution sont nombreuses, qu'il s'agisse du développement du potentiel biologique, de l'aptitude au travail, de la longévité ou de la qualité de la vie (Fogel, 1994). Les conséquences négatives, avérées et prévisibles, ne sont pas moins importantes (développement du surpoids, de l'obésité, du diabète…). Elles deviennent maintenant des problèmes de santé publique majeurs dont les conséquences économiques ne doivent pas être sous-estimées, en particulier dans les pays en développement (Drewnowski et Popkin, 1997 ; Schmidhuber et Shetty, 2005), d'autant que cette même évolution économique a contribué simultanément à une baisse significative des besoins énergétiques alimentaires (baisse de l'activité physique), phénomène amplifié par les modifications de la structure des emplois (primaire/secondaire *vs* tertiaire) et l'urbanisation.

Grâce aux séries de consommation reconstituées et analysées par les historiens (Fogel, 1994 ; Toutain, 1971), on peut se faire une idée assez précise des caractéristiques de l'évolution de l'alimentation en Europe depuis la fin du XVIIIe siècle. Les grandes étapes de cette évolution sont identiques dans la plupart des pays, même si la périodisation change en fonction des histoires nationales spécifiques.

En France, par exemple, cette évolution s'est produite en deux étapes. La première étape correspond à la révolution agricole, contemporaine de la révolution industrielle. Elle se caractérise par un accroissement très important de la ration calorique par tête tout au long du XIXe siècle. Pendant toute cette période, l'augmentation de la consommation totale résulte d'un accroissement proportionnel de la consommation de tous les aliments. Les aliments les moins chers (céréales, féculents) constituent la base de l'alimentation, si bien que vers les années 1880-1890, lorsque la saturation calorique est atteinte, les céréales, principalement sous forme de pain, représentent encore l'essentiel de la ration (figure 2.1). Durant cette période, les besoins physiologiques en énergie restent encore élevés ; cette évolution a surtout des conséquences favorables sur la santé.

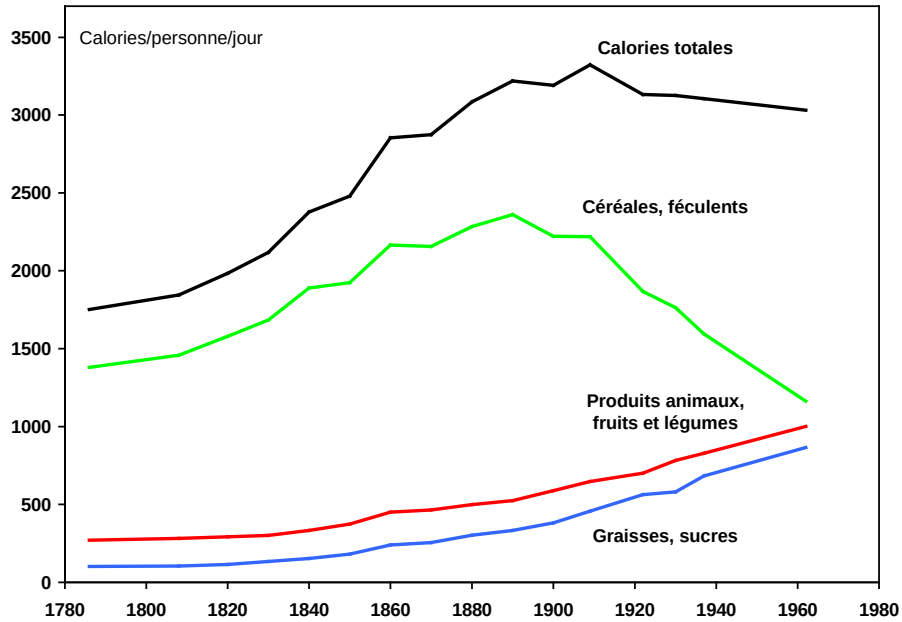


Figure 2.1. Évolution du niveau des apports énergétiques en France en longue période (source : Combris, 2006, d'après Toutain, 1971).

Une nouvelle phase débute alors. C'est la « transition nutritionnelle » proprement dite, qui se caractérise par un changement radical de la structure du régime alimentaire. La consommation des aliments de base (céréales, féculents, légumes secs) s'oriente durablement à la baisse et la consommation des autres produits (produits d'origine animale, fruits et légumes, corps gras et sucre) accentue sa progression. Alors que durant toute la phase de croissance quantitative, la structure nutritionnelle de la ration était restée à peu près stable (figure 2.2), elle se modifie très profondément dès que la saturation calorique est atteinte : de 1880 à 1980, la part des calories glucidiques passe de 70 % à 45 % de l'apport énergétique total et la part des calories d'origine lipidique s'accroît considérablement, passant de 16 % de l'apport énergétique à 42 % (Combris, 2006).

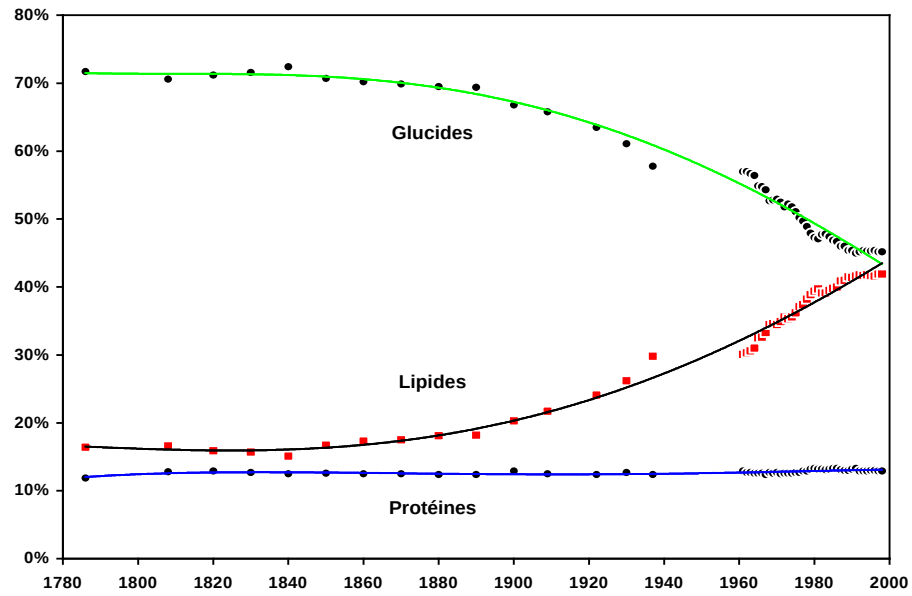


Figure 2.2. Évolution de la structure des apports énergétiques en France en longue période (source : Combris, 2006, d'après Toutain et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

Ce processus de transition s'achève vers 1985-1990, période depuis laquelle on observe une stabilisation de l'évolution des parts relatives des macronutriments dans l'apport total d'énergie (figure 2.3). Cette stabilisation ne signifie pas que l'alimentation ne change plus. Elle traduit le fait que le grand mouvement de substitution des produits de base vers les viandes, les produits laitiers, les corps gras et le sucre, est arrivé à son terme. Autrement dit, la saturation de la consommation qui avait stabilisé le niveau calorique global à la fin du XIX^{e} siècle, touche maintenant tous les groupes d'aliments (Combris, 2006).

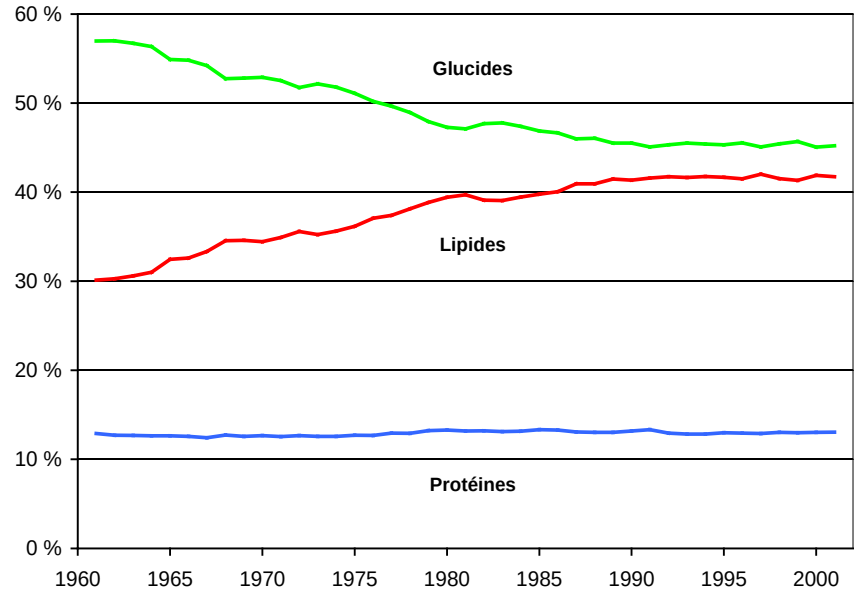


Figure 2.3. Évolution de la structure des apports énergétiques en France depuis 1961 (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

2. Convergence des modèles alimentaires

2.1. La consommation des calories animales

L'évolution qui vient d'être décrite n'est évidemment pas propre à la France. Qu'elle soit très précoce, comme en Angleterre, ou un peu plus tardive, comme dans les pays du sud de l'Europe, la transition nutritionnelle arrive à son terme au cours de la seconde moitié du XX^{e} siècle dans la plupart des pays développés. Ce sont maintenant les économies en développement qui connaissent des transitions nutritionnelles de plus en plus rapides.

Les analyses réalisées sur la base des enquêtes de la FAO (Cépède et Lengellé, 1953 ; Cépède et Lengellé, 1970) ont permis de caractériser les régularités nutritionnelles qui accompagnent le développement économique. À partir des enquêtes effectuées à la fin des années 1930 dans 70 pays, ces travaux montrent que la satisfaction quantitative des besoins est recherchée en premier lieu à travers la consommation d'aliments « bon marché », comme les céréales et les tubercules, que viennent compléter les corps gras, puis le sucre et enfin la viande et le lait, au fur et à mesure de l'élévation du niveau de vie. Ces aliments plus « coûteux » se substituent aux premiers dès que la satiété globale est atteinte, accélérant ainsi l'évolution de la structure de la ration alimentaire. Les observations recueillies au début des années 1960 dans 85 pays (Périssé *et al.,* 1969) ont été systématisées en établissant des corrélations entre la structure de la ration calorique en termes de nutriments et le revenu par tête (figure 2.4). Ces corrélations montrent que la croissance du revenu s'accompagne d'une très forte augmentation de la part des lipides (seuls les lipides liés d'origine végétale régressent), d'une baisse de la part des glucides (l'accroissement de la consommation des produits sucrés ne compensant pas la baisse de la consommation des céréales) et enfin d'une stabilité de la part des calories protéiques (la consommation croissante de protéines d'origine animale compensant exactement la baisse de la consommation des protéines d'origine végétale). Ces changements de la structure du régime alimentaire sont directement liés à l'augmentation de la consommation des produits animaux lorsque le revenu s'élève.

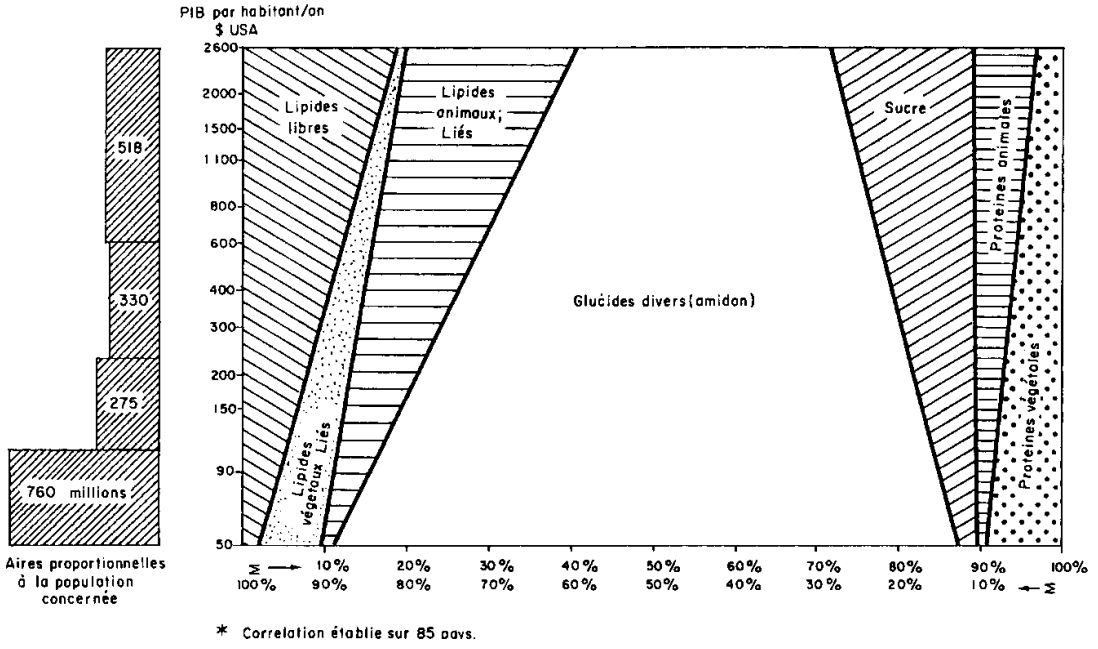


Figure 2.4. La structure de la ration alimentaire en fonction du revenu dans le monde en 1962 (source : Périssé *et al.*, 1969). * Corrélation établie sur 85 pays.

Depuis le début des années 1960, cette tendance s'est confirmée dans les pays développés

et elle se généralise progressivement aux pays émergents (figure 2.5). Même si à ce niveau très agrégé, des différences apparaissent entre les pays, en particulier ceux dont les cultures alimentaires font encore une large place aux produits végétaux (Inde, Japon…), la consommation de calories animales, évaluée par les disponibilités, est fortement croissante. Cette progression de la consommation des calories d'origine animale dans la grande majorité des pays du monde (les pays concernés regroupent plus de 5,3 milliards de personnes en 2005) pose à terme un problème majeur de pression sur les ressources agricoles et d'émission de gaz à effet de serre (voir le chapitre 3 et la prospective Agrimonde ; Paillard *et al.*, 2010).

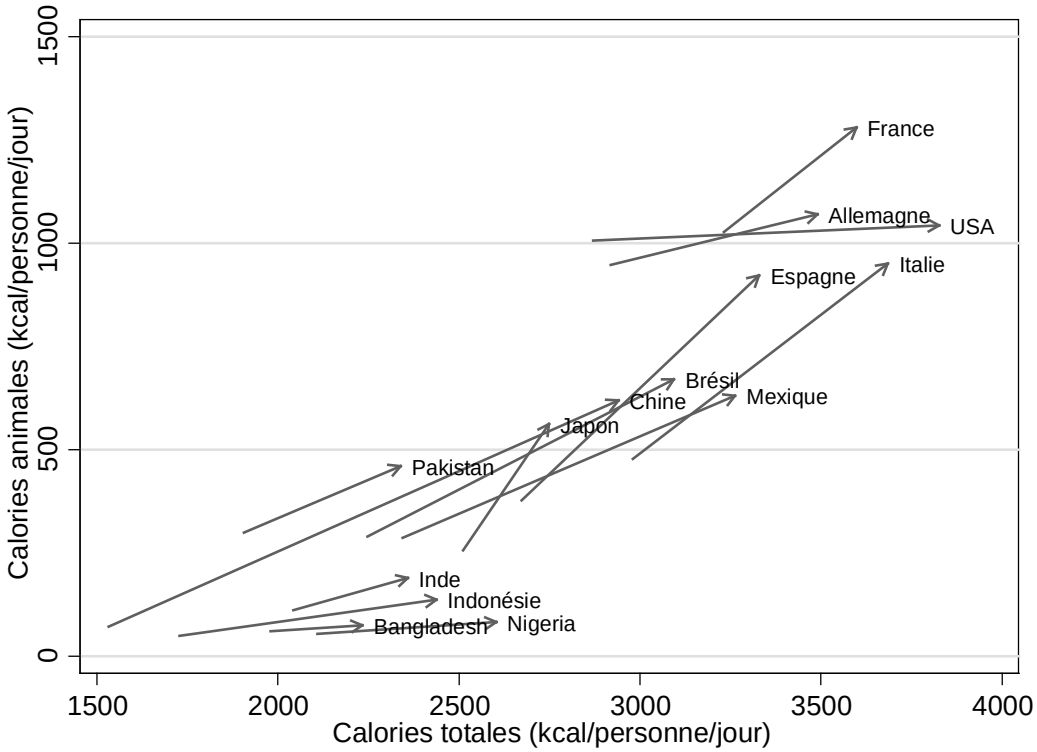


Figure 2.5. Disponibilités en calories animales et en calories totales de 1961 à 2005 : quelques exemples dans le monde (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

La généralisation d'une consommation élevée de calories d'origine animale ne signifie pas nécessairement que les modèles alimentaires vont s'uniformiser. Lorsque l'analyse s'éloigne des nutriments et des grandes familles d'aliments pour s'intéresser de façon plus détaillée aux produits, des différences significatives et persistantes apparaissent entre des pays par ailleurs relativement proches en terme de développement économique. C'est le cas en Europe, par exemple, pour la viande et les produits laitiers. Entre les principaux pays de l'Europe de l'Ouest, la consommation apparente de viande bovine varie du simple au double (13 kg/personne/an en Allemagne, plus de 26 en France), la consommation de viande de porc varie de 28 kg au Royaume-Uni, 32 kg en France à 56 kg en Allemagne et 62 kg en Espagne, celle de volailles de 15-16 kg en Allemagne et Italie à 28-29 kg en Espagne et au Royaume-Uni. La consommation de fromage est de 9 kg en en Espagne, 11 kg au Royaume-Uni, elle atteint 24 kg en France, 25 kg au Danemark et 30 kg en Grèce. Ces différences doivent retenir l'attention dans la mesure où tous les aliments d'origine animale n'ont pas le même impact sur les ressources et sur les émissions de gaz à effet de serre.

2.2. La convergence des dépenses et des caractéristiques des produits

Des analyses conduites dans les pays de l'OCDE ont montré que la convergence des consommations alimentaires, mesurées en énergie ou en quantité, concernait à la fois le niveau et la structure de la consommation, et qu'elle était largement indépendante des différences de revenu et de prix relatifs (Blanford, 1984 ; Herrmann et Röder, 1995). Ces travaux confirment que la convergence est particulièrement nette au niveau des grands groupes d'aliments, alors que des différences persistent à un niveau plus désagrégé. Des travaux plus récents montrent que ces résultats peuvent être étendus aux dépenses (Regmi *et al.,* 2008 ; Regmi et Unnevehr, 2006) et aux pays de revenu intermédiaire (Regmi *et al.,* 2008 ; Regmi et Unnevehr, 2006). Cette dernière étude porte sur les 47 pays regroupés par niveau de revenu dans le tableau 2.1 et couvre les années 1990 à 2004. Elle conclut à la convergence des dépenses par grandes catégories d'aliments (viandes, légumes, produits sucrés, *soft drinks*) vers le niveau des pays à revenu élevé, convergence qui concerne aussi bien les pays à revenu intermédiaire élevé que ceux à revenu intermédiaire faible (colonnes « Moyen supérieur » et « Moyen inférieur » du tableau 2.1). D'autres indicateurs portant sur les attributs des produits, les allégations figurant sur les emballages, ainsi que sur les caractéristiques des systèmes de distribution et de restauration, montrent la même tendance à la convergence.

Tableau 2.1. Les pays inclus dans l'analyse de la convergence (Regmi *et al.*, 2008).

Haut revenu	Haut revenu	Haut revenu	Moyen supérieur	Moyen inférieur
Canada	Belgique	Norvège	République tchèque	Brésil
États-Unis	Finlande	Suisse	Hongrie	Colombie
Australie	Grèce	Singapour	Pologne	Pérou
Japon	Italie	Corée du Sud	Chili	Chine
France	Espagne	Taïwan	Mexique	Indonésie
Royaume-Uni	Suède	Nouvelle Zélande	Malaisie	Philippines
Allemagne	Danemark	Israël	Afrique du Sud	Thaïlande
Pays-Bas	Irlande	Koweït		Algérie
Autriche	Portugal	Arabie saoudite		Égypte
		Émirats arabes unis		Jordanie
				Maroc
				Tunisie

2.3. Les tendances de la consommation dans les pays des Suds

Dans les années 1970, le problème majeur des pays des Suds était l'insuffisance alimentaire. Dans ces pays, la transition vers la satisfaction des besoins caloriques totaux n'est pas encore tout à fait achevée, mais des progrès importants ont été accomplis. À un niveau agrégé, la FAO estime que l'ingéré énergétique moyen par personne a progressé de l'ordre de 31 % au Sud (contre 16 % en moyenne sur l'ensemble du monde) en quelques décennies. Ainsi, des sept pays des Suds qui dépassent les 100 millions d'habitants (Chine, Indonésie, Brésil, Inde, Pakistan, Nigeria et Bangladesh), seul le Bangladesh est resté à des niveaux de consommation très bas. Il subsiste actuellement une trentaine de pays, dont une part importante en Afrique subsaharienne, qui ont une consommation alimentaire apparente par personne inférieure à 2 200 kcal en moyenne. Les projections suggèrent une augmentation continue de la demande et de la consommation alimentaires, de sorte que la moyenne pour

les pays en développement approcherait 2 850 kcal en 2015 et 3 000 kcal en 2030 (Bruinsma, 2003).

Cette évolution a été associée à une diminution manifeste de la prévalence de la malnutrition sous différentes formes (US-SCN, 2009). Mais dans le même temps ou dans un laps de temps très rapproché, contrairement à ce qui s'est passé pour les pays industrialisés où le phénomène s'est inscrit sur plus d'une centaine d'années comme on l'a vu précédemment, une nouvelle transition alimentaire s'est fait jour, affectant d'abord les pays émergents à croissance rapide (par exemple, Brésil, Chine, Afrique du Sud) et les segments les plus aisés de la population, notamment urbains, avant de se généraliser progressivement à l'ensemble de la population (Popkin, 2006). Cette évolution se caractérise d'abord par une phase d'augmentation de la consommation globale (énergie) puis une « occidentalisation » de la composition des régimes, de nature assez différente cependant selon les lieux et sociétés, et encore assez mal connue (Aounallah-Skhiri *et al.,* 2011 ; Delisle, 2010 ; Flores *et al.,* 2010 ; Wang *et al.,* 2008), avec sans doute des effets générationnels accompagnant le passage de l'une à l'autre. Si elle est caractérisée par une diversification bénéfique, cette évolution favorise une plus forte densité énergétique, des plats avec une consommation de plus en plus fréquente de lipides, de sucres libres, de sel, sans que les besoins en fibres et micronutriments soient toujours couverts de manière satisfaisante (Popkin, 2006), rejoignant en cela un schéma mondial de plus en plus général (Popkin, 2011).

Ces changements alimentaires, accompagnés de modifications des comportements de consommation (Wang *et al.,* 2008) et d'une diminution du niveau de l'activité physique journalière, favorisent l'apparition rapide d'obésité et de maladies chroniques liées à l'alimentation, alors même que les malnutritions par carences ne sont pas complètement résorbées. Les estimations de la FAO montrent une forte augmentation du nombre de personnes sous-alimentées depuis le début des années 2000, avec un pic à plus d'un milliard en 2009 à la suite de la flambée des prix alimentaires et de la crise économique mondiale (figure 2.6).

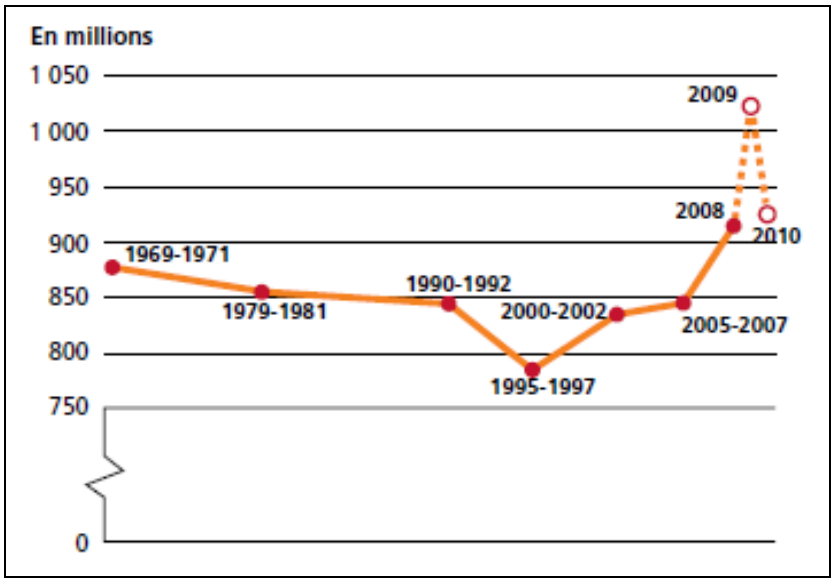


Figure 2.6. Nombre de personnes sous-alimentées dans le monde de 1969 à 2010 (© Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).

Toutefois, ces estimations sont sujettes à discussion, d'autres modélisations aboutissant au contraire à une diminution entre 2005 et 2008 (Headey, 2011). Ces changements dans le domaine alimentaire sont accélérés par la convergence d'une demande nouvelle des

consommateurs du Sud, accompagnant notamment les changements de style de vie liés à l'urbanisation. Ils sont également amplifiés par l'évolution positive, même si elle reste limitée, des revenus, par la baisse tendancielle des prix de certains aliments riches en énergie (huiles végétales, produits animaux), par le manque de ciblage de l'aide apportée au secteur agricole et alimentaire dans un certain nombre de ces pays (Webb et Block, 2010) et par la force de frappe accrue, depuis une décennie ou deux, des grands groupes agroalimentaires et surtout de la grande distribution, en lien avec la libéralisation du commerce mondial (Thow et Hawkes, 2009). Pour autant, des études commencent à suggérer que si les tendances convergent entre pays du Nord et du Sud, il n'est pas certain que les mêmes politiques à visée d'amélioration de l'alimentation, de la santé et de l'environnement aient les mêmes effets ou les mêmes coûts économiques et sociaux. Des recherches sont nécessaires pour imaginer des politiques holistiques adaptées à des environnements qui sont encore assez différents (Lock *et al.,* 2010).

3. Bases biophysiologiques de la convergence des modèles alimentaires

Même si la consommation alimentaire garde des formes variées selon les environnements ou les populations, un certain nombre d'éléments physiologiques contribuent à une relative convergence des modèles alimentaires, au moins en terme d'équilibre des principaux nutriments. Ces éléments de convergence sont liés au besoin quotidien de s'alimenter correctement en quantité et qualité et à sa régulation *via* de nombreux facteurs physiques, hormonaux, microbiologiques ou de perceptions sensorielles ; ils sont également sous l'influence de divers facteurs d'ordre psychique ou social.

3.1. Les besoins alimentaires

Les besoins alimentaires physiologiques se définissent non pas en aliments, mais en énergie, eau et nutriments. Il existe en effet une très grande diversité de combinaisons alimentaires qui permettent de remplir ces besoins de base. On est à peu près d'accord aujourd'hui sur les besoins minimaux en énergie. La consommation spontanée est en général toujours supérieure à ce niveau lorsque les quantités sont disponibles. Les besoins varient en fonction de l'âge, du sexe, de la taille, de la corpulence, de l'activité physique et de l'état physiologique. Des recommandations de portée universelle ont été établies pour les populations en bonne santé menant une vie « normale » par des comités d'experts (FAO, 2001). On estime par exemple ces besoins de 2 450 à 3 450 kcal/j en moyenne pour un homme de 30 ans et de 70 kg, et de 1 750 à 2 300 kcal/j pour une femme de 30 ans, selon un niveau d'activité physique faible à intense. Les recommandations édictées par les pays varient un peu pour tenir compte des consommations moyennes observées spontanément dans la population (l'Anses pour la France indique 2 700 kcal/j en moyenne pour les hommes et 2 200 pour les femmes dans le même cas, pour un niveau moyen d'activité).

On a aussi une idée assez précise de la gamme de macronutriments, lipides et protéines notamment, en pourcentage de l'énergie, permettant de satisfaire les besoins nutritionnels minimaux. Là encore des recommandations d'experts existent, sur la base d'un consensus croissant. Elles restent cependant variables selon les pays, avec une certaine difficulté parfois pour passer des nutriments à des recommandations basées sur des régimes alimentaires. Tandis que de nombreux mécanismes assurent la régulation de l'équilibre en carbohydrates et protéines corporelles, il n'existe pas de régulation forte du déséquilibre en lipides et en pratique on est assez facilement au-dessus des recommandations.

Pour les micronutriments, on connaît aussi le niveau minimum requis, mais la régulation est très différente selon les vitamines ou les minéraux. Une partie importante des populations à travers le monde est en dessous du seuil de satisfaction pour un certain nombre de micronutriments, en partie du fait de régimes trop exclusivement à base végétale et surtout pas assez variés.

3.2. Les facteurs de régulation

C'est la sensation de faim (estomac vide, motilité intestinale, variation rapide du stock de glycogène, hypoglycémie, etc.), qui pousse à rechercher des aliments caloriques ; à l'inverse, la sensation de satiété bloque ce besoin de s'alimenter. La satiation est élevée avec les protéines, faible pour les lipides et intermédiaire pour les glucides. Elle est sujette à des régulations complexes *via* des signaux allant du tube digestif au système nerveux central ; elle est positivement reliée à la teneur en fibres et en eau des aliments, qui favorise un remplissage significatif de l'estomac pour une moindre quantité d'énergie, et inversement reliée à la densité énergétique de la ration consommée d'une manière générale. Un certain nombre d'études indiquent, par ailleurs, que les calories ingérées dans les boissons induiraient moins de satiété que la même quantité de calories ingérée sous forme solide. La variété alimentaire favorise une augmentation de la consommation, capable de modifier sur le court ou moyen terme l'équilibre énergétique.

L'équilibre énergétique global auquel la plupart des individus accèdent normalement au fil des semaines ou mois en dépit de variations importantes d'ingérés ou de dépenses (jusqu'à ±23 % d'un jour sur l'autre pour l'ingéré énergétique), implique une régulation complexe, adaptée à un niveau de composition corporelle donnée dans un environnement donné plutôt qu'à un niveau fixe de poids corporel, mais une « erreur » de 1 à 2 % seulement dans l'ajustement peut conduire à des effets cumulatifs significatifs sur le long terme. La génétique ou l'acquisition précoce de mécanismes concernant une gestion différente du quotient respiratoire (traduisant l'utilisation préférentielle de tel ou tel « carburant », carbohydrates ou lipides) va naturellement avoir une influence sur l'évolution de la consommation. Mais les facteurs d'environnement ou des facteurs personnels sont susceptibles d'influencer aussi la consommation. L'appétence accrue des aliments et des plats, une plus grande part des lipides et des sucres libres dans l'alimentation, les changements de densité énergétique (parfois à l'insu du consommateur), un choix plus élevé, une disponibilité permanente, une taille de portion augmentée, un meilleur pouvoir d'achat, un niveau d'activité physique plus faible, sont autant de facteurs compatibles avec une augmentation de l'ingéré énergétique et une accumulation plus élevée de graisse corporelle (Flatt, 2011). À l'inverse, tout mécanisme conscient lié à une vision culturelle personnelle (image du corps) ou une influence sociétale plus large, ne semble pas, dans ces conditions, pouvoir être à même de compenser facilement cet effet. Tout se passe comme si l'évolution avait favorisé davantage le contrôle du manque d'énergie plutôt que son trop-plein. L'influence des différents macronutriments, comme celle de la densité énergétique, sur la consommation totale, ainsi que les mécanismes en jeu (appétence *vs* satiété) ont donné lieu à des études contradictoires qui nécessitent encore des recherches (Sorensen *et al.,* 2003). Mais il n'y a guère de doute qu'un régime énergétiquement dense, riche en sucres simples et en lipides entraîne un gain de poids.

Par ailleurs, l'hypothèse de la programmation métabolique fœtale émise par Barker pourrait rendre compte de l'accélération de la montée d'obésité et de maladies associées dans les populations du Sud. Confrontées dans leur enfance à la malnutrition et dans leur vie adulte à une plus grande abondance alimentaire, par suite d'une réorientation métabolique durable *in utero* ou au cours de la petite enfance visant à mieux capter et utiliser les substrats énergétiques, ces populations se retrouvent en quelque sorte en porte à faux, munies d'un

facteur favorable en situation de malnutrition, mais pas du tout en cas d'abondance (Barker, 1998).

3.3. Le rôle des goûts

On considère généralement le goût comme un déterminant important des choix alimentaires. Le goût aiderait à la sélection de la variété nécessaire de nutriments. Tous les humains ne perçoivent pas les goûts de la même manière. La densité des papilles gustatives, des différences génétiques au niveau des récepteurs de goût, la sensibilité de ces récepteurs ou les constituants de la salive contribuent notamment à ces différences de perception et à des différences dans les préférences alimentaires. On distingue cinq goûts primaires : sucré, salé, amer, acide et umami. Le goût du sucré et le rejet de l'amertume semblent être présents dès la naissance ; ils auraient été sélectionnés par leur capacité à favoriser la recherche d'énergie pour l'un, à éviter les substances toxiques pour l'autre. Le goût du sucré est en partie lié à un ou plusieurs gènes, et les variations de perception du sucré peuvent influencer les préférences alimentaires. Mais des animaux génétiquement sélectionnés pour leurs récepteurs du goût sucré expriment des comportements variés de consommation. Il y a donc une autre régulation qui intervient au niveau cérébral, ce qui favoriserait largement l'influence de facteurs environnementaux et culturels. La perception de l'umami (monosodium glutamate) est également associée à des gènes, mais les relations avec l'obésité sont contradictoires. Le goût de l'acide serait aussi sous forte dépendance génétique, mais il n'a pas fait l'objet de beaucoup de travaux pour l'instant ; il serait soumis à peu de variations.

Le goût du salé n'est pas inné. Il apparaît assez tôt après la naissance, mais il semble y avoir un relativement faible besoin physiologique chez l'homme contrairement à l'animal ; le sel est donc consommé par habitude (salaisons utiles à la conservation) ou par plaisir ; cette réponse hédonique est le résultat d'un mélange de facteurs biologiques (hormones, génétique), culturels et environnementaux. Il permet de compenser une plus grande sensibilité à l'amertume (Hayes *et al.,* 2010). Le goût pour l'amer est parmi les mieux étudiés, notamment du point de vue de l'influence génétique ; il y a des variants liés à une forte sensibilité (*via* 25 récepteurs différents de goût, ce qui rend cette perception très fine, probablement en lien avec la détection des toxiques alimentaires) et d'autres de « compensation adaptative » qui limitent cette sensibilité à l'amertume, permettant de garder dans une certaine mesure une préférence pour des végétaux amers (chou, pamplemousse, etc.). La distribution de ces deux types de variant change d'une population à l'autre, mais ils sont présents dans toutes les populations du monde. Pour autant, leurs effets sur les choix alimentaires, notamment légumes et fruits, et sur la santé, restent controversés (Feeney *et al.,* 2011 ; Grimm et Steinle, 2011).

On retrouve ces récepteurs à d'autres niveaux du tractus digestif où ils moduleraient la réponse aux nutriments ingérés en modifiant la signalisation neuroendocrine qui régule la satiété. D'une manière générale, il y a une génétique individuelle et ethnique des goûts, encore incomplètement décryptée et complexe, différente souvent entre hommes et femmes, qui pourrait néanmoins jouer un rôle dans la stabilité des goûts en dépit d'influences contraires. Pourtant, les goûts sont largement susceptibles d'évoluer en fonction des habitudes, de l'éducation, de la culture ou encore du vécu environnemental associé (négatif ou positif).

Les saveurs sont dues à une somato-sensation orale liée à la texture, la température, une irritation/douleur, combinée à l'olfaction rétro-nasale (à partir de la cavité orale). La perception des saveurs se fait dès la vie intra-utérine (les bourgeons des papilles fonctionnent en milieu liquide) ; l'enfant à la naissance réagit positivement aux saveurs de l'alimentation de sa mère, ce qui favoriserait la transmission précoce des habitudes alimentaires familiales. Ces perceptions évoluent assez rapidement au cours des différentes phases de l'enfance ; elles

sont d'autant plus positives que la diversification de l'alimentation de complément est grande. Malgré les variations, ces perceptions positives se retrouvent à 18 ans. Ces travaux sont encore récents et en plein développement. Du fait de cette grande variation entre individus dans la perception des goûts et des saveurs, l'histoire de la cuisine (puis celle de l'industrie agroalimentaire) est souvent associée à un travail pour masquer (par exemple l'amertume) ou renforcer certains goûts (sucré, salé, etc.) en tentant de « tromper » les perceptions physiologiques naturelles.

La sensation de plaisir est liée à la palatabilité (viscosité, onctuosité des mucilages, des lipides) et au goût (douceur du sucré) ou encore à l'excitation par les épices, ou à la variété alimentaire (multiplication des stimuli visuels, gustatifs et de palatabilité). Cette réponse « hédonique », sous contrôle du système nerveux central, semble favoriser l'augmentation de la ration ingérée au cours des repas (Brondel *et al.,* 2009 ; Sorensen *et al.,* 2003).

Il reste cependant difficile, parfois, de distinguer ce qui relève de l'inné et de l'acquis dans les choix alimentaires (goût, palatabilité, appétit préférentiel, etc.), compte tenu de déterminants culturels liés à notre appartenance depuis un temps plus ou moins long à un groupe social donné qui privilégie tel ou tel aliment en fonction de sa disponibilité locale et de la valeur culturelle qui lui est attribuée dans ce contexte (plaisir, rite-religion, symbole, chaud-froid, etc.).

3.4. Produits animaux *versus* végétaux

L'homme est naturellement omnivore ; il peut satisfaire ses besoins nutritionnels avec une large palette d'aliments. Cette capacité à s'adapter à des alimentations très différentes en fonction de contraintes du milieu et de façonnements culturels et sociaux a contribué à l'extension de l'homme sur toute la planète. On observe même des situations extrêmes : populations du grand Nord avec une alimentation très carnée et individus ou groupes végétariens. Selon Leonard *et al.*, l'homme se distingue des primates et des autres mammifères par la taille de son cerveau et la part importante de sa dépense énergétique consacrée à nourrir ce cerveau. D'où une incitation à rechercher une nourriture de « meilleure qualité », énergétiquement dense, riche en graisses et acides gras polyinsaturés nécessaires au développement et au fonctionnement du cerveau ; un régime plus riche en graisses et un système digestif adapté (intestin grêle plus développé, colon réduit) sont devenus notre norme. On a mis en évidence une évolution de gènes de type « viande adaptatifs » qui ont permis de profiter des animaux comme source importante d'énergie (Leonard *et al.*, 2010).

Différentes études historiques et ethnographiques indiquent que le rapport plante/animal dans l'alimentation des temps anciens et récents des chasseurs-cueilleurs variait autour de 65/35 en moyenne (avec de larges écarts) ; il s'agissait pour la plupart de viandes maigres (sauf abats), mais plus riches en acides gras polyinsaturés que celles de nos élevages actuels (Mann, 2000).

Pour autant, nombre de populations vivent encore de nos jours avec des régimes largement à base végétale. L'American Dietetic Association et l'American Academy of Pediatrics admettent qu'un régime végétarien bien conduit peut satisfaire les besoins nutritionnels et contribuer à une croissance normale des nourrissons et jeunes enfants. Un style végétarien d'alimentation chez l'adulte suit généralement les directives nutritionnelles courantes et peut satisfaire aux recommandations officielles en ce qui concerne les différents nutriments (Craig et Mangels, 2009). Pour autant, un régime végétarien peut varier dans sa composition et se révéler parfois déficient en certaines vitamines (B12, D), minéraux (fer, zinc, calcium) ou d'autres nutriments (certains acides aminés, acides gras oméga 3). D'où la nécessité de surveiller la croissance des enfants végétariens de ce point de vue.

Mais la plupart du temps, en particulier dans les pays en développement, la consommation de régimes à base végétarienne est plus liée aux disponibilités locales ou financières, sans véritable choix et connaissance des risques, et peut donc avoir un coût nutritionnel : le fer est moins biodisponible dans les végétaux, ce qui est source d'anémies ; les phytates des végétaux limitent l'absorption des ions divalents (calcium, zinc, etc.), ce qui contribue à des retards de croissance chez les jeunes enfants ; les protéines sont naturellement mieux équilibrées pour la nutrition humaine dans les produits animaux que végétaux (richesse en lysine par exemple, nécessaire à la croissance) et un peu plus digestibles.

Pour toutes ces raisons, il est plus facile de satisfaire facilement ses besoins nutritionnels, au moins à certains âges (croissance, vieillesse notamment) avec un minimum de produits animaux dans les régimes (car ils sont riches en vitamines et minéraux notamment), même si ce n'est pas toujours indispensable, à condition d'avoir accès à une grande variété de végétaux. Inversement, les produits animaux sont une source plus ou moins abondante de lipides riches en acides gras saturés dont l'excès n'est pas favorable à la santé. Ainsi, certains auteurs suggèrent de diminuer la consommation moyenne dans le monde de 100 g par jour à 90 g, avec un meilleur équilibre entre pays riches et pauvres (convergence), en ne dépassant pas 50 g par jour de viandes de ruminants (McMichael *et al.*, 2007).

3.5. Le rôle du microbiote

La partie basse du tube digestif chez l'homme héberge une biomasse importante de micro-organismes (environ 10^{14} bactéries) ou microbiote, cette population étant caractérisée par son métagénome (l'ensemble des gènes toutes espèces confondues). Malgré le grand nombre d'espèces qui peuvent être présentes (entre 500 et 1000), on admet qu'elles sont regroupées en quelques grandes familles significatives susceptibles de jouer un rôle sur notre état nutritionnel, dont deux importantes, les *Bacteroidetes* et les *Firmicutes*, qu'on a retrouvées en proportions différentes chez des animaux ou des individus maigres ou obèses. Il reste à établir si ce métagénome est universel ou réparti très différemment selon les populations et les modes de vie, et s'il s'agit d'une cause ou d'une conséquence des modifications métaboliques liées à l'obésité et aux maladies associées. Un certain nombre de travaux inciteraient à penser que certains sujets ont une flore plus efficace pour l'extraction d'énergie à partir de leur alimentation et que cela pourrait avoir un lien avec un risque d'obésité. Tout récemment, des auteurs ont montré que l'administration d'antibiotiques au cours des six premiers mois de la vie tendrait à augmenter le risque de surpoids chez les enfants de mères de corpulence normale, mais à diminuer ce même risque chez les enfants de mères en surpoids ou obèses. Cet effet pourrait être expliqué par un impact sur l'établissement et la diversité du microbiote. Il apparaît donc bien que le microbiote est un partenaire incontournable des effets physiologiques de l'alimentation ; mais de nombreux travaux seront nécessaires avant de comprendre comment ce « tandem » alimentation/microbiote évolue et comment il peut être modifié en faveur d'une meilleure santé (Ajslev *et al.,* 2011 ; Arumugam *et al.,* 2011).

Les connaissances nutritionnelles permettent de comprendre pourquoi la consommation des produits d'origine animale facilite la satisfaction des besoins physiologiques, mais elles ne proposent pas de mécanisme expliquant ou justifiant les niveaux très élevés de la consommation des calories animales vers lesquels tendent actuellement de nombreux pays. Si la multiplicité des facteurs et des mécanismes à l'œuvre dans la régulation des comportements alimentaires ne permet pas de proposer des normes indiscutables, elle ouvre néanmoins de nombreuses pistes pour explorer des alternatives à la situation qui prévaut aujourd'hui dans les pays développés.

4. Impact des politiques agricoles

Les politiques agricoles orientent la production à travers les soutiens qu'elles apportent à certains secteurs et, ce faisant, elles ont un impact sur la consommation à travers leur action sur l'offre. Deux courants de travaux se sont intéressés aux effets des politiques agricoles sur les consommations alimentaires et à leur implication sur la santé.

Le premier émane des chercheurs en nutrition ou plus généralement des chercheurs en santé publique. Selon ce courant de recherches, la politique agricole commune (PAC) a eu un rôle néfaste sur la santé en incitant à la consommation de graisses animales (notamment *via* la politique européenne de subvention à l'utilisation du beurre) et en limitant la consommation de fruits et légumes (notamment *via* la politique de retraits du marché). Ces travaux mettent en avant le fort soutien du contribuable aux productions laitières et l'absence de soutien à la production de fruits et légumes. Ces analyses portent plutôt sur le volet de l'offre et mettent en cause les politiques européennes d'incitation à la production de produits laitiers notamment (Elinder, 2005 ; Lloyd-Williams *et al.*, 2007 ; Veerman *et al.*, 2006).

Le second est porté par les économistes. L'approche consiste plutôt à comparer la situation observée (*i.e.* incluant la politique agricole) à celle qui prévaudrait si l'on supprimait les politiques agricoles. Elle insiste beaucoup plus sur le rôle des prix. Globalement, elle aboutit à une conclusion inverse ou, tout au moins, nettement plus nuancée. Dans le cas de l'Union européenne (UE), la PAC a maintenu les prix de nombreux produits agricoles à des niveaux significativement supérieurs à ceux qui prévaudraient en l'absence de PAC. C'est le cas notamment pour les produits laitiers et le sucre. La PAC, tout au moins avant les dernières réformes, a donc plutôt agi comme une taxe sur le gras et le sucre. Un travail portant sur la situation de la Finlande avant et après son accession à l'UE montre qu'à la suite de son entrée le prix relatif de la margarine par rapport à celui du beurre a baissé et que cela a contribué à la réduction de la consommation de graisses saturées (Prättälä, 2003). De même, la protection accordée aux fruits et légumes est assez faible, ce qui fait que ces produits sont disponibles dans l'UE à des prix relativement proches de ceux que l'on aurait en absence de protection. Nous n'avons pas connaissance d'analyse globale dans le cas de la PAC, sans doute parce que la politique de soutien a été très variable selon les produits. De même, nous n'avons pas trouvé de travaux sur l'impact des récentes réformes. Des travaux en cours, portant sur la réforme de la politique sucrière, mettent en évidence le rôle majeur des firmes dans la répercussion au consommateur des variations de prix en amont. Dans le cas du marché des boissons rafraîchissantes sans alcool, on montre que la chaîne agroalimentaire aurait intérêt à amplifier la baisse du prix du sucre, ce qui entraînerait un accroissement de la consommation de ces boissons de l'ordre de 5 % suite à la réforme de la politique sucrière (Bonnet et Réquillart, 2010). Dans le cas des États-Unis, les travaux d'Alston, Sumner et Vosti (Alston *et al.,* 2008) suggèrent que la suppression des soutiens à l'agriculture américaine aurait des effets prix limités et que donc le soutien à l'agriculture n'explique pas la montée de l'obésité (Alston *et al.*, 2006). En d'autres termes, l'élimination du soutien à l'agriculture n'est pas à même d'orienter les consommateurs vers des choix alimentaires plus sains. Ces auteurs insistent sur le rôle important à long terme des politiques de recherche et développement agricoles qui peuvent avoir un impact important sur les prix. L'ouvrage de Mazzochi, Traill et Shogren (Alston *et al.*, 2006, 2008 ; Bonnet et Réquillart, 2010 ; Mazzocchi *et al.*, 2009 ; Prättälä, 2003) présente une analyse synthétique des politiques d'intervention.

Du point de vue de la recherche, il serait intéressant dans le cas de l'UE de mieux appréhender l'impact sur les consommations alimentaires de l'ensemble des réformes qui ont été mises en œuvre depuis une dizaine d'années et qui ont conduit (ou vont conduire) à des

modifications sensibles des prix relatifs des produits agricoles. De même, il serait souhaitable de mieux appréhender la transmission des variations de prix en amont sur les prix aux consommateurs en intégrant les choix stratégiques des firmes agroalimentaires (en termes de prix et de gamme de produits) et des firmes de la distribution.

5. Infléchissements des tendances et hétérogénéité de la consommation : des pistes pour maîtriser les évolutions à venir ?

L'efficacité de l'information nutritionnelle est parfois mise en doute ; elle a pourtant des effets indiscutables. Différentes recherches ont bien montré, par exemple, que les publications scientifiques sur l'impact du cholestérol alimentaire sur la santé avaient fortement influencé la consommation d'un certain nombre d'aliments. À partir de 1980, on observe une augmentation massive du nombre des publications sur les effets du cholestérol alimentaire, qui coïncide avec un infléchissement significatif de la consommation de certains produits d'origine animale (viande rouge, beurre, œufs, lait entier…). L'évolution récente de la consommation des calories animales dans la ration alimentaire en Europe illustre ce changement (figure 2.7). À la fin des années 1970, on observe une convergence de tous les pays vers le niveau de consommation atteint par les pays les plus forts consommateurs, la Finlande et le Royaume-Uni, qui est de l'ordre de 1 200 kcal par personne et par jour. À partir des années 1980 et à des rythmes divers selon les pays, on observe un infléchissement de la consommation des calories animales dans les pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe, et un ralentissement très net de sa forte croissance dans les pays du sud de l'Europe. La convergence semble désormais conduire vers un niveau de l'ordre de 1 000 kcal par personne et par jour. Différents travaux de modélisation réalisés en France, en Europe et aux États-Unis ont clairement établi que l'information nutritionnelle avait un effet significatif distinct de celui des prix et des revenus (Nichele, 2003). Ces résultats montrent qu'une information validée et consensuelle peut infléchir durablement des tendances majeures de la consommation (Mazzocchi *et al.,* 2008 ; Schmidhuber et Traill, 2006).

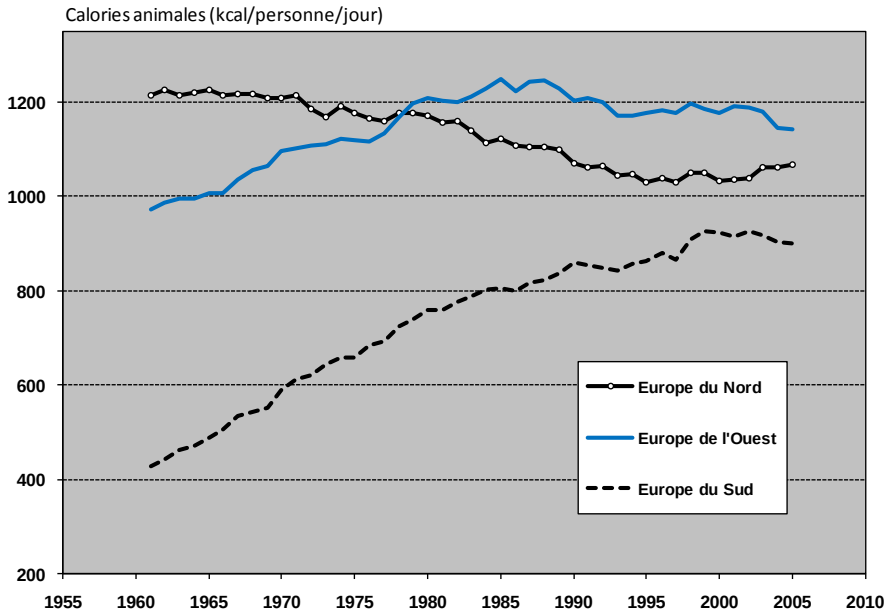


Figure 2.7. Infléchissement des disponibilités en calories animales en Europe (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT).

Cependant, des travaux sur les mécanismes de réception et d'appropriation des normes alimentaires montrent que la connaissance des messages n'est pas toujours suffisante pour obtenir une modification des pratiques. Le passage à la mise en œuvre suppose en effet l'intégration de pratiques conformes aux normes dans des routines et des logiques quotidiennes qui ne laissent pas toujours de place aux normes que l'on souhaiterait développer dans une perspective de santé publique, et qui peuvent même répondre à des normes contraires. Par exemple, le souci de préserver un repas familial dans une ambiance non conflictuelle peut conduire certaines mères de famille de milieux populaires à refuser de proposer des légumes au menu du dîner (Régnier, 2009). Par ailleurs, les normes nutritionnelles entrent en concurrence avec des normes profanes concernant l'alimentation (notamment pour ce qui concerne l'alimentation des enfants) en particulier dans les milieux populaires (Coveney, 2005). Les recherches qui se concentrent sur la mise en pratique des recommandations insistent ainsi sur l'hétérogénéité sociale liée aux différences entre les contraintes et les ressources dont disposent les ménages tout autant qu'aux systèmes de valeurs et de normes qui pèsent sur eux (Delormier *et al.,* 2009). Une meilleure compréhension des inégalités sociales et des disparités entre ménages nécessite également d'approfondir les recherches sur la manière dont les produits alimentaires achetés sont transformés au domicile avant leur consommation. Les recherches sur ce sujet, peu nombreuses, mettent en évidence la variété des savoir-faire mobilisés par les ménages pour la préparation des repas quotidiens (Short, 2006).

Ces observations doivent être complétées par une réflexion sur les mécanismes de diffusion sociale des nouvelles connaissances nutritionnelles, de façon à comprendre comment peuvent s'établir de nouvelles normes. L'intérêt d'une compréhension du rôle et des mécanismes de mise en place de normes sociales vaut également pour les impacts environnementaux et pour l'ensemble des connaissances et des croyances relatives aux comportements et aux pratiques alimentaires. Certains moments du cycle de vie peuvent ainsi apparaître comme plus propices à l'intériorisation de nouvelles injonctions et à la modification des pratiques alimentaires, comme la naissance d'un enfant ou la mise en couple (Bove et Sobal, 2006 ; Lamine, 2008 ; Marshall et Anderson, 2002).

La question de la relativité des normes et de la variabilité des consommations et des pratiques appelle également des approfondissements, en particulier pour mieux saisir ce qui explique l'hétérogénéité persistante de certaines caractéristiques des modèles alimentaires nationaux et sociaux. Cette hétérogénéité mérite d'être analysée dans la mesure où elle peut suggérer des alternatives durables aux tendances qui prévalent actuellement.

Par ailleurs, la question de l'élaboration des connaissances, de l'information et des nouvelles normes sociales reste ouverte. Les représentants des consommateurs pointent, à juste titre, le risque de sur-responsabilisation qui résulterait d'une orientation par le seul marché à travers les choix et les consentements à payer. Outre qu'une telle situation introduit une inégalité en fonction du pouvoir d'achat des consommateurs, elle exclut tous ceux qui dans le monde n'ont pas accès au marché. La technicité des problèmes à régler pose également la question de l'expertise et du risque technocratique. Enfin, la valorisation par le marché des efforts des producteurs dans le sens d'une plus grande durabilité n'est pas assurée. La mise sur le marché de produits plus durables peut stigmatiser les produits qui ne le sont pas sans entraîner d'augmentation du consentement à payer des consommateurs. Si les variantes durables n'ont qu'une faible part de marché, le résultat peut être négatif pour l'ensemble des producteurs (Kanter *et al.,* 2009). Tous ces points appellent une réflexion conjointe des sciences économiques, sociales et politiques visant à déterminer les mécanismes et les outils les plus adaptés à l'orientation et à la gouvernance des systèmes alimentaires.

6. Hétérogénéité de la consommation et inégalités nutritionnelles

L'étude de la convergence des modèles de consommation alimentaire fait abstraction de l'hétérogénéité de cette consommation à l'intérieur d'un même ensemble géographique. Or, au sein d'un même « modèle », plusieurs types de comportements de consommation coexistent, tant du point de vue des quantités consommées qu'en termes de qualité et de diversité des aliments (variété, choix des produits au sein d'une même gamme d'aliments). Ces disparités constatées en France et dans d'autres pays ont des implications nutritionnelles qui s'expriment en particulier sous forme de différences sociales de santé. En effet, des pathologies fortement liées au comportement alimentaire, telles que par exemple l'obésité ou le diabète, affectent davantage le bas de l'échelle sociale (Guignon *et al.,* 2010 ; Mackenbach *et al.,* 2008). En outre, ces inégalités sociales de santé vont croissant (Charles *et al.,* 2008 ; Leclerc *et al.,* 2006).

La question des inégalités nutritionnelles est un des enjeux éthiques et opérationnels d'une réflexion sur l'alimentation et sur sa durabilité. L'étude des grandes tendances de la consommation doit prendre en compte les différents équilibres selon les niveaux de vie, dans un souci d'appréhension correcte des évolutions futures et dans une visée éthique de réduction des inégalités. On sait qu'en France la part des produits animaux et végétaux dans l'alimentation varie selon le revenu, le niveau d'éducation ou la catégorie socioprofessionnelle, dans le sens d'une consommation moindre pour la plupart des produits animaux dans le haut de l'échelle sociale (Caillavet *et al.,* 2009 ; Recours et Hébel, 2006). De même, on sait que les messages nutritionnels n'ont pas le même impact selon le niveau d'éducation et le milieu social (Régnier, 2009).

La convergence des régimes cache des disparités très importantes à l'intérieur des pays, mais également entre les pays. Les phénomènes de convergence décrits plus haut sont liés au développement économique et sont donc tributaires de ses aléas. La croissance du nombre de sous-alimentés et les débats que cela suscite ont été évoqués. Les données sur lesquelles reposent ces évaluations sont issues des bilans des disponibilités agricoles nationales, converties en calories. Elles ne reflètent qu'imparfaitement la consommation réelle et les régimes alimentaires. Néanmoins, elles semblent indiquer des cas de « retour en arrière » vis-à-vis du progrès souhaité. Ces observations tendent à faire réagir les différents protagonistes de la sécurité alimentaire, privés et publics, nationaux et internationaux, dans des logiques d'urgence, d'autant plus que différentes crises (2005 famine au Niger, 2006-2008 flambée des cours des matières premières) ont alarmé les opinions publiques. Enfin, on notera que la question de l'augmentation du nombre de sous-alimentés dans certains pays riches commence à faire débat. Au-delà de la discussion sur les concepts (sous-nutrition, insécurité alimentaire…), leur mesure (diversité alimentaire, calories, perception, pauvreté…) et leur échelle (individu, ménage, région, pays), plusieurs questions se posent sur la résurgence des questions de manque et de déséquilibre alimentaire grave, y compris dans des pays riches. Les causes sont mal connues de même que les conséquences, notamment au niveau des ménages et des individus : comment s'adaptent-ils à la baisse de leur pouvoir d'achat ? Quels sont les aliments auxquels ils sont contraints de renoncer ? Quelles sont les conséquences sur la santé et le bien-être ?

7. Questions à la recherche

Les différents points évoqués dans ce chapitre débouchent sur des interrogations liées essentiellement à la difficulté à généraliser les régimes et les pratiques alimentaires des pays développés à l'ensemble du monde. La question des inégalités, au sein des pays et entre les pays, est donc au cœur de la réflexion. Un des points essentiels concerne l'identification des mécanismes susceptibles d'infléchir les évolutions en cours. Les questions posées à la recherche concernent aussi bien les leviers d'action sur l'offre (voir aussi chapitres 4 et 5), à travers les politiques agricoles par exemple, que les moyens qui permettraient d'infléchir la demande. Ce second point apparaît aujourd'hui le plus complexe. Il suppose d'articuler des connaissances sur les déterminants individuels et sociaux des comportements, sur l'élaboration de l'information, la construction des points de consensus, le rôle des institutions et la gouvernance de l'ensemble du processus. Neuf grandes questions regroupent les multiples interrogations de ce chapitre.

1. Peut-on réduire la consommation des calories d'origine animales dans les pays développés ? Les projections montrent que le niveau actuel de consommation des calories animales dans les pays développés est environ le double du niveau généralisable à l'ensemble de la planète. À partir de l'étude des évolutions passées et de l'analyse de la variabilité actuelle des niveaux de consommation et des régimes, peut-on imaginer des scénarios crédibles de réduction ? Comment les différents groupes d'aliments seront-ils affectés par ces changements ?
2. Peut-on techniquement et légitimement fixer des limites à la consommation des calories animales lorsque le revenu augmente dans les pays émergents ? La consommation des aliments d'origine animale augmente dès que le revenu des populations le permet. Les déterminants biologiques, physiologiques, sensoriels et sociaux de cet appétit sont mal connus. Sur quelles bases acceptables peut-on dès lors faire reposer des objectifs de limitation de la consommation ? Comment articuler les considérations techniques et éthiques pour fonder une telle démarche ?
3. Quels seraient les groupes de populations les plus touchés par une réduction de la consommation ? La diminution du niveau moyen de la consommation des produits d'origine animale peut s'accompagner d'évolutions très différentes des inégalités nutritionnelles au sein de la population. Comment caractériser l'hétérogénéité des trajectoires d'infléchissement de la consommation et en mesurer les implications ?
4. Quels sont les processus de modification et de diffusion sociale des nouveaux comportements (réception de l'information et modification des normes sociales) ? Remettre en cause les grandes tendances de la consommation alimentaire implique des changements de comportement allant bien au-delà des recommandations des plans de santé publique, déjà si difficiles à mettre en œuvre. Il s'agit sur ce point d'entreprendre des recherches associant l'ensemble des sciences humaines et sociales pour comprendre comment émergent puis se diffusent les nouveaux comportements, puis comment ils peuvent aboutir à la formation de nouvelles normes sociales. Compte tenu de l'ampleur des changements nécessaires, la cohérence de l'information et des actions sera une condition de la réussite. Cela implique donc des recherches sur la construction du consensus sur les critères de durabilité, sur la clarification des indicateurs et des signaux et enfin sur l'harmonisation des actions. Les aspects cognitifs sont également importants : comment passe-t-on de la cognition explicite (le comportement raisonné) à la cognition implicite (le comportement spontané) ? Enfin, la question des multiplicateurs sociaux devrait aussi être abordée, car elle constitue un aspect majeur de la compréhension des mécanismes de diffusion sociale des comportements et de mise en place des nouvelles

normes sociales.

5. Le choix des variantes durables des produits par les consommateurs peut-il suffire à réorienter l'offre alimentaire ? Le rôle du marché doit être bien compris et surtout son impact potentiel doit être correctement évalué. L'étude des microdécisions des consommateurs et l'évaluation de leur consentement à payer permettront de savoir si les incitations des producteurs seront suffisantes pour réorienter l'offre dans le sens d'une plus grande durabilité. De même, il faut évaluer la force des préférences des consommateurs en particulier en comprenant mieux la hiérarchie et les interactions des critères de choix. Une simple variation du goût ou du prix pourrait-elle compromettre le choix d'une variante plus durable ?
6. Quel est l'impact des pratiques domestiques sur la durabilité des systèmes alimentaires ? Il n'existe quasiment pas de données quantitatives publiques sur les pratiques d'achat, de stockage, de préparation des aliments, et sur la gestion des déchets par les ménages. Recueillir de telles données, aussi bien dans les pays du Nord que des Suds constitue donc une priorité.
7. Les politiques de soutien à l'agriculture et de développement des échanges internationaux peuvent-elles avoir un effet sur la durabilité des systèmes alimentaires ? Une analyse rétrospective des effets, et en particulier des effets sur les prix, des différentes réformes agricoles et de l'organisation des échanges devrait constituer la première étape d'une recherche plus générale sur la cohérence des critères mis en œuvre dans ces politiques, sur la volatilité des prix des produits agricoles et alimentaires et sur l'impact des normes (voir développement au chapitre 8).
8. L'accélération du rythme des transitions alimentaires dans les pays émergents dégrade-t-elle la durabilité des systèmes alimentaires ? Les nutritionnistes ont mis en évidence les effets délétères de la rapidité accrue des transitions sur le statut nutritionnel des populations. Les conséquences de cette accélération sur l'environnement et sur les comportements alimentaires doivent également être étudiées. Une attention particulière devrait être apportée aux effets de génération. Ces effets sont-ils de plus en plus marqués ? Entraînent-ils des irréversibilités dans les comportements et les pratiques alimentaires ?
9. Qu'il s'agisse des tendances de la consommation dans les différents pays du monde, ou des facteurs et des mécanismes à l'œuvre dans la régulation des comportements, l'hétérogénéité est forte. Dans un contexte où des forces puissantes poussent à la convergence, il importe d'étudier cette hétérogénéité et son évolution. Peut-on caractériser l'hétérogénéité des comportements alimentaires ? Comment évolue-t-elle au niveau mondial et au sein des pays ? Cette diversité est-elle fatalement amenée à se réduire, ou constitue-t-elle un réservoir d'alternatives aux tendances actuellement dominantes ?

Beaucoup des questions qui viennent d'être évoquées font écho à des points soulevés dans le cadre du projet Foresight soutenu par le gouvernement britannique (Foresight, 2011 ; Pretty, 2010). Les interrogations sur la limitation de la consommation des produits d'origine animale et sur l'infléchissement des modèles de consommation sont les plus proches. Les implications en termes d'information des consommateurs et surtout de changement des normes sociales insistent sur les mêmes axes de recherche. Enfin, la question de l'efficacité des différents systèmes de récompense des efforts des producteurs agricoles (question 100 dans Pretty *et al.,* 2010) a été abordée à travers la question du consentement à payer des consommateurs pour les attributs environnementaux.

Chapitre 3. Impact carbone et qualité nutritionnelle des régimes alimentaires en France

Auteurs : Nicole Darmon et Louis-Georges Soler

Contributeurs : Armelle Champenois, Catherine Esnouf, Sarah Martin, Jérôme Mousset, Barbara Redlingshöfer, Marie Russel, Markéta Supkova, Djilali Touazi et Florent Vieux

Ce chapitre présente les résultats originaux d'une étude de l'impact carbone de l'alimentation en France. Les facteurs susceptibles d'expliquer la variabilité interindividuelle de l'impact carbone associé aux consommations alimentaires habituelles d'un échantillon représentatif d'adultes français sont explorés. À travers l'analyse de la relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son impact carbone, ce chapitre aborde aussi la question plus générale de la compatibilité entre deux piliers de la durabilité.

Les auteurs remercient l'Ademe et l'Inra pour le soutien financier qui a permis la réalisation de cette étude.

1. Introduction

Les premières observations de l'impact environnemental de l'alimentation montrent une large variabilité interindividuelle de cet impact (même en prenant en compte les variations de consommation énergétique). Ceci a contribué à laisser penser qu'il suffirait de modifier les choix alimentaires (c'est-à-dire opérer des substitutions entre aliments) pour réduire l'impact environnemental de l'alimentation (Carlsson-Kanyama *et al.,* 2003 ; Coley *et al.,* 1998). Il a été proposé en particulier de réduire la consommation de viande rouge en provenance de ruminants, parce que ce sont les aliments dont la production entraîne le plus d'émission de gaz à effet de serre par calorie (environ 11 g eqCO_2/kcal) (Kling et Hough, 2010). Il est vrai que l'élevage compte pour 80 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole (Steinberg *et al.,* 2006). De ce fait, les aliments et les régimes végétariens ont été démontrés comme ayant un moindre impact environnemental que les régimes omnivores (Baroni *et al.,* 2006 ; Carlsson-Kanyama et Gonzalez, 2009 ; Marlow *et al.,* 2009 ; Reijnders et Soret, 2003 ; Risku-Norja *et al.,* 2008).

Par ailleurs, les effets bénéfiques pour la santé d'une alimentation riche en fruits, légumes et autres végétaux complexes, et comportant des produits animaux en quantité modérée, ont été démontrés à de nombreuses reprises, alors qu'une alimentation qualifiée de *western diet*, caractérisée non seulement par une consommation élevée de viandes rouges et de charcuteries, mais aussi par une trop forte consommation de céréales raffinées, de produits frits et de produits sucrés est associée à une plus forte mortalité totale et par maladies chroniques (OMS et FAO, 2003). Ainsi, puisque d'une part les produits végétaux ont un plus faible impact environnemental que les produits animaux et que d'autre part une alimentation riche en végétaux semble protectrice vis-à-vis des maladies chroniques, il est aujourd'hui à peu près universellement accepté qu'un changement global d'alimentation vers un régime principalement constitué de produits d'origine végétale aurait un impact favorable à la fois sur l'environnement et sur la santé (Duchin, 2005 ; Garnett, 2011 ; Tukker *et al.,* 2011).

Plus spécifiquement, une convergence internationale de la consommation de viande (réduction dans les pays à haut revenu et augmentation raisonnable dans les pays à bas revenus) a été proposée comme une bonne voie de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'amélioration de la santé des populations (Griffon, 2006 ; McMichael *et al.,* 2007 ; Paillard *et al.,* 2010).

Cependant, la bonne santé des végétariens serait plutôt attribuable à leur intérêt pour leur santé qui les conduit à adopter des comportements plus en accord avec les recommandations concernant l'activité physique, l'équilibre alimentaire et le tabac qu'au fait qu'ils ne consomment pas de viande (Key *et al.,* 2006). De plus, la viande et le poisson et, dans une moindre mesure, les produits laitiers, sont les sources exclusives de nutriments essentiels spécifiques ; aussi réduire leur consommation est-il un véritable défi nutritionnel (Millward et Garnett, 2010). En fait, une alimentation comprenant de très petites quantités de produits animaux peut être saine si et seulement si elle est parfaitement pensée par ailleurs. Ainsi, tout dépend des substitutions qui sont faites pour limiter les impacts environnementaux. En particulier, il apparaît que les aliments riches en graisses et/ou en sucres ont un faible coût carbone (environ 2,5 g eqCO_2/kcal) (Kling et Hough, 2010), ce qui suggère l'existence de possibles incompatibilités entre les objectifs environnementaux et les objectifs nutritionnels. De même, de nombreuses publications soulignent la nécessité d'augmenter la proportion de poisson dans la ration pour atteindre les recommandations nutritionnelles (Arnoult *et al.,* 2010 ; Maillot *et al.,* 2010), mais la durabilité de ces fortes consommations est hautement critiquable en termes environnemental, économique et toxicologique (Lang, 2005 ; Lobstein, 2002).

En conséquence, le récent rapport de la FAO recommande de considérer la durabilité lors du développement des guides alimentaires et des politiques nutritionnelles et souligne la nécessité d'études démontrant la synergie entre les différentes dimensions de la durabilité (FAO, 2010). Il est donc nécessaire et urgent d'étudier la relation entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son impact environnemental, afin d'identifier les choix qui permettraient de réduire l'impact environnemental tout en prenant en compte les autres aspects d'une alimentation durable, en particulier l'acceptabilité culturelle et économique et l'équilibre nutritionnel.

L'objectif de l'étude est double :
- estimer l'impact carbone de l'alimentation habituellement consommée en France ;
- analyser l'impact carbone de l'alimentation en fonction de sa qualité nutritionnelle.

Par rapport à d'autres travaux internationaux qui analysent des consommations moyennes ou stéréotypées (régimes carnés, régimes végétariens, par exemple), l'approche présentée ici est doublement originale, car :
- elle considère les consommations alimentaires spontanées d'individus vivant en population générale ;
- elle définit la qualité nutritionnelle comme l'adéquation aux recommandations basées sur les nutriments, plutôt que sur des *a priori* concernant la composition d'une alimentation équilibrée.

2. Quantification de l'impact carbone de l'alimentation

2.1. Méthodes

L'étape préalable à l'analyse consiste à recueillir les données de consommation. Cette étape est cruciale puisqu'elle influence la qualité des données. Plusieurs méthodes sont disponibles à l'heure actuelle. Aucune méthode de référence n'existe réellement et chaque méthode présente des avantages et des inconvénients. Le choix de la méthode de recueil doit être adapté au type d'étude et aux objectifs spécifiques (Etievant *et al.,* 2010 ; Zetlaoui *et al.,* 2011).

La façon dont les aliments sont regroupés par catégories (*i.e.* nomenclatures) est également importante, surtout quand on veut « croiser » des variables appartenant à des secteurs

d'étude et des disciplines différentes. C'est le cas pour le croisement entre nutrition, environnement et économie. Pour les enquêtes de consommation individuelle et l'épidémiologie nutritionnelle, les aliments sont regroupés en fonction de leur composition en nutriments. Pour les enquêtes d'achats, les aliments sont regroupés selon leur organisation dans les lieux de vente. Pour les travaux sur l'impact environnemental, il serait sans doute judicieux de les classer selon le type de production, d'emballage, de stockage… Analyser les relations entre ces différentes dimensions nécessiterait de créer une nomenclature commune qui soit sera très grossière (plus petit commun dénominateur) soit devrait être très détaillée (toutes les informations sont disponibles pour chaque aliment tel que produit, vendu, consommé…).

Pour les besoins de la présente analyse, nous avons adopté une nomenclature de type « nutritionnel », puisque nous nous sommes basés sur l'étude Inca 2, dont l'objectif initial était de décrire les consommations individuelles et d'analyser les apports nutritionnels des Français.

2.1.1. Identification d'aliments « représentatifs »

L'étude est basée sur les données de consommation alimentaire d'adultes (1 918 individus normo déclarants âgés de plus de 18 ans : 776 hommes et 1 142 femmes) ayant participé à l'enquête Inca 2 – étude individuelle nationale des consommations alimentaires des Français, réalisée en 2006-2007 par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa, aujourd'hui Anses) (Lafay et Volatier, 2009).

Au total, 1 312 aliments différents ont été déclarés comme consommés pendant la semaine d'enquête par l'ensemble des participants à l'étude Inca 2. Les données concernant l'impact carbone des aliments étant rares et difficiles d'accès (généralement privées), il était impossible d'envisager recueillir, dans les délais impartis à l'étude, des données sur l'impact carbone de chacun de ces 1 312 aliments. La présente analyse est donc basée sur un nombre plus restreint d'aliments « représentatifs », couramment consommés par la population française. Ont été considérés comme représentatifs les aliments qui présentaient le plus grand nombre de consommateurs par rapport aux autres produits ayant des caractéristiques nutritionnelles similaires (c'est-à-dire appartenant à la même famille (n = 36 familles) et à la même catégorie (n = 11 catégories) d'aliments. Dans la mesure du possible, nous avons sélectionné des aliments consommés au moins une fois pendant la semaine d'enquête par au moins 10 % des adultes. La disponibilité réelle ou supposée des données environnementales sur ces produits a été également un des critères de choix, ainsi que les qualités nutritionnelles spécifiques de certains aliments (ex. noix, lentilles, sardine).

2.1.2. Impact carbone de chaque aliment représentatif

Le terme « impact carbone » désigne le potentiel de réchauffement global des émissions des six gaz à effet de serre retenus par le Giec. L'impact carbone de l'alimentation est calculé à partir de l'impact carbone des aliments, lui-même estimé à partir d'analyses de cycle de vie des produits (ACV). L'analyse du cycle de vie est une méthode normalisée (ISO 14044) de quantification des impacts environnementaux générés par un produit tout au long de son cycle de vie. Elle propose une estimation de l'impact carbone des aliments mis en marché, ce qui désigne, en équivalent CO_2 ($eqCO_2$), la quantité de gaz à effet de serre émis par la production, la transformation et le transport des produits. Ces gaz correspondent au dioxyde de carbone (CO_2) qui résulte de la combustion des énergies fossiles, au méthane (CH_4) issu de la fermentation entérique des ruminants et des déjections animales et au protoxyde d'azote (N_2O) lié à la fertilisation azotée et à la gestion des déjections animales. Les émissions de gaz à effet de serre, ou l'impact carbone, rassemblées pour les différents produits alimentaires de

l'étude, sont exprimées en g eqCO_2/100 g de produit.

Des données sur l'impact carbone de chaque aliment représentatif ont été recherchées en prenant pour périmètre les phases suivantes : production agricole, transformation, conditionnement/emballage, transport vers un magasin en France et distribution avec stockage au magasin. Les phases liées au transport entre le point de vente et le domicile du consommateur, à la consommation, à l'utilisation au stockage et à la préparation chez le consommateur, ainsi que la gestion de fin de vie du produit alimentaire n'ont pas été comptabilisées, par défaut de données fiables facilement mobilisables. L'unité fonctionnelle choisie pour le recueil des données carbone correspond à 100 g de produit alimentaire « tel qu'acheté » (*i.e*. disponible en magasin) en France.

L'impact carbone des aliments représentatifs a été déterminé à partir des impacts carbone issus de la littérature internationale, des études ACV françaises et internationales, de thèses et d'articles scientifiques, ou ont fait l'objet d'une reconstitution. Pour la plupart des produits analysés, une moyenne d'impacts carbone a été calculée pour définir l'impact carbone final. Les impacts carbone extrêmes ont été volontairement écartés.

Une fois tous les impacts carbone rassemblés et validés par le comité de pilotage, il a été nécessaire de convertir les impacts carbone des produits « tels qu'achetés » en impacts carbone des produits « tels que consommés ». Par exemple, l'impact de la viande achetée avec os a été converti en impact de la viande consommée sans os en appliquant un facteur de conversion (appelé portion comestible) issu de la table de composition du Ciqual (Centre d'information sur la qualité des aliments, www.afssa.fr/TableCIQUAL). Étant donné la diversité des modes de production, des circuits de distribution et des types d'emballage, nous avons dû restreindre le champ de l'analyse en posant pour hypothèse que tous les aliments représentatifs étaient issus de l'agriculture conventionnelle et produits en France, sauf pour les fruits tropicaux, comme la banane ou l'orange, importés et distribués par camion sur le lieu de vente en France.

2.1.3. Impact carbone journalier de l'alimentation de chaque individu

À partir des données individuelles de consommation des valeurs d'impact carbone des 73 aliments représentatifs et d'hypothèses sur le taux de représentativité de ces 73 aliments dans les consommations individuelles, l'impact carbone journalier de l'alimentation de chacun des 1 918 individus a pu être calculé.

2.2. Résultats

2.2.1. Impact carbone de l'alimentation : moyenne et variabilité interindividuelle

La figure 3.1 indique comment se distribuent les impacts carbone journaliers au sein de l'échantillon Inca 2. On observe qu'il existe une grande variabilité interindividuelle autour de ces moyennes. L'impact carbone moyen de l'alimentation des adultes en France est de 4 090 g eqCO_2 par personne et par jour (écart type : 1 175), de 4 725 g eqCO_2/j pour les hommes (écart type : 1 183) et de 3 658 g eqCO_2/j pour les femmes (écart type : 953).

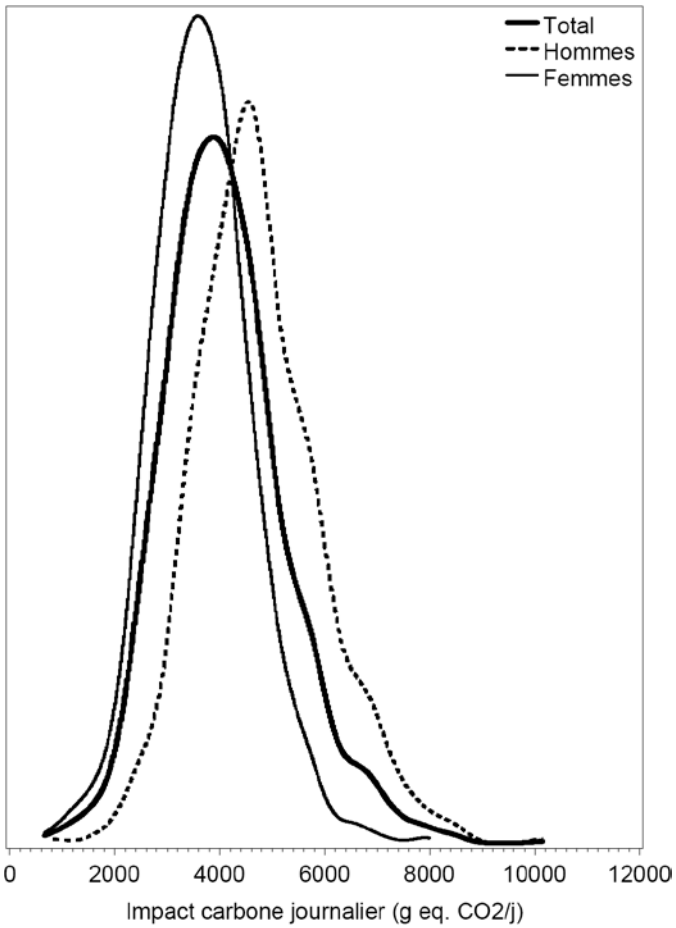


Figure 3.1. Distribution de l'impact carbone journalier de l'alimentation (g eqCO_2/j) des participants adultes à l'étude Inca 2 (population totale, hommes, femmes).

Le fait que l'alimentation des hommes ait un impact carbone supérieur à celui des femmes pourrait être dû d'une part au fait que les hommes mangent plus que les femmes, d'autre part au fait qu'ils mangent différemment (en particulier, les hommes consomment plus de viandes et moins de fruits et légumes que les femmes). D'une façon plus générale, la grande variabilité interindividuelle observée pour les impacts carbone des régimes pourrait être due à un effet quantité ou à un effet qualité (ou effet structure).

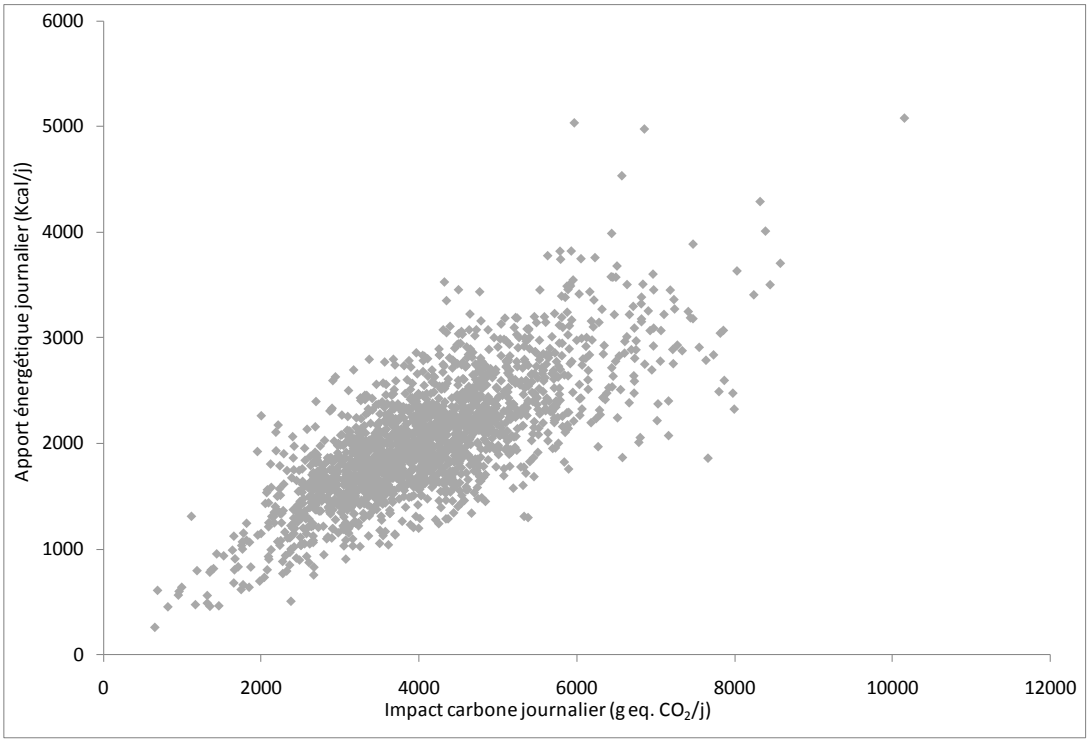


Figure 3.2. Relation entre la consommation de calories journalières (kcal/j) et l'impact carbone journalier de l'alimentation (g eqCO_2/j) des participants adultes à l'étude Inca 2.

La figure 3.2 indique qu'il existe une très forte corrélation positive entre les calories totales ingérées par les individus et l'impact carbone journalier de l'alimentation. De même (résultat non démontré), une relation positive très forte existe entre les quantités totales consommées et l'impact carbone journalier.

2.2.2. Contribution de chaque catégorie d'aliments à l'impact carbone de l'alimentation

Pour chaque sexe séparément, les participants ont été classés en quintiles, en fonction de l'impact carbone journalier de leur alimentation. Puis, la contribution de chaque catégorie d'aliments à l'impact carbone journalier a été calculée par quintile. Les tableaux 3.1 et 3.2 montrent comment évoluent, pour les hommes, les contributions de chaque catégorie d'aliments, en valeur absolue (g/j) et en pourcentage, selon le quintile d'impact carbone total :

- l'impact carbone journalier varie de 2 900 g eqCO_2/j pour le premier quintile jusqu'à 6 063 g eqCO_2/j pour le dernier quintile ;
- la contribution en valeur absolue de chaque catégorie d'aliments à l'impact carbone total augmente avec l'impact carbone total. Par exemple, les viandes rouges et les charcuteries, les sucreries et desserts, les fruits et légumes contribuent respectivement de 743 à 2 032, de 286 à 511 et de 312 à 513 g eqCO_2/j du premier au dernier quintile d'impact carbone ;
- la structure en pourcentage de la contribution des différentes catégories d'aliments n'est pas totalement homogène du premier au dernier quintile. On note une diminution de la contribution des aliments préparés contenant des ingrédients d'origine animale (12 % à 7 %), des féculents (8 à 5 %), des produits laitiers (7 % à 5 %) et une augmentation de la contribution de la viande rouge et de la charcuterie (25 à 34 %), du fromage (8 à 11 %) et des boissons alcoolisées quand l'impact carbone total augmente.

Tableau 3.1. Contribution (en g eqCO_2/j) des catégories d'aliments à l'impact carbone journalier de l'alimentation des adultes de sexe masculin dans l'étude Inca 2 classés par quintile d'impact carbone.

HOMMES	1er quintile	2nd quintile	3ème quintile	4ème quintile	5ème quintile
Fruits et légumes	312	369	429	442	513
Féculents	222	223	245	276	320
Fromages	247	342	421	481	642
Laits	217	230	240	270	317
Viande	743	1008	1256	1534	2032
Œufs et volaille	210	293	295	313	366
Poissons	124	152	191	270	328
Plats préparés (Veg.)	39	41	35	32	46
Plats préparés (Anim.)	342	362	373	375	397
Biscuits salés	7	6	8	11	13
Desserts et sucreries	286	384	399	410	511
Matières grasses	193	279	315	389	497
Total (eq. CO2 g/jour)	*2942*	*3691*	*4206*	*4804*	*5981*

HOMMES	1er quintile	2nd quintile	3ème quintile	4ème quintile	5ème quintile
Eau	46	64	78	68	88
Boissons non alcoolisées	121	138	129	132	155
Boissons alcoolisées	102	167	208	263	271
Total (eq. CO2 g/jour)	*269*	*369*	*415*	*463*	*515*

Tableau 3.2. Contribution, en pourcentage, des catégories d'aliments à l'impact carbone journalier de l'alimentation des adultes de sexe masculin dans l'étude Inca 2, classés par quintile d'impact carbone.

HOMMES	1er quintile	2nd quintile	3ème quintile	4ème quintile	5ème quintile
Total (eq. CO2 g/jour)	*2942*	*3691*	*4206*	*4804*	*5981*
Fruits et légumes	11%	10%	10%	9%	9%
Féculents	8%	6%	6%	6%	5%
Fromages	8%	9%	10%	10%	11%
Laits	7%	6%	6%	6%	5%
Viande	25%	27%	30%	32%	34%
Œufs et volaille	7%	8%	7%	7%	6%
Poissons	4%	4%	5%	6%	5%
Plats préparés (Veg.)	1%	1%	1%	1%	1%
Plats préparés (Anim.)	12%	10%	9%	8%	7%
Biscuits salés	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Desserts et sucreries	10%	10%	9%	9%	9%
Matières grasses	7%	8%	7%	8%	8%
Total (%)	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*

HOMMES	1er quintile	2nd quintile	3ème quintile	4ème quintile	5ème quintile
Total (eq. CO2 g/jour)	*269*	*369*	*415*	*463*	*515*
Eau	17%	17%	19%	15%	17%
Boissons non alcoolisées	45%	37%	31%	29%	30%
Boissons alcoolisées	38%	45%	50%	57%	53%
Total (%)	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*

Les résultats des tableaux 3.1 et 3.2 ne concernent que les hommes, mais des tendances similaires ont été observées pour les femmes.

Quel que soit le quintile d'impact carbone, le groupe d'aliments qui contribue le plus, en valeur absolue comme relative, à l'impact carbone de l'alimentation, est celui des viandes rouges et des charcuteries, ce qui confirme les résultats de la plupart des études internationales.

2.2.3. Variabilité de l'impact carbone de l'alimentation : effet « structure » ou effet « quantité » ?

Comment savoir si la relation observée dans la figure 3.2 (corrélation entre kcal et impact carbone) reflète plutôt un effet « quantité » lié aux volumes totaux consommés (les individus qui ont l'impact carbone le plus élevé consommant plus de tout, comme le montre le tableau 3.1) ou un effet structure (les différences dans les proportions d'aliments, telles qu'on peut les observer dans le tableau 3.2, expliquant plus fortement que les quantités totales ingérées, la variabilité des émissions individuelles) ? Pour répondre à cette question, on peut remarquer que l'impact carbone (IC) journalier de l'alimentation de chaque individu (en g $eqCO_2$) peut être décomposé de la façon suivante :

$IC = IE \times DE \times Q$

où IE représente l'impact carbone de l'alimentation exprimé par calorie ingérée (g $eqCO_2$/kcal), DE est la densité énergétique de l'alimentation (kcal/kg) et Q la quantité totale consommée par individu (kg/j). Les deux premiers termes reflètent la « structure » de l'alimentation (liée à la part de chaque famille d'aliments, en pourcentage, dans les consommations individuelles journalières). Le dernier terme renvoie, par définition, à la quantité (qui peut induire une variation des IC individuels, quand la structure des consommations alimentaires est fixée). La question qui nous intéresse ici est de savoir dans quelle mesure la variation des IC individuels au sein de la population est expliquée par des effets de structure (le pourcentage de chaque famille d'aliments dans l'alimentation quotidienne) ou de quantité.

Pour répondre à cette question, les valeurs individuelles d'IC ont été régressées sur chacune de ces trois variables. On observe alors que les effets se classent de façon décroissante de la façon suivante : l'effet « quantité », puis l'effet « impact carbone par calorie ingérée », puis l'effet « densité énergétique » de l'alimentation expliquent la dispersion des émissions de gaz à effet de serre des régimes individuels.

3. Impact carbone et qualité nutritionnelle sont-ils compatibles ?

3.1. État des lieux sur la définition de l'équilibre nutritionnel

L'équilibre alimentaire est un concept parfaitement accepté du grand public. Les scientifiques y font régulièrement référence et il est largement utilisé aussi bien par les professionnels de santé que par les différents acteurs du secteur agroalimentaire. Pourtant, il n'existe aucun consensus sur la définition de l'équilibre alimentaire. Les guides alimentaires (recommandations basées sur les groupes d'aliments ou *food-based dietary guidelines*) développés un peu partout dans le monde pour promouvoir des choix alimentaires plus sains, comme le recommandent l'AESA (Agence européenne de sécurité sanitaire des aliments) et l'OMS (EFSA, 2010 ; WHO, 1998), sont tous différents les uns des autres. La définition des groupes d'aliments conseillés tout comme les quantités recommandées varient d'un pays à l'autre. Même les conseils de consommation de fruits et légumes varient selon les pays et les

comités d'experts, aussi bien en termes de quantité que de diversité. En absence de consensus sur la définition de l'équilibre alimentaire, il n'existe pas non plus de façon unique d'estimer l'équilibre global d'une ration alimentaire (Kant, 1996 ; Waijers *et al.*, 2007). Dans la pratique, de nombreux indicateurs coexistent et sont largement utilisés en épidémiologie nutritionnelle pour mettre en évidence des relations entre l'alimentation et la santé (Willet, 1998). Ces indicateurs s'appuient généralement sur des recommandations officielles d'apports en aliments et/ou en nutriments, mais il n'existe pas de *gold standard* reconnu et les objectifs poursuivis peuvent être très différents.

Même la très médiatisée pyramide alimentaire méditerranéenne (Willett *et al.,* 1995) fait l'objet d'interprétations différentes, comme en atteste l'existence de différents scores d'adéquation à une alimentation de type méditerranéen. Ainsi, les consommations de viande et de produits laitiers sont considérées comme défavorables[4] à l'équilibre global par le *mediterranean diet score* (Trichopoulou *et al.,* 2003), alors que d'autres scores « méditerranéens » considèrent qu'une consommation modérée de ces aliments est favorable[5] (Goulet *et al.*, 2003) ou ne les prennent tout simplement pas en compte (Issa *et al.,* 2011).

Cette multiplicité des guides alimentaires et des scores de qualité suggère qu'il n'existe pas un seul bon régime alimentaire, mais sans doute de très nombreux. Des travaux basés sur la modélisation de rations individuelles ont en effet démontré que les besoins nutritionnels peuvent être couverts de plusieurs manières par la combinaison des aliments les plus divers (Maillot *et al.,* 2010).

Pour respecter les recommandations nutritionnelles, un apport calorique minimal est requis (Darmon et Briend, 2001) de même qu'un budget minimal (Darmon *et al.,* 2006). La présence de certains aliments semble incontournable (fruits, légumes, légumes secs, céréales complètes, fruits oléagineux, poisson gras…) (Maillot *et al.,* 2009). Ces exigences respectées, on peut affirmer qu'il existe autant de façons de couvrir les besoins nutritionnels qu'il existe de façons de manger.

Ainsi, pour un individu donné, le bon régime, c'est celui qui lui permet de couvrir l'ensemble de ses besoins nutritionnels, tout en respectant au mieux ses préférences alimentaires et son budget, ainsi que son environnement socioculturel. Pour une région donnée, l'équilibre alimentaire à promouvoir, c'est celui qui tient compte de la disponibilité et des coutumes locales. Pour cette raison, une équipe de chercheurs norvégiens a remis récemment en cause la promotion universelle de l'alimentation méditerranéenne et insiste au contraire sur l'importance de tenir compte des spécificités régionales dans le développement des guides alimentaires (Bere et Brug, 2009).

Même si elles peuvent elles aussi varier d'un pays à l'autre, les recommandations d'apports en nutriments font l'objet d'un meilleur consensus que les recommandations d'apports en aliments. C'est pourquoi, dans l'étude de cas décrite plus loin, nous proposons de nous baser sur l'adéquation des apports nutritionnels aux recommandations pour identifier des régimes équilibrés.

L'intérêt d'une telle approche est qu'elle est transposable d'une région à l'autre, alors que le suivi de recommandations nationales ou de la pyramide méditerranéenne ne l'est pas. Ainsi, en se basant sur les recommandations nutritionnelles plutôt que sur des présupposés sur l'« équilibre alimentaire », il est possible d'identifier des régimes adéquats sur le plan

[4] Attribution de points négatifs quand les consommations de produits laitiers et de viande sont supérieures aux médianes respectives dans la population étudiée.

[5] Attribution de points négatifs quand les consommations de produits laitiers et de viande sont trop faibles ou trop élevées.

nutritionnel qui respectent l'extrême diversité individuelle, économique, géographique, sociale et culturelle des consommations alimentaires.

3.2. Méthodes

3.2.1. Choix d'indicateurs de qualité nutritionnelle

Pour estimer la qualité nutritionnelle de l'alimentation, les nutritionnistes utilisent le *mean adequacy ratio* (MAR), qui estime le pourcentage moyen d'adéquation des apports en un certain nombre de nutriments par rapport aux apports recommandés en ces mêmes nutriments (Madden *et al.,* 1976). Il est négativement corrélé avec la densité énergétique (DE, en kcal/100 g) de l'alimentation, ce dernier paramètre étant considéré en tant que tel comme un indicateur de mauvaise qualité nutritionnelle (Ledikwe *et al.,* 2006). Disposer d'indicateurs synthétiques de la qualité nutritionnelle, qu'ils soient positifs ou négatifs, est d'un grand intérêt pour établir des corrélations avec d'autres dimensions de l'alimentation. Ainsi, le MAR et la DE ont permis de mettre en évidence une association positive entre la qualité nutritionnelle de l'alimentation et son coût (Maillot *et al.,* 2007). Par analogie au MAR, dans la présente étude, nous avons aussi défini le *mean excess ratio* (MER) qui estime l'excès (par rapport aux valeurs maximales recommandées) d'apport en nutriments dont il est conseillé de limiter la consommation (sodium, acides gras saturés et sucres ajoutés).

3.2.2. Identification de groupes de mangeurs différenciés selon la qualité nutritionnelle de leur alimentation

Pour chaque individu le MAR, le MER et la DE de son alimentation ont été calculés. Les individus ont ensuite été classés selon les valeurs que prenait chacun de ces trois indicateurs par rapport aux médianes observées pour chaque indicateur dans la population, hommes et femmes séparément.

Ceci nous a permis d'identifier quatre groupes de mangeurs ayant une alimentation de qualité nutritionnelle contrastée (cf. figure 3.3) ; nous avons ainsi défini :

- les mangeurs « adéquats », dont l'alimentation se situait à l'intersection de trois exigences nutritionnelles : à la fois un MAR supérieur à la médiane, un MER inférieur à la médiane et une DE inférieure à la médiane. Ceci concernait 101 hommes et 180 femmes ;
- les mangeurs « inadéquats », qui ne satisfaisaient à aucune de ces exigences (108 hommes et 178 femmes) ;
- les mangeurs « intermédiaires + », qui respectaient deux critères de bonne qualité nutritionnelle sur trois (294 hommes et 389 femmes) ;
- les mangeurs « intermédiaires – », qui ne respectaient qu'un seul critère de bonne qualité nutritionnelle (273 hommes et 395 femmes).

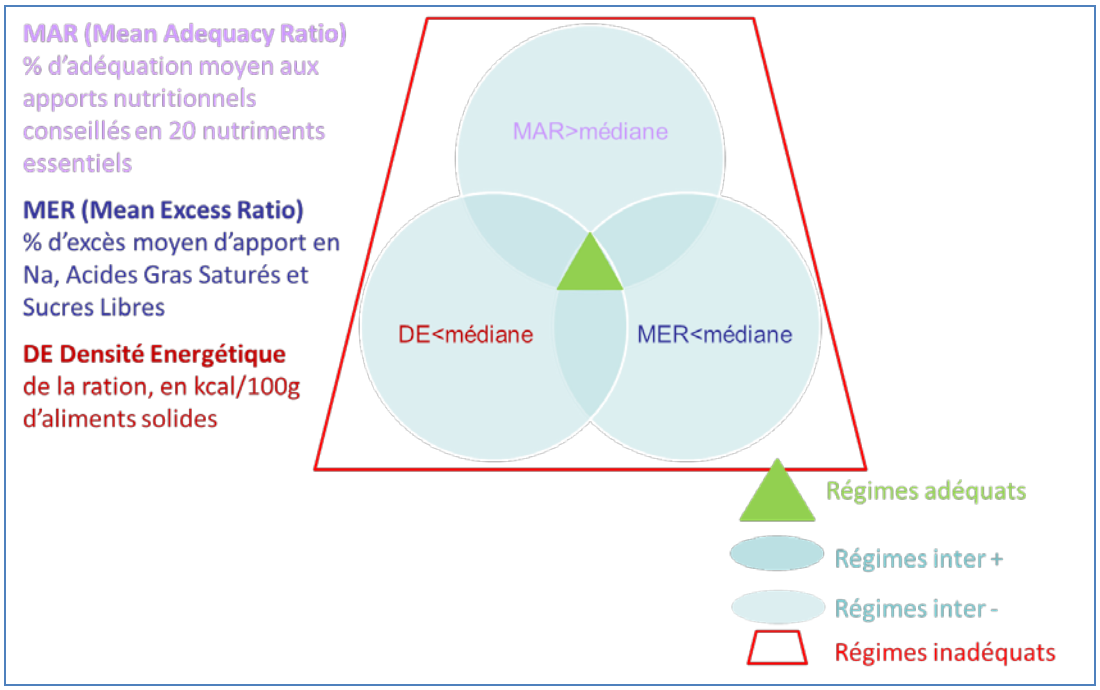


Figure 3.3. Des indicateurs exclusivement nutritionnels (non bâtis sur des compositions de régimes stéréotypés) pour qualifier la qualité nutritionnelle des régimes.

Pour chaque sexe, nous avons donc quatre groupes de mangeurs et pour chaque groupe de mangeurs nous pouvons calculer non seulement leurs apports en aliments et en nutriments, mais aussi leur impact carbone.

Ainsi, nous aboutissons à huit groupes d'individus différenciés selon la qualité nutritionnelle de leur alimentation, quatre pour les hommes et quatre pour les femmes.

3.3. Résultat : impact carbone de l'alimentation selon sa qualité nutritionnelle

La figure 3.4 montre que l'impact carbone est peu influencé par la qualité nutritionnelle des régimes. Chez les hommes, les impacts carbone des quatre groupes de qualité nutritionnelle ne sont pas différents (p = 0,1596). Par contre, chez les femmes, la différence est significative et c'est l'alimentation des mangeuses « inadéquates » qui a un impact carbone plus faible que celle des mangeuses « adéquates ». Les résultats ne vont donc pas dans le sens attendu de régimes plus sains qui seraient moins impactants.

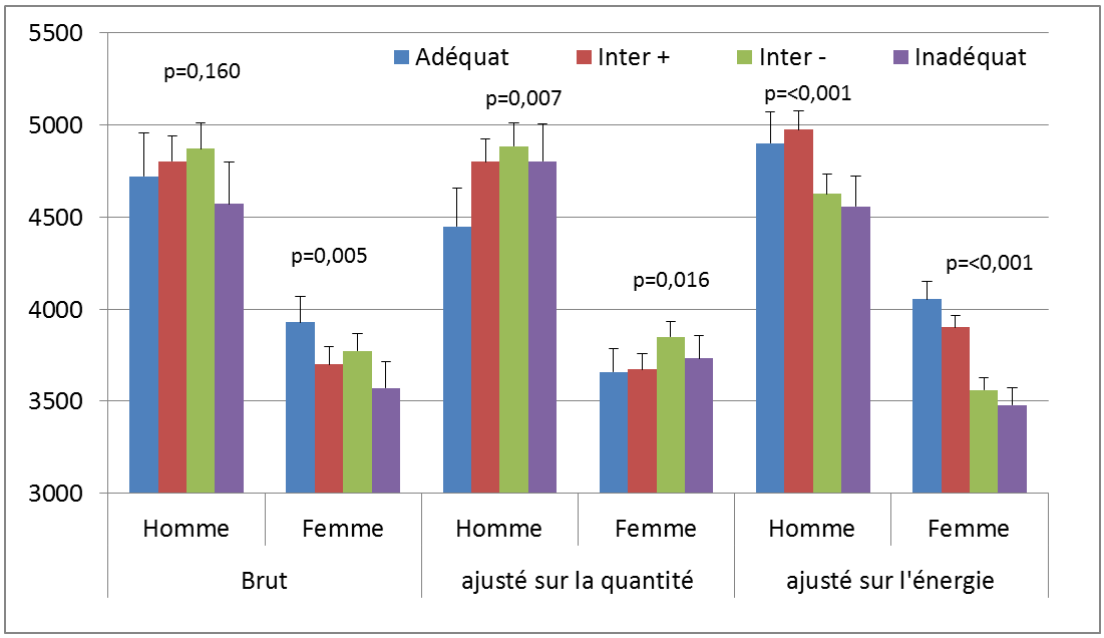


Figure 3.4. Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (g eqCO_2/j) avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés.

L'ajustement de ces résultats bruts pour les apports énergétiques ou pour les quantités consommées montre que :

- lorsque c'est la quantité totale consommée qui est fixée, ce sont les groupes en adéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « adéquats », hommes ou femmes) qui ont l'impact carbone le plus faible ;
- lorsque ce sont les apports énergétiques qui sont fixés, ce sont les groupes en inadéquation avec les recommandations nutritionnelles (mangeurs « inadéquats », hommes ou femmes) qui ont le plus faible impact carbone.

Ceci est dû au fait que les mangeurs « adéquats » ingèrent des quantités plus importantes d'aliments que les mangeurs « inadéquats » (résultats issus du rapport Inra-Ademe 2010 (Supkova *et al.*, 2010)), car la qualité nutritionnelle est inversement corrélée à la densité énergétique des rations. Ainsi, même si l'alimentation des mangeurs « adéquats » est caractérisée par la prédominance d'aliments moins impactants, tels que les féculents et les fruits et légumes, le fait qu'ils en mangent beaucoup explique qu'ils puissent avoir *in fine* une alimentation aussi impactante, voire plus que celle des mangeurs « inadéquats ».

4. Limites de l'étude et perspectives

4.1. Limites

La table Inca 2, comportant 1 312 aliments, a été contractée en une table de 73 aliments représentatifs rassemblés en 36 familles. En réalité, ces aliments ne représentent que la moitié des quantités consommées et le tiers de l'énergie ingérée, c'est pourquoi il a été nécessaire de poser des hypothèses sur le taux de représentativité de ces aliments dans l'alimentation. Un test a été effectué pour tenter d'estimer l'erreur liée à cette contraction. Ce test a consisté à reclasser les individus en mangeurs adéquats, intermédiaires + et –, et inadéquats, en calculant le MAR, le MER et la DE, non pas à partir de l'ensemble des consommations alimentaires (c'est-à-dire les 1 312 aliments, comme cela a été fait pour identifier les huit groupes de mangeurs), mais seulement à partir des 73 aliments

représentatifs. Les résultats montrent que malgré cette simplification les individus restent à 67 % dans le même groupe nutritionnel de mangeurs et à 96 % dans le même groupe ou un groupe directement voisin.

La méthode d'ACV est une approche largement répandue dans l'analyse des impacts environnementaux d'un produit ou d'un procédé. Sa principale limite est l'influence potentielle que peuvent avoir sur le résultat final les hypothèses de départ et les choix méthodologiques effectués tout au long de l'étude (périmètre, unité fonctionnelle, catégories d'impacts, règles d'allocations…). Les approches adoptées dans les ACV des produits alimentaires retenus dans cette étude peuvent différer entre elles et par rapport au périmètre de l'étude. Les filières alimentaires sont notamment très marquées par la question des allocations (affectation des coproduits), qui concerne souvent les étapes de l'amont agricole et de la première transformation et qui fait également l'objet d'hypothèses spécifiques à chaque étude. Les méthodes de calcul utilisées varient également, ce qui ne permet pas de comparer des résultats provenant de différentes études disponibles dans la littérature.

Indépendamment des choix méthodologiques, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'agriculture relèvent de processus biologiques et sont donc très variables selon les milieux (variabilité géographique et temporelle) et selon les modes de production. Par ailleurs, les données disponibles intègrent rarement la variation des stocks de carbone dans les sols (prairies…) et les végétaux eux-mêmes (arbres fruitiers, vignes…) qui peuvent considérablement modifier l'estimation des émissions de GES.

Les données GES disponibles utilisées comportent donc un degré d'incertitude fort nous amenant à beaucoup de précaution dans l'interprétation des résultats. Une analyse plus précise des relations environnement/santé de l'alimentation sera possible grâce au développement de bases de données publiques d'ACV des produits agricoles, puis des produits transformés.

4.2. Perspectives

Pour obtenir des résultats plus fiables et donc des conclusions plus robustes, il serait souhaitable de pouvoir être plus précis dans les estimations des impacts carbone des familles de produits et des régimes. Cette meilleure précision pourrait être obtenue d'une part en augmentant le nombre de références bibliographiques relatives aux données carbone des aliments et d'autre part en augmentant le nombre d'aliments représentatifs (les nouveaux aliments devant être préférentiellement choisis dans les familles les plus impactantes en termes de contribution aux apports énergétiques et à l'impact carbone des régimes).

Il serait intéressant de comparer les écarts entre l'impact de la consommation réelle actuelle et ceux d'un régime très carné, d'un régime végétarien ou d'un régime suivant les recommandations basées sur les aliments (PNNS) ou les nutriments (ANC, apports nutritionnels conseillés) pour évaluer la concordance ou l'antinomie entre recommandations et impact carbone. L'enjeu est d'identifier le levier sur lequel agir avec efficacité pour aller vers plus de durabilité de l'alimentation, à savoir sur la consommation ou à d'autres maillons de la filière.

Étant donné le faible nombre d'études ACV disponibles, il est actuellement difficile de rassembler les impacts carbone pour les phases de stockage et préparation/cuisson à domicile de chaque produit. Par contre, une valeur générique pourrait être définie pour chaque mode de cuisson associé à un groupe de produits. Le croisement de cet impact générique avec les données nutritionnelles et les quantités ingérées (et pas les quantités de produits bruts) semble pertinent. L'impact carbone des plats préparés achetés tient déjà compte de la phase de préparation culinaire (industrielle ou artisanale). Par un souci de

cohérence, l'impact carbone de la phase de cuisson/préparation maison des produits bruts devrait être intégré dans l'impact carbone de chaque produit nécessitant une cuisson (steak haché, pâtes alimentaires, riz…) avant d'être consommé.

En ce qui concerne la phase de transport entre le magasin et le domicile du consommateur, elle n'a pas été prise en compte dans cette étude. Son impact carbone est variable selon le mode de transport et la distance parcourue par le consommateur. Des hypothèses pourraient être établies selon le type de transport, en s'appuyant par exemple sur le *Guide des facteurs d'émission de l'Ademe* (Ademe, 2010) pour estimer les impacts carbone associés et ainsi compléter le périmètre de l'étude.

Dans un second temps, il serait nécessaire de prendre en compte les enjeux environnementaux autres que l'impact carbone (biodiversité, eau, sol…).

L'étude de cas a montré que la variabilité interindividuelle de l'impact carbone des régimes dépend des quantités totales consommées et de la structure des consommations.

Si ces résultats étaient confirmés par d'autres études, cela signifierait que la réduction des impacts carbone des régimes devrait être envisagée à la fois par une baisse des quantités totales consommées et par une réduction de l'impact carbone associé à chaque calorie ingérée. Ce dernier objectif pourrait quant à lui être atteint soit par une réduction des impacts environnementaux de chaque famille d'aliments *via* des actions du côté de l'offre, soit par substitution entre des aliments ayant un fort ratio « impact carbone/calorie » par des aliments ayant un ratio plus faible.

5. Conclusion

La vision selon laquelle les produits végétaux sont bons pour la santé et l'environnement, alors que les produits animaux seraient à la fois mauvais pour l'environnement et la santé apparaît simpliste et nécessite d'être reconsidérée. À cet égard, une attention particulière devrait être portée à l'impact – sur les résultats des études et sur leur diffusion – de la façon dont sont catégorisés les aliments dans les analyses. Pour les viandes rouges, notamment, des conclusions très différentes sont tirées selon qu'un regroupement est effectué ou non avec les charcuteries, les hamburgers, les saucisses et d'autres viandes transformées (Gonzalez et Riboli, 2010 ; Micha *et al.,* 2010).

Concernant les ACV et d'autres méthodes d'analyse des impacts, l'étude de cas fait ressortir les mêmes besoins en infrastructures que ceux mis en évidence au chapitre 10. Outre un besoin flagrant en données autant horizontales (gamme de produits) que verticales (à toutes les étapes de la chaîne), l'étude montre à la fois la nécessité et la carence quant à la prise en compte, sur le plan conceptuel et méthodologique, du transport, de l'emballage, des pratiques domestiques et d'indicateurs multiples.

De façon centrale, le débat soulevé est de savoir dans quelle mesure des changements de comportements de consommation peuvent permettre une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre, et surtout sous quelles conditions ils peuvent s'avérer acceptables et finalement mis en œuvre. Sans aller ici trop avant dans cette discussion, on peut identifier où se situent néanmoins les leviers d'action. Dans quelle mesure les améliorations des performances environnementales du côté de l'offre, depuis la production de la matière première jusqu'au produit fini, permettront-elles de limiter les émissions de gaz à effet de serre et, ce faisant, de réduire la nécessité d'un changement profond des modes de consommation ? C'est là un objet important des réflexions et recherches à venir sur l'alimentation et la durabilité du système alimentaire.

Les résultats de l'étude de cas interrogent directement les arbitrages publics et l'orientation de la recherche sur le croisement nutrition environnement : quelle compatibilité entre les recommandations nutritionnelles et les exigences environnementales ? En effet, l'étude montre que la relation entre l'adéquation nutritionnelle des régimes individuels et leur impact carbone est faible, en partie car les régimes nutritionnellement adéquats contiennent des grandes quantités d'aliments à faible impact carbone. On a aussi vu que pour diminuer l'impact carbone de l'alimentation, une voie majeure serait une réduction de la consommation de calories ingérées, indépendamment des familles d'aliments concernées. Dans quelle mesure les consommateurs sont-ils prêts à opérer de tels changements, sous quelles conditions et à quel horizon ? On peut noter à cet égard que, pour lutter contre l'obésité et les maladies associées, toutes les instances officielles, à commencer par l'OMS (WHO, 2003), insistent sur la nécessité de favoriser la balance énergétique, d'une part en pratiquant une activité physique régulière, mais aussi en consommant une alimentation de faible densité énergétique qui limite le risque de surconsommation d'énergie par rapport aux besoins. De plus, la frugalité est une recommandation qui fait partie intégrante de nombreux guides alimentaires, à commencer par la pyramide méditerranéenne (Willett *et al.,* 1995). D'ailleurs, une relation entre l'état de santé et le respect du PNNS n'a été mise en évidence qu'à partir du moment où une composante quantitative a été intégrée dans le score FSIPO (*French score of indicators of the PNNS objectives*) de respect du PNNS (une pénalité est attribuée aux individus ayant des apports énergétiques trop élevés) (Estaquio *et al.,* 2008). Enfin, aux États-Unis, un rapport de plusieurs sociétés savantes propose d'adopter une approche graduelle à petits pas (*small steps*) pour diminuer l'épidémie d'obésité à long terme : parmi les recommandations énoncées dans ce cadre, il est suggéré à chacun de marcher 2 000 pas de plus par jour, de diminuer la densité énergétique de l'alimentation de 10 kcal pour 100 g d'aliments consommés et, surtout, de diminuer les apports énergétiques de 100 kcal/j (Hill, 2009).

Chapitre 4. Systèmes alimentaires

Auteurs : Paul Colonna, Stéphane Fournier et Jean-Marc Touzard

Contributeurs : Joël Abecassis, Cécile Broutin, Didier Chabrol, Armelle Champenois, Christian Deverre, Martine François, Danielle Lo Stimolo, Vanessa Méry, Paule Moustier et Gilles Trystram

Ce chapitre concerne les systèmes alimentaires avec une double approche innovante. Tout d'abord, en les considérant en interaction avec les systèmes énergétiques et chimiques au sein des écosystèmes, il pose la question de l'allocation des ressources (terres et biomasse). Ensuite, une approche socio-économique met l'accent sur la diversité de ces systèmes alimentaires. Différents types de systèmes coexistent et représentent différentes manières de produire, transformer, distribuer et consommer les produits alimentaires. Le système alimentaire « global » apparaît comme la combinaison, en recomposition permanente, de ces différents types de systèmes, qui s'influencent réciproquement.

Grâce à cette double approche des systèmes alimentaires, de nouvelles questions à la recherche apparaissent. De nouveaux cadres analytiques pourraient permettre de mieux considérer d'une part cette interconnexion des systèmes alimentaires au sein des écosystèmes et d'autre part leur diversité et recombinaisons permanentes.

1. Introduction

Après les travaux pionniers de Louis Malassis, Rastoin et Ghersi (2010) définissent le système alimentaire comme « un réseau interdépendant d'acteurs (entreprises, institutions financières, organismes publics et privés), localisé dans un espace géographique donné (région, État, espace plurinational) et participant directement ou indirectement à la création de flux de biens et services orientés vers la satisfaction des besoins alimentaires d'un ou plusieurs groupes de consommateurs localement ou à l'extérieur de la zone considérée. »

La réflexion entreprise dans l'exercice duALIne a considéré les systèmes alimentaires comme l'ensemble de l'offre et de la demande, sur les trois piliers de la durabilité. Cette définition est de fait très proche des acceptions de *food systems* (ou *agri-food system*) avancées dans la littérature anglo-saxonne pour représenter « *all processes involved in feeding a population, and including input needed and output generated at each step. Food system operate within and is influenced by social, political, economic and environnemental context"* » (Goodman, 1997). Cette notion peut être associée à des valeurs politiques se traduisant par des classifications comme *conventional food systems* (agro-industriel) et *alternative food systems* (*e.g. local food systems*, *organic food systems*, *fair trade*…) proposées comme voie pour un développement durable. En incluant la production agricole et la transformation agroalimentaire, cette définition se distingue de propositions tendant à limiter le système alimentaire aux seules activités « finales » d'approvisionnement et de consommation des individus et ménages (Branger *et al.,* 2007).

Au-delà de ces différences, il convient de souligner que les étapes techniques de tout système alimentaire restent les mêmes qualitativement dans les différentes approches (conservation, fractionnement, fonctionnalisation, formulation, mise en œuvre finale – la fonctionnalisation pouvant être considérée comme la seule nouvelle brique technologique du XX^{e} siècle). Seuls la taille des équipements, la répartition et le nombre des opérateurs entre une unité de lieu et de temps, à l'échelle familiale, à une multiplication des opérateurs en multisites, à l'échelle industrielle, permettent de distinguer plusieurs systèmes.

La définition du système alimentaire apparaît transversale et plus générale que plusieurs notions décrivant les activités et flux concrets intervenant sur un produit agricole ou agroalimentaire spécifique : filière agricole ou agroalimentaire qui formalise l'ensemble des opérations, flux et jeux d'acteurs intervenant à partir d'un produit agricole jusqu'aux consommateurs ; *supply chain* qui met en avant l'organisation de ces opérations et flux du point de vue de l'approvisionnement d'un (groupe d')opérateur(s) ; *value chain* reprenant la séquence d'activités qui créent de la valeur, considérées du point de vue d'une entreprise (Porter, 1996) ; *distribution network* ou *channel* centré sur les échanges ou services associé à un produit donné (sans considérer ses transformations majeures en amont ou aval)… Parmi ces notions, celle de filière est facilement compréhensible, car elle s'appuie sur l'additivité des acteurs techniques le long du flux de matière, depuis la production jusqu'à la transformation. Cette approche est utile pour répondre aux caractéristiques des matières premières agricoles – qui sont instables biologiquement et chimiquement, non sûres, de caractéristiques qualitatives variables et de qualité nutritionnelle fluctuante. Le développement de nouvelles pratiques agroécologiques, l'introduction de nouvelles variétés résistantes aux stress biotiques et abiotiques, la diversification des plantes cultivées, des animaux d'élevage et l'utilisation des coproduits de l'agriculture pour des usages nouveaux, conduiront à une amplification de la variabilité des matières premières disponibles. Les technologies agroalimentaires les transforment en denrées alimentaires contrôlées, plus stables et de bonne qualité sanitaire. Les activités industrielle et artisanale vont se différencier dans leurs démarches. Alors que l'artisan mise sur son savoir-faire et sa capacité d'adaptation, l'industriel va systématiser les mesures pour réduire la subjectivité des interventions et garantir une stabilité qualitative des aliments. En revanche, la notion de filière rend mal compte d'une caractéristique majeure des aliments, leur complexité structurale résultant de l'interaction raisonnée de différents ingrédients et additifs provenant de différentes filières.

Plus large que la notion de filière, celle de système alimentaire reflète bien l'ensemble des moyens, institutions, pratiques et acteurs au travers desquelles les sociétés organisent leur approvisionnement alimentaire (Rastoin et Ghersi, 2010).

Ce chapitre vise à analyser les facteurs de durabilité des systèmes alimentaires. L'exercice duALIne ne considérant pas les impacts de la production agricole primaire (traités par ailleurs dans d'autres exercices de prospective), l'accent est mis sur les opérations de transformation et de distribution sur les trois piliers du développement durable. Chaque aliment peut ainsi être mis en correspondance avec un itinéraire technologique qui lui est propre (la combinaison originale des procédés, chacun générateurs de propriétés) et avec des formes d'organisation et de qualification qui interviennent au cours de ces opérations. À l'encontre d'une uniformisation ressentie, la diversité des aliments se développe grâce à l'émergence de nouveaux procédés dont la valeur ajoutée ne se traduit pas par la commercialisation de produits immédiatement identifiables comme nouveaux (technologie invisible).

L'analyse de la durabilité de ces systèmes alimentaires soulève différentes questions. Nous voudrions ici insister sur deux niveaux d'organisation qui ouvrent la voie à une analyse de la complexité.

Tout d'abord, ces systèmes alimentaires sont interconnectés aux systèmes énergétiques et chimiques, au sein des écosystèmes (Colonna, 2006). La fonction alimentation est en concurrence et complémentarité avec d'autres attentes de ces deux systèmes (l'habitat, les transports, l'habillement, l'hygiène…), ce qui pose des questions au niveau de l'allocation des ressources, foncières et de biomasse (y compris l'eau et les intrants nécessaires).

Ensuite, l'analyse de la durabilité des systèmes alimentaires ne peut être faite sans considérer la diversité existante aux niveaux de la qualité des produits et des solutions d'ordre technique

et organisationnel qui peuvent les différencier aux stades de la production, transformation et distribution. Les systèmes alimentaires sont de fait composites, englobant de multiples sous-systèmes ayant chacun une cohérence spécifique au regard des enjeux de durabilité et de qualité.

Ces angles d'analyse aboutissent à l'identification de nouvelles questions de recherche.

2. Interconnexions entre les systèmes alimentaires, énergétiques et chimiques

La transformation des matières agricoles en aliments recouvre plusieurs opérations unitaires avec d'abord : i) des opérations de broyage, fractionnement, purification qui conduisent, à partir des matières premières agricoles, à des produits alimentaires intermédiaires de première génération, ii) des opérations d'extension des propriétés techno-fonctionnelles, pour obtenir des produits alimentaires intermédiaires de seconde génération, iii) la formation d'aliments élaborés par assemblage des produits alimentaires intermédiaires, et différents ingrédients et additifs, et enfin iv) le conditionnement, qui mérite une attention particulière afin de maîtriser non seulement l'instabilité des aliments, mais également les actes d'achat et de consommation. La conséquence de la première étape est la disparition de la distinction produit noble/sous-produit au profit de coproduits, chacun ayant des fonctionnalités et donc des domaines d'application. Sont principalement concernées les filières des plantes de grande culture, le lait (poudre de lait, crème, beurre, protéines du lactosérum) et les œufs (blanc et jaune). L'alimentation animale est une grande consommatrice de matières premières agricoles et de coproduits industriels (tourteaux d'oléagineux, résidus de distillation) et se place en sous-système d'ajustement dans la conversion d'énergie solaire en aliments, bioénergies et produits biosourcés.

Ces étapes sont présentes dans tous les systèmes alimentaires, mais sont parfois occultées au profit d'une abusive liaison directe nature-aliment (cf. figure 4.1).

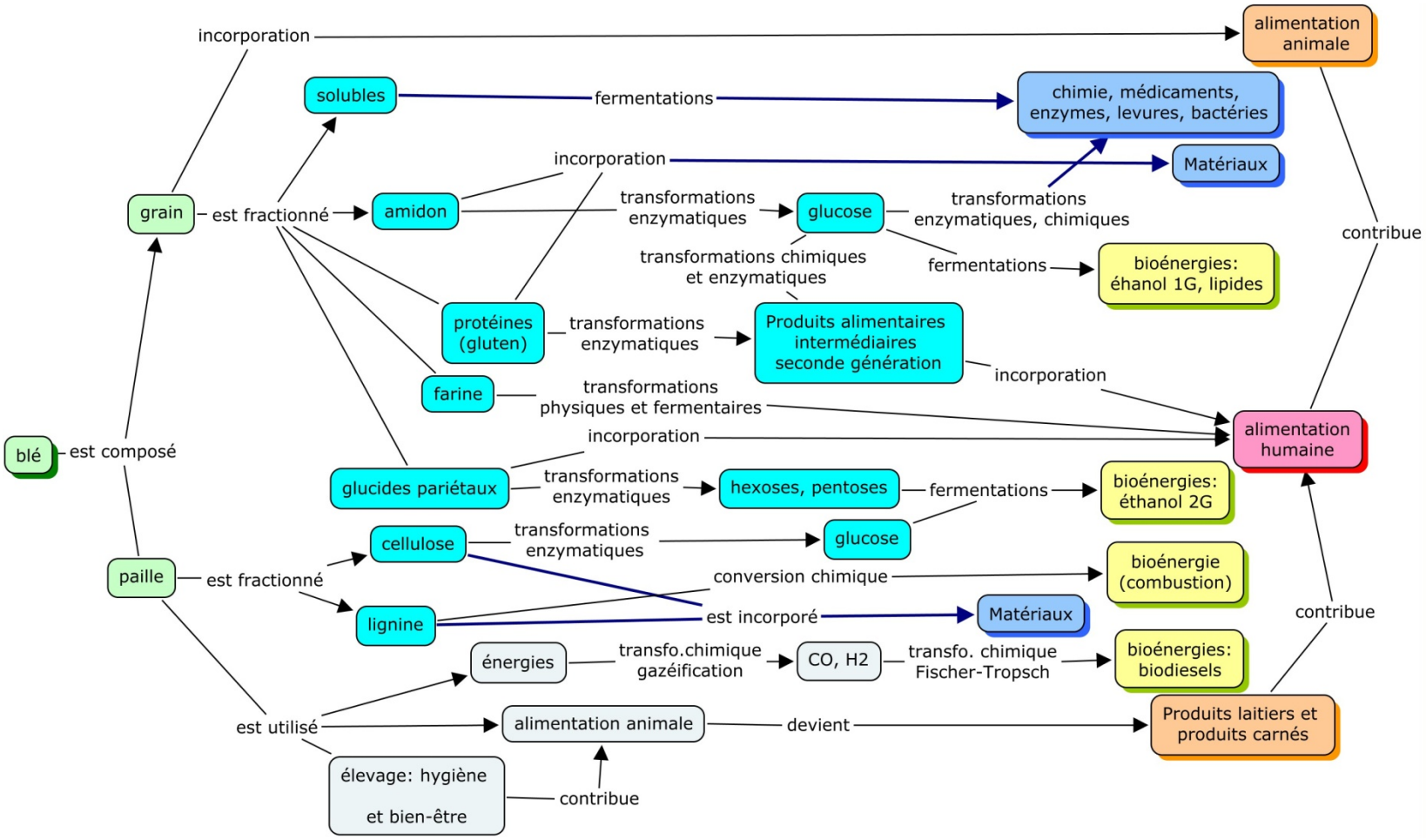


Figure 4.1. Place du blé et de ses fractions anatomiques (en vert) dans les systèmes énergétiques (en jaune), alimentaires (en orange et rouge) et chimiques (en bleu).

2.1. Les enjeux

L'analyse de ces interconnexions permet d'identifier plusieurs défis pour les décennies à venir :

- comment répondre à l'accroissement nécessaire de biomasse pour l'alimentation et pour les industries du carbone renouvelable ? L'excès de demande globale (développement) conduit actuellement à une tension entre rendements, surfaces et services écosystémiques (ces derniers étant en cours de définition actuellement). C'est l'irruption de l'environnement qui est le facteur de changement aujourd'hui ;
- adapter les ressources naturelles sous la pression du changement climatique, ce qui n'a été considéré que dans l'ARP Adage (ARP Adage) ;
- contrôler, limiter et réduire les émissions de gaz à effet de serre ;
- élaborer des produits de substitution aux hydrocarbures fossiles (et leurs dérivés), dont les réserves, pour un coût donné, est et sera de plus en plus rare.

Ces défis viennent questionner les systèmes alimentaires, qui sont en évolution constante, en réponse aux demandes sociétales évolutives (cf. figure 4.2). La qualité de l'aliment final est le moteur de l'évolution des aliments, à la confluence parfois tumultueuse de l'objectivation scientifique *(*aptitude d'un bien à satisfaire les besoins exprimés ou potentiels des utilisateurs) et de la rationalité subjective des consommateurs et des utilisateurs évalués à l'aune de leurs actes d'achat (la demande des consommateurs).

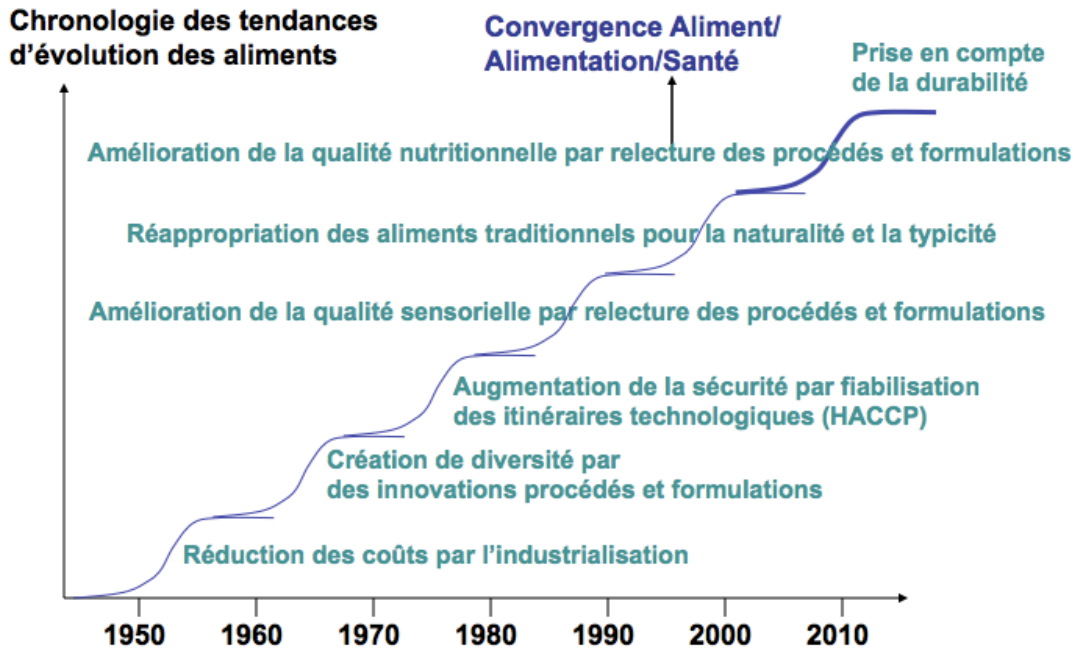


Figure 4.2. Évolution historique des facteurs expliquant l'évolution de la qualité des aliments.

Huit variables décrivent la qualité d'un aliment (Barbosa-Canovas *et al.*, 2009) : composante sensorielle ou organoleptique ; composante nutritionnelle, sécurité, coût, praticité qui recouvre la stabilité des aliments et leur préservation ; image reliant le produit à un paysage, une culture, la protection de l'environnement, l'agriculture raisonnée et l'agriculture biologique, l'éthique avec le développement de produits équitables (label Max Havelaar, par exemple). L'évolution de chaque aliment depuis un siècle est marquée par les additions successives de ces facteurs (figure 4.2). La montée des préoccupations environnementales est la dernière évolution en cours et amène à revisiter cet ensemble pour l'élargir de manière conjointe et optimisée aux différentes composantes du développement durable.

La première particularité des variables est que l'additivité des impacts de chaque étape depuis la production jusqu'à la consommation n'est observée que pour le coût, la sécurité alimentaire, l'image, cette dernière pouvant associer un paysage, une culture ou l'éthique.

En revanche, les autres variables sont des propriétés émergentes : les composantes sensorielle, nutritionnelle, de praticité sont fortement déterminées par les dernières étapes, de formulation, de cuisson finale et ne sont pas déductibles de la seule composition biochimique. Les différents niveaux d'organisation de chaque aliment et les conditions de consommation déterminent la perception sensorielle, avec les réponses temps-intensité, et le devenir de l'aliment dans le tube digestif : les différents mécanismes de déstructuration de l'aliment et de ses composants biochimiques conditionnent les cinétiques de libération des nutriments et le devenir des fractions inassimilables et souvent fermentescibles. Elles expliquent la place occupée par l'ingénierie inverse, mise en œuvre pour réduire les teneurs en sel, sucres, matières grasses ces dernières années, tout en conduisant une évolution positive des standards sensoriels. L'ingénierie réverse place les produits finis, les aliments dans leur contexte de consommation, au départ de la réflexion et de l'action, à la différence de la valorisation, plus appropriée à une agriculture excédentaire et monopolistique. L'objectif est d'identifier et comprendre les itinéraires technologiques conduisant à des aliments, des produits à usage non alimentaire, de manière à ne plus considérer un produit ayant la structure (et donc des propriétés) visée comme résultant d'un chemin unique, mais au contraire d'un choix parmi un ensemble de possibilités biotechniques, ayant à respecter les règles du développement durable. Le procédé est alors un générateur de propriétés. L'ingénierie réverse associe ainsi une analyse du cahier des charges (cible qualitative à variables non compensables) à une logique globale de fonctionnalité des opérations : cette association conduit à associer des contraintes de nature hétérogène et à les propager tout au long de l'itinéraire technique.

La réflexion suivie peut être systématiquement résumée sous la forme suivante : « quelles sont, sur la base des composées biochimiques alimentaires, de leurs organisations dans les matières premières agricoles et des propriétés physico-chimiques qui leur sont intrinsèques, les procédés à mettre en œuvre, les structures et les réactions à générer, pour obtenir les propriétés finales souhaitées ? » Le choix réalisé *in fine* par l'opérateur socio-économique, culturel ou politique, recouvre un ensemble de critères, non forcément connus aujourd'hui. Cette approche fondée sur des indicateurs caractéristiques des systèmes technologiques permet d'accéder au diagnostic, à la surveillance, à la prévision des effets d'une variabilité d'ordre biologique.

La seconde particularité est le caractère non compensable des caractéristiques de l'aliment. De ce fait, la qualité résulte moins d'un consensus que d'un compromis raisonné et coordonné dont les variables d'entrée sont les caractéristiques des matières, la nature des procédés mis en œuvre et leur mode de conduite. Ainsi, la compréhension des mécanismes impliqués lors de la transformation de l'aliment apparaît nécessaire, tant pour la conduite du procédé que pour le choix des matières premières.

2.2. Approche systémique

La biomasse produite répond à différents besoins de l'homme, comme la nourriture, l'habillement, les matériaux, l'hygiène… dont l'importance varie selon le niveau de développement et les choix de durabilité effectués au niveau de chaque pays (cf. figure 4.3). Les systèmes fondés sur du carbone fossile (pétrole, charbon) apportent des solutions techniques complémentaires de celles issues de la biomasse, sauf pour la composante alimentaire à ce jour. Dans les pays en voie de développement, la biomasse, au travers du bois énergie, renforce la pression sur les milieux naturels, en particulier forestiers.

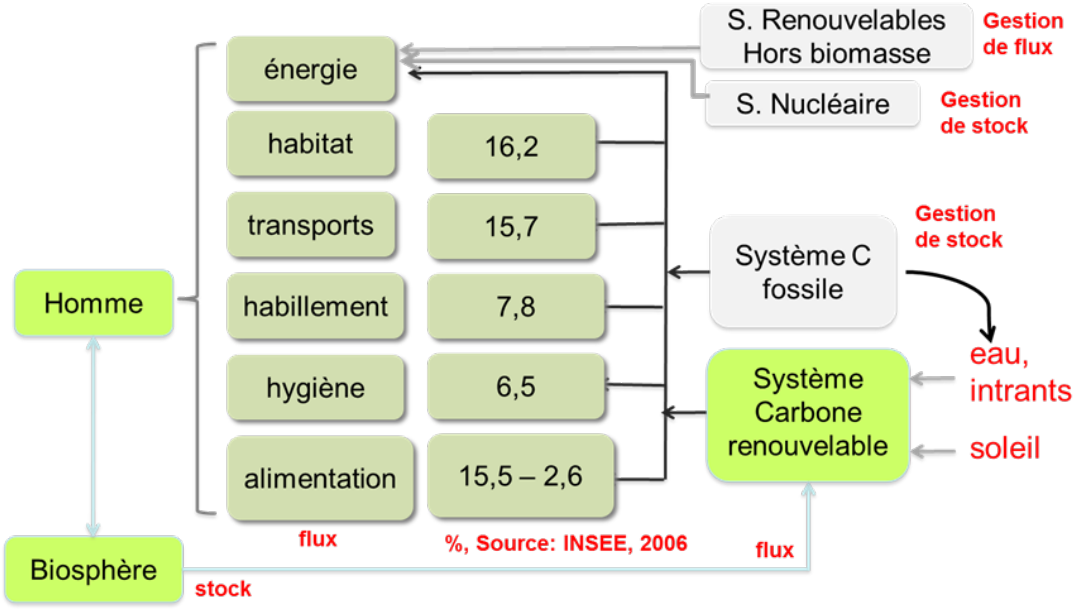


Figure 4.3. Imbrication des systèmes alimentaires, chimiques et énergétiques pour les besoins de l'homme. Les valeurs numériques indiquent le poids des postes de consommation dans les dépenses des ménages en 2006.

Cette analyse a pour conséquence que le choix de l'échelle considérée (régionale ou mondiale) est crucial pour comprendre les systèmes productifs au sens large. Les choix technologiques résultaient auparavant d'un savoir-faire d'origine empirique et se sont progressivement enrichis d'une compréhension doublée de méthodes d'aide à la décision, dont les contrôles en ligne. Actuellement, la méthodologie des plans d'expériences permet de résoudre un grand nombre de questions sans connaître, ni comprendre les phénomènes. La difficulté rencontrée dans la généralisation de cette méthodologie réside dans les interactions souvent non linéaires entre les différentes étapes mises en place et dans le nombre élevé de variables d'entrée. En découle le besoin de comprendre et modéliser l'ensemble des interactions, dans un ensemble de niveaux de structures articulées, chacun correspondant à un ou plusieurs phénomènes à une échelle spatiale et temporelle donnée. L'obtention d'un cadre formel de simulation pour raisonner, formaliser les connaissances, découpler et analyser les interactions compliquées mises en œuvre rendra alors possible l'utilisation des logiciels de simulation de procédés *ASPEN plus*™ (Aspen Technologies, Inc.) ou *Prosim* pour tester des scénarios.

Ainsi, un système alimentaire se révèle très riche conceptuellement en dépassant les seules opérations réalisées dans une filière alimentaire, pour élargir à l'ensemble des conséquences résultant des choix techniques au niveau des substitutions, en scénarisant les effets à long terme et à grande échelle. En outre, les interactions réciproques entre les normes sociales

(relations entre les personnes) et les effets sur l'environnement et les ressources sont mal appréhendées.

La tendance actuelle à la modélisation des systèmes à l'échelle mondiale ne saurait toutefois être immédiatement pertinente pour la description de ces imbrications, au moins sur les plans des flux de matière et d'énergie. Les lois de changement d'échelle depuis l'échelle supra-exploitation agricole ou entreprise, pour des analyses au niveau d'un territoire, sont des domaines encore très peu explorés : leurs déterminations permettraient d'éviter les incertitudes énormes observées en sortie des modèles mondiaux. Les bases théoriques et outils pour intégrer des processus biologiques/physiques/chimiques/économiques dans les indicateurs et modèles aux différentes échelles (de temps, d'espace, d'organisation) et les lois de changement d'échelle sont un enjeu central. La combinaison des dynamiques temporelles (année pour la production, semaine pour la transformation, journée pour la distribution, avec des fonctions de stockage adaptables) est un challenge (Minegishi et Thiel, 2000 ; van der Vorst *et al.*, 2000) (cf. figure 4.4).

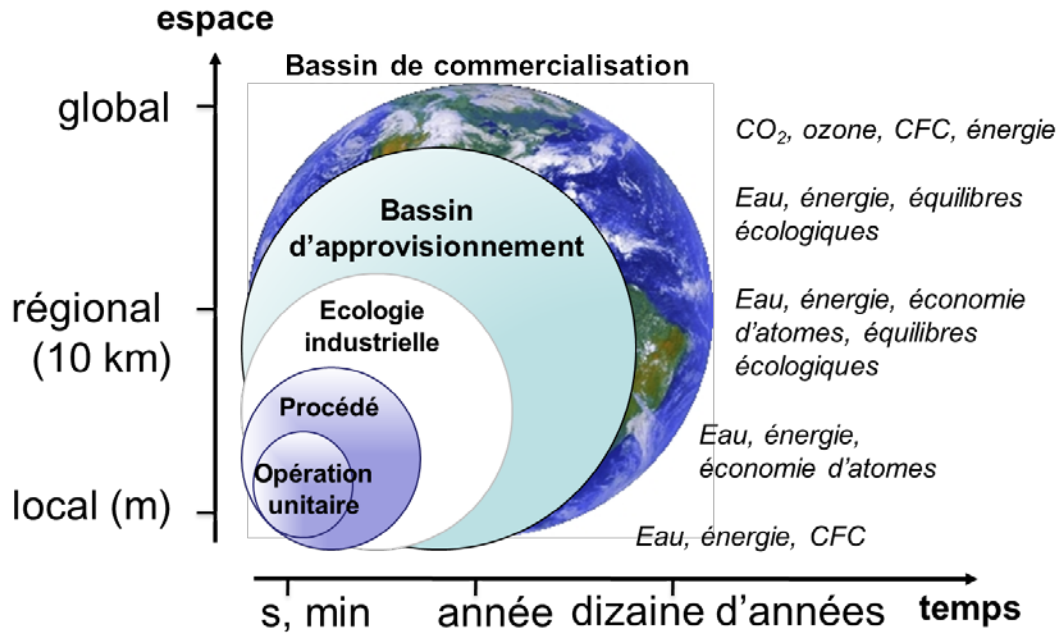


Figure 4.4. Les échelles de décision pour les variables critiques du développement durable du système alimentaire.

Soulignons enfin que l'ensemble productions alimentaires + transformations + distribution repose sur un usage d'énergies (serres, congélation, cuisson) ou de produits nécessitant des consommations énergétiques pour leur obtention (engrais, équipements). En découle le besoin de reconsidérer les technologies (fractionnement/recombinaison, montée en température/congélation, déshydratation/réhydratation…), avec des données validées.

La recommandation de recherche est un retour aux fondamentaux avec l'établissement rigoureux de bilans d'énergie et de matière (carbone renouvelable, phosphore et azote) sur les différentes opérations unitaires. Ensuite, par application de combinaisons d'opérations, à partir des différentes matières premières agricoles, une capacité de simulation des différentes trajectoires technologiques pourra être développée.

L'enjeu est de parvenir à décrire les trajectoires de durabilité optimale pour des économies circulaires du carbone renouvelable (Gray, 2009 ; Lundqvist *et al.*, 2008 ; Muñoz *et al.*, 2008) et de l'azote, et à un moindre degré du phosphore, avec des différenciations spatiale et

temporelle. L'incertitude, issue de la variabilité des matières premières et l'amplitude des choix paramétriques de chacun des procédés, conduit à une incertitude globale importante. Sa réduction passe par l'intégration de données, de savoir-faire des experts et de connaissances ponctuelles, capitalisées à différentes échelles et sous différents formats par un ensemble d'acteurs concernés par ce même phénomène. En découle un besoin de recherche méthodologique pour déterminer l'ensemble des itinéraires technologiques qui permettent d'amener la(les) matière(s) première(s) à la famille de produits cibles (tube de viabilité) et les stratégies associées ainsi que la robustesse de ces stratégies.

La quantification de l'incertitude pose le problème de l'implémentation d'incertitudes dans les systèmes et de leur propagation dans le processus d'évaluation final. Ce point est essentiel pour faciliter la prise de décision et pour identifier les verrous les plus critiques dans un système. La réduction des impacts n'est analysable que par la réduction des flux de matière et d'énergie sur l'ensemble du système et non en postulant une minimisation à chaque étape. La difficulté est d'appréhender les interactions entre les différentes composantes du système.

À l'encontre de l'idée communément admise opposant bioénergie et alimentation, la boîte à outils *Bioenergy and Food Security, the BEFS Analytical Framework* (FAO, 2010) apparaît comme une première initiative dans ce sens pour concilier ces deux finalités d'usage dans un pays considéré (Pérou, Thaïlande, Tanzanie).

2.3. Des systèmes globaux ayant différentes finalités, à appréhender à un niveau régional

Le pilotage des systèmes alimentaires/énergétiques/chimiques peut viser différentes finalités, d'ordre socio-économique et/ou géopolitique :

- favoriser l'indépendance énergétique ;
- garantir la souveraineté alimentaire ;
- initier un développement neutre au plan carbone (recyclage du carbone) ;
- développer une bio/agro-industrie créatrice de valeur ajoutée…

L'unité d'écosystème à considérer dans l'élaboration d'un système carbone renouvelable doit répondre à deux considérations : i) être partagé au niveau mondial pour faciliter l'extrapolation à cette échelle, ii) refléter un ensemble en équilibre entre le climat (températures et précipitations) et le sol, stock de carbone et support des plantes, pour en déduire les plantes implantables dans le biome et leurs capacités de production primaire de biomasse. En conséquence, le biome (Prentice *et al.*, 1992) devrait être la bonne échelle pour entreprendre des modélisations reliant ressources des écosystèmes et leurs usages potentiels dans une logique de durabilité. L'impact du changement climatique pourra être suivi à cette échelle. La limite des modèles disponibles actuellement (Sieber, 2006) est l'évaluation de la disponibilité de volumes d'eau complémentaires à des fins agricoles.

Les études actuelles sur les systèmes alimentaires négligent les capacités limitées de chaque biome à répondre à des sollicitations anthropiques. Il serait pertinent de reprendre l'analyse de durabilité en partant de chacun des différents biomes recensés, qui peuvent être considérés en quasi-équilibre environnemental. C'est d'ailleurs le sens des demandes d'élaboration de critères de durabilité sur une base nationale plutôt qu'européenne, proposition avancée par la Suède, l'Autriche, la Finlande et trois États baltes récemment. À la différence des classiques ACV attributionnelles, les ACV conséquentielles en cours de développement permettront de scénariser les effets à long terme et à grande échelle, avec les échanges au-delà des biomes (Earles et Halog, 2011) et les normes sociales (relations entre les personnes) quand elles prennent en compte les effets sur l'environnement. L'approche d'écologie industrielle (Adoue, 2007) permet de dépasser les politiques environnementales

sectorielles qui raisonnent en terme de réduction des rejets (*end of pipe* ou « à la source ») pour atteindre une optimisation globale de l'usage des ressources. La zone industrielle de Pomacles en est une illustration, depuis sa création sur une activité de sucrerie vers un cluster d'entreprises échangeant des produits issus du fractionnement de différentes matières premières agricoles (céréales, betterave...) et leurs coproduits dont le CO_2 de fermentation !

L'évaluation est souvent le parent pauvre au niveau de l'environnement (voir le chapitre 10). Elle concerne plutôt les milieux faiblement anthropisés, avec un fort accent sur la biodiversité, les risques et la santé. Les difficultés de l'évaluation environnementale sont multiples, à savoir :

- le caractère multicritère de l'analyse ;
- les incertitudes spatiales et temporelles, le temps long et leur prise en compte (façon dont l'imprécision façonne les choses) ;
- la hiérarchisation des critères environnementaux par rapport aux deux autres piliers du développement durable, notamment pour les pays des Suds.

La prise en compte des usages des terres, de la biodiversité et des eaux nécessite le développement d'indicateurs spécifiques.

L'ACV n'est qu'un outil applicable sur chacun des aliments (unité fonctionnelle). L'enjeu scientifique est l'écoconception de systèmes alimentaires, ce qui nécessite une approche systémique, avec une modélisation poussée et des bases de données fiables. L'écoconception des aliments est pertinente dans un domaine où les possibilités de substitution au niveau de la formulation sont grandes. Toutefois, il conviendra de s'assurer que l'écoconception des aliments n'est pas qu'un facteur d'ordre 2, comparativement à la place des produits animaux qui sont certainement une variable d'ordre 1 dans la durabilité des systèmes alimentaires (Haberl *et al.*, 2011 ; Lang *et al.*, 2011).

2.4. Vers la conception de bioraffineries

L'actualisation des systèmes avec l'écoconception de systèmes de production/transformation dédiés, pour tendre vers une économie circulaire, aux dépens de la logique de substitution, conduit à accorder un rôle central à la bioraffinerie, alimentée tant par des produits végétaux que des déchets agro-industriels et ménagers. Le développement de l'urbanisation et plus particulièrement des mégapoles conduit à gérer une génération importante et concentrée de déchets urbains, qui sont autant de sources de carbone biologique. Le contexte est favorable au développement de bioraffineries.

Ce n'est que l'actualisation de l'étape 1 de la transformation des matières agricoles, avec une extension vers les bioénergies et la chimie verte. Les perspectives offertes par les biotechnologies blanches (microbiologiques) et vertes (végétales) permettent de conduire à une utilisation plus large des fractions végétales, en particulier la lignocellulose, ce qui ne doit pas conduire à négliger le retour de biomasse dans les sols après la récolte (cf. figure 4.5).

Le développement des biotechnologies doit s'accompagner d'une évaluation de leur valeur ajoutée à chaque étape.

Au-delà des jeux sémantiques, trois générations sont observables :

- génération I, avec le fractionnement tissulaire (meunerie, huilerie, sucrerie…). La flexibilité des matières première entrantes, la diversité des procédés et les coproduits sont réduits ;
- génération II, où le fractionnement subcellulaire, en association avec des conversions chimiques et bioconversions, repose sur une grande diversité et flexibilité des procédés et se traduit dans la diversité des coproduits (amidonnerie, lipochimie, laiterie) ;
- génération III, avec le fractionnement moléculaire jusqu'au monomère. L'emploi intensif

de bioconversions conduit à une grande flexibilité sur les matières premières, les procédés et les coproduits. L'amidon, la lignocellulose et les déchets agroalimentaires et ménagers sont des ressources s'inscrivant dans ce périmètre. Les micro-algues, les levures sont des acteurs importants pour apporter une capacité de modification des motifs carbonés. La logique est poussée à son extrême dans le projet *Advanced life support* de la Nasa (Teixeira *et al.*, 2004), où les aliments sont générés pour un équipage de six personnes, pour une mission de 3 ans avec seulement 6 mois de vivres.

La succession des générations de bioraffineries permet la disparition de la notion de sous-produit, avec une évidente économie d'atomes, en accord avec les principes de la chimie verte (Anastas et Eghbali, 2010). Cependant, c'est bien sûr la demande quantitative de produits (alimentaires) intermédiaires fonctionnels qui gouverne le degré de conversion, du fractionnement tissulaire au fractionnement moléculaire dans le respect du zéro sous-produit. Les trois générations peuvent ainsi coexister.

L'apport de la bioraffinerie dans une perspective de durabilité réside dans la meilleure valorisation de l'ensemble des fractions végétales, sans que cela nous fasse oublier les exigences en matière de réduction de la consommation des ressources primaires, l'eau et l'énergie en particulier.

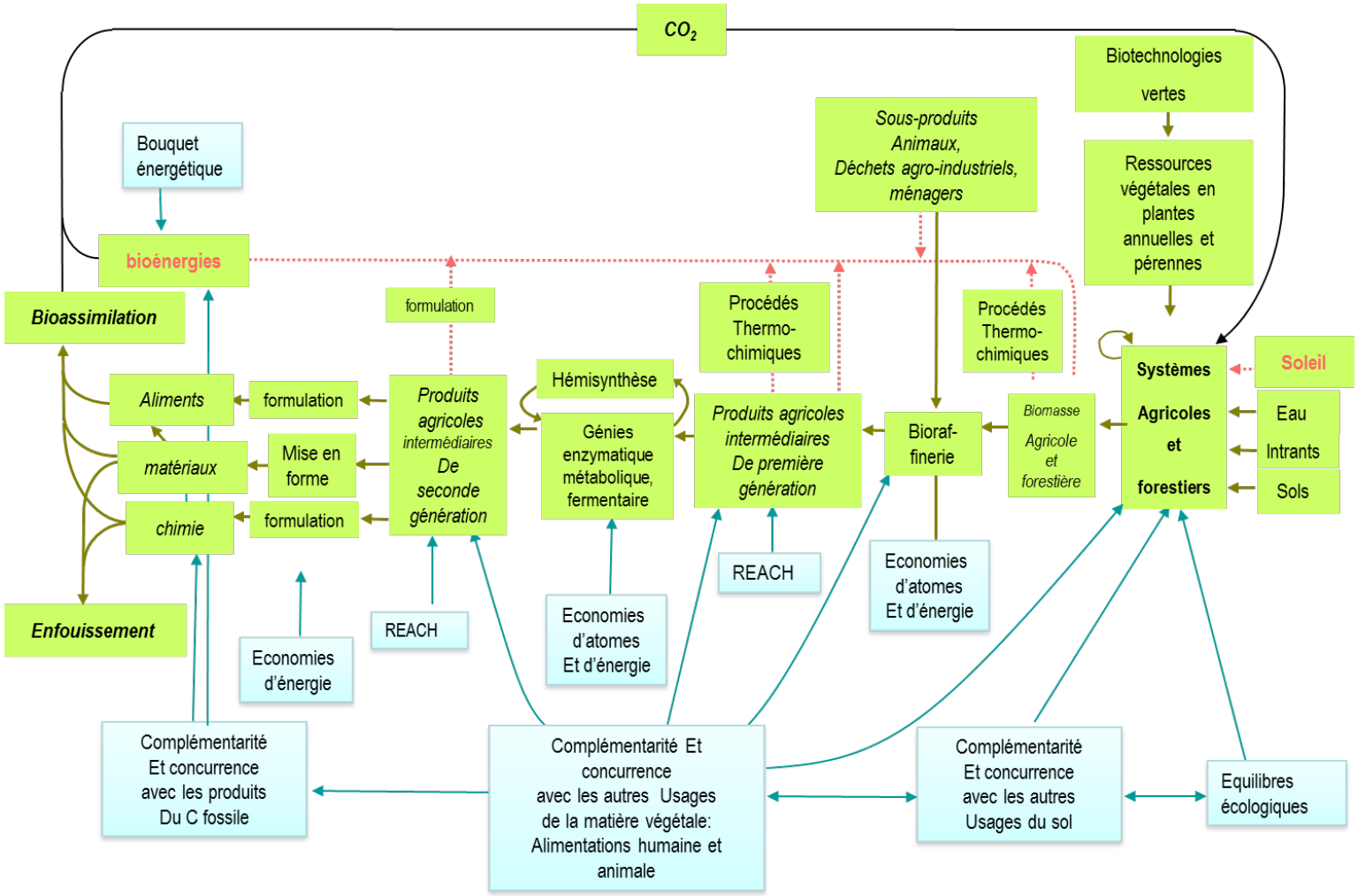


Figure 4.5. Des enjeux aux leviers.

L'enjeu de cette approche systémique est de définir comment étudier un système complexe constitué d'opérations de production et de transformation, et d'hommes intervenant fortement sur l'ensemble. La bonne question est de savoir comment obtenir le petit nombre d'informations qui seront déterminantes pour connaître les variables d'état des systèmes. Dans ce cadre, construire les stratégies expérimentales sur la base de la compréhension des opérations apparaît essentiel et déterminant. Le corollaire est le besoin d'assemblage et d'intégration des connaissances pour faciliter les choix opérationnels conciliant les trois défis alimentaire, énergétique et chimique dans une biosphère durable.

Les systèmes alimentaires ne constituent donc qu'un élément d'écosystèmes plus englobants. Ils n'apparaissent de plus en eux-mêmes pas homogènes, mais composés d'une diversité de sous-systèmes, repérables au regard des cohérences établies entre les manières de consommer, d'échanger et de produire. La seconde partie de ce chapitre est consacrée à l'étude des dynamiques internes des systèmes alimentaires.

3. La diversité des systèmes alimentaires : quelles évolutions, quels enjeux pour la durabilité ?

Différents types ou idéaux types de système alimentaire peuvent ainsi être identifiés. Nous détaillons ici cette typologie, ainsi que les variables qui permettent de la fonder (3.1), puis nous analysons la durabilité de quelques systèmes alternatifs emblématiques (productions sous indication géographique, agriculture biologique, commerce équitable) (3.2), avant de tirer les conséquences du constat selon lequel ces idéaux types ne fonctionnent pas de manière isolée, mais sont bien dans un processus permanent d'interactions, de recombinaison et d'hybridation (3.3).

3.1. Typologie des systèmes alimentaires

3.1.1. Les variables de différenciation

Les caractéristiques des systèmes alimentaires peuvent se préciser à partir d'une démarche analytique qui accompagne le repérage de leur logique structurante. Caractériser les systèmes alimentaires suppose donc de préciser les variables pertinentes. Ces variables peuvent être choisies parmi trois ensembles :

- des variables structurelles classiquement avancées dans les analyses de filière et *supply chain* :
  - a) proximité géographique entre activités, entre production et consommation (parfois ramené à la notion simplificatrice de *food miles*) ; amène à distinguer entre systèmes alimentaires locaux et « à distance »,
  - b) nombre d'intermédiaires ; amène à distinguer les circuits courts et longs,
  - c) importance de la transformation et des services incorporés : produit brut *vs* transformé, à composantes agricole, de service ou de transformation,
  - d) nature du produit au regard de ses usages ; prise en compte de sa périssabilité, son poids, son volume, ses conditions naturelles de production, ses usages alimentaires/non alimentaires, ses valeurs nutritionnelles…,
  - e) atomicité *vs* concentration des unités fonctionnelles/économiques à chaque étape,
  - f) lieux de consommation, à domicile ou hors domicile,
  - g) modes de conservation des denrées et ingrédients aux différentes étapes ;
- des variables mises en avant dans des approches plus politiques (ou institutionnelles) sur les secteurs :

h) organisation du travail aux différentes étapes (production, transformation, distribution, consommation) ; familiale *vs* salariale ; artisanal *vs* industriel ; capitaliste *vs non profit orientation*…,

i) concurrence et cadre des échanges ; degré de concentration (monopoles, oligopoles, concurrence…), nature des mécanismes de régulation, financiarisation des échanges, mode de gestion des risques…,

j) rôle et formes de l'action publique : interventions de l'État, de collectivités locales, des institutions internationales et légitimité de ces interventions. Contrôle du système, soutiens directs ou indirects…,

k) insertion internationale ; importance de l'importation et de l'exportation, rôle des firmes globalisées, institutions et accords internationaux, rôle des réseaux privés (cf. *global value chain*),

l) gouvernance ; contrôle des décisions et de l'information, normalisation (approches par les contrats et les chaînes de valeur) ;

- des variables avancées dans les approches cognitives des systèmes alimentaires, retenant l'enjeu de construire des connaissances, valeurs communes, des accords sur des composantes clés du système :

m) qualité du produit ; en précisant les attributs qui la définissent, les conventions qui la stabilisent (accords sur valeurs qui fondent une qualité), les standards/signes et organisations auxquels elle est associée,

n) rapport à l'espace ; accord, représentation sur liens entre produit, activités et espace géographique,

o) place et légitimité des technologies (le débat OGM/non OGM est un exemple fortement médiatisé en Europe),

p) considération des personnes ; enjeu de justice sociale dans production, échange, consommation ; dimension éthique, culturelle ou religieuse,

q) connaissance et maîtrise des savoirs culinaires de la préparation des aliments.

Les variables n, o, p et q peuvent être partiellement intégrées dans la variable m, qualité.

3.1.2. Les différents types

La prise en compte de ces variables permet de construire une typologie qui distingue cinq systèmes alimentaires (SA) idéaux typiques avec plusieurs variantes :

1. SA domestique

Dans ce type de SA, la consommation se fait principalement au niveau de l'unité de production, la production non consommée (excédents) étant vendue localement ou dans le cadre d'échanges non marchands sur la base de liens familiaux ou sociaux. La transformation est également domestique ou peut comprendre quelques cas de formes coopératives. Le mode de fonctionnement est individuel ou familial, voire peut-être organisé par des collectivités (jardins familiaux ou partagés). Ce type de SA assure la subsistance d'une grande partie des populations des pays des Suds, mais il peut également être développé au Nord comme au Sud en complément d'autres modes d'approvisionnement.

2. SA de proximité

Ces SA comprennent un faible nombre d'intermédiaires (circuits courts, vente directe…) et il y a (généralement) proximité géographique entre les producteurs et les consommateurs. La qualité est construite à travers la connaissance (directe ou indirecte) du producteur par les consommateurs et ne demande donc pas nécessairement de signe officiel de qualité. Ce type de SA, historiquement présent sur toute la planète, se renforce actuellement dans les pays du

Nord grâce à une implication des collectivités locales (marché local par exemple), des associations de consommateurs ou d'organisations de producteurs. On observe alors une diversité des formes concrètes d'organisation des filières. Ces SA de proximité sont parfois couplés à des démarches de qualité sanitaire ou gustative, la proximité permettant de valoriser des attributs de qualité difficilement mesurables.

3. SA vivrier territorial

Les produits vivriers de base (céréales, tubercules, légumineuses, fruits et légumes), ainsi que les autres produits alimentaires qui peuvent se stocker, font l'objet de flux de moyennes distances (de 100 à 1 000 km), entre zones de production et zones de consommation (souvent urbaines). Les circuits sont de manière générale composés de collecteurs, grossistes, entreprises de transformation artisanale ou semi-industrielle (micro et petites entreprises), et détaillants (avec un transport par camion ou train). Les relations entre acteurs restent peu contractualisées, fonctionnant davantage sur la base de liens personnels et de confiance.

Ce type de système existe traditionnellement dans les pays du Nord comme des Suds. Dans ces derniers, les circuits sont cependant plus fortement contraints par les difficultés de transport (surtout en Afrique), ainsi que par l'instabilité de la production et de la consommation (du fait des fluctuations des prix). Les relations entre acteurs sont également davantage personnalisées, avec parfois des réseaux dont les têtes sont des grossistes basés en ville et qui entretiennent avec leurs fournisseurs des relations de crédit et d'information. La principale logique (ou cohérence) de ces réseaux est la sécurisation de l'approvisionnement et de la redistribution, la diversification des activités, de faibles investissements matériels (aboutissant à un coût final généralement faible) et la flexibilité (Hugon, 1985 ; Moustier *et al.*, 2002).

4. SA agro-industriel (ou agro-industriel tertiarisé)

La logique fondamentale est de produire des aliments pour des marchés de masse, avec une logique de maximisation du profit. Ce type de SA s'appuie sur le développement d'économies d'échelle, d'origine technologique ou commerciale, et sur des processus de spécialisation de la production au sein de bassins de production. Il a suscité la croissance des produits transformés et des services incorporés. La distanciation économique, géographique et cognitive entre les producteurs et les consommateurs est importante, avec un nombre relativement important d'intermédiaires (centre de collecte, industrie, centrale d'achat, distribution). Standardisation et régularité sont des attributs de la qualité du produit, qui respecte les réglementations nationales et internationales au niveau sanitaire, social, environnemental… Ce système s'est également développé avec la pression de mouvements consuméristes qui ont porté leurs efforts dans le domaine de l'alimentation essentiellement sur le contrôle du niveau des prix et l'établissement de systèmes globaux d'informations et de garanties (en termes de qualité, de traçabilité, de santé ou de nutrition) (Dubuisson-Quellier, 2009).

5. SA de qualité différenciée

La logique est celle de la différenciation des produits et aliments, justifiant un coût unitaire plus élevé et (généralement) un prix final également plus élevé. Des labels et signes de qualité viennent garantir les attributs du produit, généralement non évaluables à l'achat. Ce type de SA ne peut se stabiliser que s'il y a une gestion cohérente de la qualité sur la chaîne (au niveau de l'information et du contrôle) et si la reconnaissance par le consommateur génère une (quasi)-rente qui couvre le coût additionnel de production/transport. Différents sous-systèmes sont liés aux attributs de la qualité retenus, qui sont garantis par des signes de

qualité ou des marques privées :

- SA de qualité patrimoniale ; par exemple, les produits sous indication géographique. La qualité est associée à l'origine du produit, aux conditions locales de production et au patrimoine lié (naturel, paysages, savoir-faire, culture). Cela suppose un attachement du consommateur au lieu et, si possible, la reconnaissance de caractéristiques intrinsèques spécifiques. Les circuits sont généralement longs et les produits souvent exportés. Une intervention des pouvoirs publics peut être nécessaire pour organiser les producteurs et apporter une garantie de moyen et non de résultat ;
- SA de qualité naturaliste ; par exemple, les produits bio. La qualité est fondée sur la reconnaissance de pratiques respectueuses de l'environnement ou d'un rapport à la nature particulier. Les circuits sont majoritairement longs, mais restent divers, tout autant que les formes d'organisation (familiale, salariale). Ces systèmes peuvent incorporer des valeurs très diverses aux yeux des consommateurs, pour qui peut primer la protection de l'environnement (Allemagne) ou la sécurité alimentaire (absence de produits phytosanitaires de synthèse, en France) ;
- SA de qualité éthique, religieuse ou communautaire ; par exemple, produits du commerce équitable, casher, halal… La qualité est fondée sur des pratiques et organisations respectant des valeurs morales ou religieuses, et/ou sur une solidarité adressée vers une catégorie de personnes (petits producteurs du Sud, handicapés, appartenance religieuse…). Elle est garantie par des signes de qualité ou des marques privées ;
- SA de qualité gustative supérieure ; par exemple, produits « label rouge ». La qualité supérieure est liée à des variétés ou races, des technologies et savoir-faire spécifiques, et n'est pas forcément liée à une origine géographique.

3.1.3. Bilan

Il importe donc, si l'on souhaite en analyser la durabilité, d'étudier plus finement les systèmes alimentaires dans leur diversité.

La prédominance du modèle agro-industriel semble s'affirmer dans les pays du Nord et des Suds : il représente d'ores et déjà 40 à 45 % de l'alimentation mondiale d'après les estimations de Rastoin et Ghersi, et est en forte croissance dans les pays des Suds (surtout en Asie du Sud-Est, en Amérique latine et en Afrique australe).

Ce modèle n'est cependant pas majoritaire et l'on se doit de considérer les autres systèmes existant à ses côtés. Les formes traditionnelles (SA domestique, de proximité, vivrier territorial et certaines composantes des SA de qualité différenciée), marquées par une forte dimension artisanale, sont majoritaires à l'échelle de la planète (50 à 55 % de la consommation alimentaire mondiale) (Rastoin et Ghersi, 2010).

Ces systèmes traditionnels restent la source principale d'approvisionnement de nombreuses populations des pays des Suds. Ils ont montré leur capacité de résilience dans des contextes de forte instabilité de climat et de marché. L'aide publique les a longtemps négligés, mais de nouvelles voies d'appui apparaissent dorénavant, plus adaptées à leurs caractéristiques de décentralisation et de caractère intensif en travail et extensif en capital : formes progressives d'organisations de producteurs, associations professionnelles, pratiques d'agriculture écologique, amélioration des infrastructures de transport, de stockage et de communication, systèmes d'épargne crédit (de Schutter, 2008 ; 2011). La recherche a un rôle majeur pour caractériser l'évolution de ces systèmes, et l'efficacité comparée de différents systèmes de production et de distribution pour lutter contre les situations d'insécurité alimentaire. Dans les pays des Suds, ces situations d'insécurité alimentaire sont elles-mêmes mal documentées du fait des contraintes de mise en place de dispositifs d'observation de la consommation alimentaire.

Au Nord, où le développement du modèle agro-industriel est plus ancien, ces systèmes traditionnels se maintiennent ou se (re)développent, parfois comme une alternative au système agro-industriel, en revendiquant une plus grande prise en compte des enjeux de la durabilité (produits locaux, fermiers, bio, de terroir, équitables correspondant aux SA de proximité ou de qualité différenciée).

Les cinq types de SA de cette typologie sont ainsi à considérer. Ils font sens car ils renvoient à différentes cohérences établies entre les manières de produire/transformer/ distribuer/ consommer les produits, et à des modalités distinctes de construction de chacune des caractéristiques qualitatives des produits. Les acteurs de ces systèmes ont des positionnements différents par rapport aux enjeux de durabilité ; ils opèrent, implicitement ou explicitement, une hiérarchisation entre les différentes dimensions (économique, sociale et environnementale) du développement durable. Cependant, aucun ne peut revendiquer une approche globale sur l'ensemble du système alimentaire et encore moins son applicabilité au monde entier.

3.2. Durabilité des systèmes alimentaires

3.2.1. Apports et limites du modèle agro-industriel

L'analyse de la durabilité du modèle agro-industriel a été réalisée dans de nombreuses publications (Rastoin et Ghersi, 2010, pour une revue de la question). Ce type de système alimentaire, intensif, spécialisé, concentré, financiarisé et en voie de globalisation, a de nombreux aspects positifs, ayant permis d'éloigner le spectre des famines, de susciter une baisse très forte du prix des aliments, d'assurer l'innocuité alimentaire, de maintenir une forte activité économique et d'offrir un hyperchoix aux consommateurs des pays industrialisés. Cependant, il ne s'est pas avéré capable de nourrir la planète et, en parallèle, l'obésité et autres maladies d'origine alimentaire touchent un nombre croissant d'êtres humains. Les externalités négatives suscitées par ce modèle sont également de plus en plus documentées : « [...] épuisement des ressources naturelles et dégradation des paysages, hyperspécialisation des unités de production et hypersegmentation artificielle des produits qui aggravent les disparités économiques entre entreprises et entre consommateurs [...], délocalisations d'activités vers des sites avantagés par les coûts comparatifs, à partir desquels les produits sont exportés dans le monde entier [...] détruisant des petits producteurs locaux [...] et, à terme [faisant] disparaître le patrimoine culinaire régional [...], vulnérabilité accrue aux pandémies » (Rastoin et Ghersi, 2010).

Sur la base de ces constats, le maintien de formes plus anciennes de système alimentaire ou le développement de solutions nouvelles est souhaité par de nombreux acteurs (parmi les consommateurs, producteurs, pouvoirs publics et société civile), le plus souvent en articulation/complémentarité avec le système agro-industriel. Ces « alternatives » au système agro-industriel réhabilitent donc des formes anciennes de SA (de proximité ou de qualité différenciée, comme les produits de terroir par exemple) ou tentent de développer de nouvelles formes de différenciation de la qualité, de nouvelles logiques de labellisation de modes de production/commercialisation des produits agricoles et agroalimentaires, comme l'agriculture biologique ou le commerce équitable, par exemple.

L'analyse de quatre formes de SA alternatifs (catégorie dans laquelle nous rangeons donc des formes anciennes et innovantes), choisies parmi les plus emblématiques – les circuits courts (de proximité), les produits de terroir, l'agriculture biologique et le commerce équitable (de qualité différenciée) – va nous permettre de dresser un premier bilan sur les conditions de

leur émergence et leurs impacts économique, social et environnemental[6]. Ce choix arbitraire ne doit en rien masquer la nécessité, rappelée plus haut, d'explorer plus avant d'autres formes de système alimentaire (domestique et vivrier territorialisé). Il convient également de rappeler préalablement que toutes ces « alternatives » font encore débat sur leur capacité à répondre à l'ensemble des besoins de la planète.

3.2.2. Les circuits courts et la volonté d'instaurer une démocratie alimentaire

Depuis quelques années se développe un faisceau d'initiatives revendiquant l'établissement de relations plus directes entre production agricole et consommation alimentaire, ou entre producteurs agricoles et consommateurs, cherchant ainsi à réhabiliter des formes anciennes de système alimentaire plus localisées. Il s'agit désormais, pour des organisations locales de consommateurs, pour des collectifs de producteurs et de consommateurs ou pour des collectivités territoriales, d'organiser concrètement des systèmes d'approvisionnement alimentaire dont le contrôle n'est plus délégué à des tiers, mais exercé par les participants qui s'y engagent.

Un examen de la littérature de sciences sociales en langue anglaise consacrée à l'analyse de ces systèmes alternatifs (Deverre et Lamine, 2010) fait apparaître que si peu d'entre eux se réclament explicitement du développement durable, leur positionnement par rapport au système « dominant » se fait sur la base de critiques renvoyant aux impasses environnementales supposées de ce dernier, à son manque d'équité (réservant les produits de qualité aux consommateurs les plus fortunés) et à la sélection des producteurs conduisant à l'exclusion de nombre d'entre eux parmi les moins dotés en capital ou technicité, ou les plus exposés à la concurrence des pays à bas coût du travail. Selon les pays, les priorités revendiquées par les promoteurs de ces systèmes varient : accès à une nourriture saine pour les populations défavorisées, réponse aux crises sanitaires attribuées au système dominant, défense ou promotion de modes de production « paysans » ou « biologiques » et de modes de consommation plus équilibrés et respectant les cycles saisonniers… Cette variété se retrouve dans celle des formes d'organisation concrètes que prennent ces systèmes, depuis les plus médiatisées comme les collectifs consommateurs-producteurs (*teikei* japonais, *community supported agriculture* anglo-saxons, Amap (associations pour le maintien d'une agriculture paysanne) françaises) ou le renouveau des marchés paysans dans des pays où ils avaient disparu, jusqu'à des formes d'organisation développées à d'autres échelles, comme les *Food Policy Councils* où l'action vise à maîtriser l'approvisionnement alimentaire au niveau de collectivités territoriales, au travers par exemple de la restauration collective ou de l'aide alimentaire aux plus démunis[7].

Si la grande majorité, sinon la totalité de ces systèmes se base sur des relations plus directes et de proximité entre production agricole et consommation alimentaire, leur réduction à la notion de circuits courts, comme c'est le cas actuellement en France au niveau du réseau rural français, masque en grande partie la dimension politique stratégique qu'ils représentent pour leurs promoteurs sinon pour l'ensemble de ceux qui y sont engagés. Des termes comme ceux de citoyen alimentaire (*food citizen*) ou plus communément de démocratie alimentaire (*food democracy*) illustrent cette volonté de politiser la question alimentaire en associant conjointement groupes de producteurs et de consommateurs finaux au niveau de petits

[6] Sur cette question de la durabilité des systèmes alimentaires de proximité et de qualité différenciée, voir le chapitre 6.

[7] Une théorisation plus ambitieuse a été faite par Kloppenburg (Kloppenburg *et al.*, 1996) autour de la notion de *foodshed*, « bassin alimentaire » d'une communauté ou collectivité de consommateurs alimentaires. Cette notion est reprise par certaines des collectivités engagées dans les pays anglo-saxons dans le mouvement des *Transition Towns* qui inscrivent la question de l'approvisionnement alimentaire dans leurs agendas 21.

collectifs comme à celui de collectivités élues. Il s'agit pour les consommateurs et/ou pour les producteurs de reconquérir un pouvoir collectif de décision au sein des systèmes agroalimentaires et de ne plus déléguer celui-ci aux opérateurs du marché ou aux structures administratives de régulation et de contrôle.

Les promoteurs des circuits courts cherchent donc à construire des systèmes alimentaires plus durables en agissant principalement sur ce que l'on a présenté comme le quatrième pilier du développement durable, à savoir la gouvernance de ces systèmes. Ils semblent opérer ensuite une hiérarchisation implicite entre les autres piliers, faisant primer la dimension sociale sur les dimensions économique et environnemental.

L'impact des circuits courts sur ces différents piliers reste cependant débattu. Certaines analyses critiques mettent l'accent par exemple sur :

- la faible évidence d'avantages de la proximité en matière de consommation énergétique ou d'émission de gaz à effet de serre ;
- la sélection sociale qu'ils opèrent malgré leur aspiration à répondre aux problèmes nutritionnels des populations défavorisées ;
- les risques de nouvelles formes de soumission des producteurs agricoles à des groupes urbains ;
- les inégalités régionales que ne manque pas de provoquer la relocalisation de l'approvisionnement alimentaire, voire le développement de formes de protectionnisme ou de « racisme alimentaire ».

Au niveau économique, la capacité de ce mode de distribution à répondre quantitativement aux besoins alimentaires fait également débat.

3.2.3. L'ancrage territorial des productions agroalimentaires et les indications géographiques

La protection et le développement des productions de terroir et des modes de production traditionnels a nécessité, dans un contexte d'industrialisation et de globalisation des échanges, le développement de dispositifs de certification.

La Convention de Paris de 1883 permet l'enregistrement, au niveau national, de marques collectives ou de certification, qui indiquent que les produits désignés ont des qualités spécifiques (qui peuvent inclure l'origine géographique).

Puis apparaissent en Europe du Sud au début du XX^{e} siècle des dispositifs dédiés à la protection juridique des produits de terroir : les appellations d'origine (AO) sont reconnues en France en 1905. Ces dispositifs se sont généralisés à l'échelle mondiale avec la reconnaissance des indications géographiques (IG) comme droit de propriété intellectuelle dans le cadre des accords sur les droits de propriété intellectuelle touchant au commerce (ADPIC), conclus dans le cadre de l'OMC en 1994 (AFD-FFEM, 2010 ; Vandecandelaere *et al.*, 2010).

Les indications géographiques peuvent être vues comme des alternatives à un mode de production agro-industriel, tourné vers l'intensification et la standardisation, comme des éléments susceptibles de renforcer la durabilité des systèmes de production, en permettant un développement territorial respectueux des ressources naturelles et ayant un impact social positif. Cependant, les cahiers des charges des indications géographiques, s'ils doivent démontrer un lien entre la typicité d'un produit et son territoire de production, ne sont pas tenus de garantir un mode de production respectueux de l'environnement ou garantissant une quelconque forme d'équité sociale (voir les travaux du programme de recherche *SinerGI* et ceux sur la téquila, IG « non durable » (Bowen et Valenzuela Zapata, 2008 ; Vandecandelaere *et al.*, 2010). Les IG, dès lors qu'elles sont définies de façon à mettre en valeur une matière

première locale spécifique, peuvent par contre permettre de mieux rémunérer la matière première aux producteurs (cas par exemple du Beaufort, comparé à d'autres IG fromagères – source Inao).

Du coté des consommateurs et des citoyens, on constate un intérêt renouvelé pour le terroir, la connaissance des modes de production, les produits liés à une histoire locale. Les produits sous IG peuvent être porteurs de la culture alimentaire et du lien entre territoire et alimentation. Ils constituent ainsi un lien à l'identité culturelle et alimentaire du territoire et du pays.

L'impact de ces dispositifs de certification de l'origine des produits de terroir reste conditionné à l'efficacité du système juridique de protection. Or, au niveau international, les ADPIC n'offrent une protection que minimale, à l'exception des vins et spiritueux qui bénéficient de garanties supplémentaires.

L'impact reste également conditionné à l'existence d'une volonté politique locale de déployer ces dispositifs de protection en faveur des producteurs et du développement territorial. Les attentes vis-à-vis des IG sont largement diversifiées, dans les pays des Suds (où un développement rapide des IG est constaté) comme dans les pays du Nord. Dans bien des cas, l'enregistrement d'une IG vise avant tout l'ouverture de nouveaux marchés, à l'exportation ou sur le territoire national, et la protection ou le renforcement (voire la création) d'une réputation, et ne cherche pas forcément à donner à une communauté de producteurs les moyens de renforcer leurs ressources territoriales, ni à défendre ou développer un territoire rural.

Les indications géographiques pourraient représenter un potentiel de renforcement de la durabilité des systèmes alimentaires, principalement sur les piliers sociaux (développement territorial, y compris de zones marginalisées, patrimonialisation/protection des ressources locales…) et économique (meilleure rémunération des producteurs, évolution de la répartition de la valeur ajoutée…). Il importe cependant de poursuivre l'analyse de ce potentiel, au niveau environnemental, socio-économique et politique.

De nombreux pays s'engagent désormais dans la reconnaissance et la protection de leurs produits de terroir grâce aux IG et à la réglementation de l'OMC. Il convient d'analyser les capacités de cette réglementation à créer des marchés pour des matières premières spécifiques valorisant la biodiversité, à permettre des prix plus élevés, notamment pour les producteurs de matière première… c'est-à-dire à faire des IG un outil de politique agricole et alimentaire.

3.2.4. Le développement de l'agriculture biologique et son impact économique, social et environnemental

L'agriculture biologique est assez naturellement classée dans l'agriculture durable. Elle l'est par le gouvernement français (cf. conclusions du Grenelle de l'Environnement), par l'Union européenne, qui l'intègre dans sa stratégie en faveur du développement durable, par la FAO, qui y voit un élément de renforcement de la sécurité alimentaire… L'impact de l'agriculture biologique sur les trois piliers du développement durable est cependant interrogé dans la littérature scientifique.

Au niveau environnemental, de nombreuses études mettent en avant un impact positif, provenant à la fois de la non-utilisation de produits chimiques de synthèse et de la mise en place d'un plan de rotation des usages des terres. Cependant, la question de l'émission des gaz à effet de serre reste controversée, peu d'études intégrant l'évaluation du transport (Capitaine *et al.*, 2009).

Il existe par ailleurs une réelle diversité de modèles de développement de l'agriculture biologique (Desclaux *et al.*, 2009 ; Sylvander *et al.*, 2006). Les études comparant un modèle unique avec une agriculture conventionnelle, elle aussi considérée sur la base d'un seul modèle, ont-elles une réelle valeur (Capitaine *et al.*, 2009) ? Plus généralement, certains auteurs soulignent l'incomplétude des études d'impact, qui se sont focalisées sur certains secteurs ou qui ont négligé certains aspects (services écologiques et biodiversité) (Blackman et Rivera 2010). Enfin, on a assisté ces dernières années à une multiplication des méthodes d'évaluation, plus ou moins proches des techniques d'ACV[8] : ces différentes méthodes peuvent, en se situant à différentes échelles ou en considérant différents types d'impact, parvenir à des conclusions différentes. Les ACV elles-mêmes peuvent amener des résultats contrastés en fonction de l'unité fonctionnelle retenue (Basset-Mens et van der Werf, 2004)(voir chapitre 10).

Les études sur l'impact social de l'agriculture biologique restent peu développées. S'il est souvent affirmé que l'agriculture biologique inclut « une dimension éthique qui se traduit, selon l'Ifoam (International Federation of Organic Agriculture Movements), par des objectifs […] sociaux et humanistes (solidarité internationale, rapprochement entre producteur et consommateur, coopération et non-compétition, équité entre tous les acteurs, maintien des producteurs à la terre, sauvegarde de l'emploi rural…) » (Bellon *et al.*, 2000), peu d'études viennent le démontrer. Des analyses critiques apparaissent dans la littérature sur ce point, relevant des impacts négatifs. Ainsi, Getz et Shreck (2006) notent, pour le cas de producteurs de tomates bio au Mexique, que la certification biologique a « exacerbé les inégalités socio-économiques et perturbé les normes sociales locales » en mettant trop fortement l'accent sur la nécessité d'un contrôle et d'une surveillance mutuelle. Cela renvoie aux limites de la certification par tierce partie, auxquelles l'Ifoam répond en développant les systèmes de garantie participatifs. Pour d'autres cependant, la mise en place d'une certification biologique est susceptible d'entretenir un capital social au sein des producteurs (Bray *et al.*, 2002).

La rentabilité économique de l'agriculture biologique dépend naturellement des rendements qu'elle peut atteindre. La comparaison des rendements en agriculture biologique et conventionnelle reste une question controversée et rendue difficile par la multiplicité des modèles comme évoqué plus haut (Halweil, 2006).

Elle renvoie également à la demande des consommateurs. Il existe une propension à payer plus cher des produits bio de la part des consommateurs, mais sous certaines réserves : qu'ils y trouvent également d'autres motivations (argument santé) (Sirieix *et al.*, 2006) et que la certification biologique, attribut de croyance, soit combinée avec d'autres attributs plus vérifiables, reposant sur la connaissance ou l'expérience (Grolleau et Caswell, 2006). Dans cette optique, les exigences de ces consommateurs pourraient pousser vers une évolution de la réglementation, en imposant une obligation de résultat aux productions biologiques, celles-ci n'étant jusqu'à présent soumises qu'à une obligation de moyen.

Cette propension de certains consommateurs à payer plus cher les produits biologiques ne garantit cependant la rentabilité économique que dans l'hypothèse d'une certaine efficacité des filières et d'une bonne répartition de la valeur ajoutée. Cette hypothèse peut être questionnée : Neilson (2008) anticipe pour le cas des petits producteurs de café indonésiens une baisse des prix « bord champs » (prix payé au producteur), suite à la hausse des coûts

[8] Idea (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles), Indigo (indicateurs de diagnostic global à la parcelle), Dialecte (diagnostic agro-environnemental liant environnement et contrat territorial d'exploitation), Diage (diagnostic agro-environnemental), Arbre (arbre de l'exploitation agricole durable), Planete (pour l'analyse énergétique de l'exploitation)… L'analyse du cycle de vie reste la seule méthode standardisée au niveau international (norme ISO 14040).

de transaction à l'intérieur de la filière que pourraient engendrer les mécanismes de certification. Là encore, la certification par tierce partie est davantage en cause que l'agriculture biologique en elle-même.

Enfin, du point de vue des consommateurs, ce surcoût des produits biologiques peut poser des problèmes d'accès à certaines catégories de population. Les promoteurs de l'agriculture biologique répondent cependant à cet argument que sous réserve d'une évolution de la nature des régimes alimentaires (plus de fruits et légumes et moins de viande), un approvisionnement à base de produits biologiques n'est pas plus coûteux…

La durabilité de l'agriculture biologique, dans ses trois piliers, reste donc un thème de recherche à part entière. Cette question est complexifiée depuis quelques années par la forte croissance que connaissent la production biologique et ses marchés. Il s'agit avant tout d'une hausse de la demande dans les pays du Nord, suscitée par une évolution des attentes des consommateurs, auxquelles se rajoute une forte composante de commandes publiques durables (approvisionnement des collectivités et cantines scolaires), suite au Grenelle de l'Environnement pour le cas de la France.

Cette hausse de la demande a été inégalement accompagnée par une augmentation de la production dans les différents pays du Nord. Elle s'est ainsi traduite en partie par une hausse des importations, les transports pesant alors sur le bilan carbone des produits bio. La production bio dans les pays des Suds reste insuffisamment documentée pour analyser l'impact de ce développement (Blackman et Rivera, 2010).

Ce développement mondial de l'agriculture biologique amène certains auteurs à s'interroger sur sa capacité à nourrir la planète. Les partisans de l'agriculture biologique répondent par l'affirmative, estimant que les rendements en bio peuvent égaler ceux de l'agriculture conventionnelle ou même leur être supérieurs. L'argumentation ne porte pas sur les rendements unitaires de telle ou telle culture, mais sur la productivité globale du système en biomasse et en énergie, incluant les effets des rotations et des associations préconisées en agriculture biologique. Cependant, ils reconnaissent que cela ne peut se produire que plusieurs années après la conversion, temps nécessaire pour que le sol retrouve ses capacités naturelles et que l'agriculteur acquière la technicité suffisante. Mais la question de l'alimentation du monde ne relève évidemment pas que des dynamiques des innovations techniques, les dimensions politiques et économiques restent primordiales (Halweil, 2006). Certaines études craignent une disparition de l'esprit de départ du bio (Conner, 2004).

3.2.5. Le commerce équitable et la rémunération « juste » des producteurs

Le commerce équitable vise à garantir une rémunération juste des producteurs, leur permettant de couvrir leurs coûts de production et d'obtenir une marge suffisante pour leur assurer des conditions de vie décentes et une capacité minimale d'investissement. Il vise avant tout la dimension sociale du développement durable, mais la minimisation de l'empreinte écologique est également affichée dans ses objectifs de manière croissante.

Des synthèses ont été récemment produites sur l'impact du commerce équitable (Vagneron et Roquigny, 2010). Elles témoignent d'une capitalisation relativement conséquente, mais qui ne couvre pas tous les acteurs, secteurs, zones géographiques et types d'impact, et qui ne considère pas les effets à long terme.

Différents points de débat apparaissent. Les certifications commerce équitable, centrées sur l'amont, ne peuvent garantir un impact social positif sur l'ensemble des filières, selon leurs détracteurs (Jacquiau, 2006). Cet impact ne pourrait être assuré que par le développement de filières alternatives, résolument en marge des filières conventionnelles.

Le commerce équitable passe actuellement par une responsabilisation des consommateurs. Si certains auteurs estiment qu'il est bon et juste que les consommateurs puissent « voter avec leurs dollars » en faveur de la durabilité (Granatstein et Kupferman, 2008), d'autres parlent de sur-responsabilisation et voient un risque à ce que le marché se fasse l'expression des projets de société, en lieu et place d'une réglementation publique (Figuié et Bricas, 2008).

Le changement d'échelle actuel du commerce équitable, en termes de volumes et de marchés, rend ces débats plus virulents. Pour certains, il amène une multiplication des labels, une mise en concurrence croissante des organisations de producteurs, la réintroduction d'une logique marchande dans les filières de par la présence d'acteurs aux motivations hétérogènes, en comparaison avec les organisations pionnières du commerce équitable (Lemay *et al.*, 2010). Si l'introduction d'une rationalité marchande est fortement appliquée au sein des filières équitables, elle peut entraîner un renforcement des inégalités économiques au sein des producteurs (Getz et Shreck, 2006).

Cette situation montre pour certains auteurs les limites de la régulation privée du commerce équitable ; une régulation basée sur un tandem public/privé pourrait être souhaitable (Raynolds *et al.*, 2007). Pour d'autres, ce sont les limites de la certification par tierce partie qui apparaissent (Neilson, 2008).

La croissance du marché est surtout une croissance conjointe des produits bio et équitables (Seifu *et al.*, 2007). Les bénéfices du commerce équitable ont souvent été utilisés pour la conversion en agriculture biologique. La nécessité d'avoir une stratégie commune entre ces deux labels est affirmée par certains (Gordon, 2005).

Le commerce équitable serait ainsi actuellement à la croisée des chemins. Lemay *et al.* (2010) voient trois scénarios d'évolution possibles : i) la multiplication des initiatives provoque la banalisation des effets du commerce équitable, ii) les mécanismes de régulation amènent une forte institutionnalisation du commerce équitable, iii) le commerce équitable se recompose autour de pratiques nouvelles.

On s'interroge finalement de moins en moins sur la capacité du commerce équitable à faire évoluer le système alimentaire mondial. Ce point figure bien dans les principes fondateurs du commerce équitable (« améliorer les règles et pratiques du commerce international conventionnel », consensus de Fine, 2001). En 2000, le commerce équitable pouvait apparaître comme un *oppositional movement* (Raynolds, 2000). L'implication croissante depuis d'acteurs conventionnels et sa massification ont relégué ces débats au deuxième plan. L'engagement des consommateurs est vu comme une question plus complexe, combinant des mécanismes de délégation à travers des choix de produits à des formes d'engagement plus directes dans des régulations alternatives (Dubuisson-Quellier, 2008).

3.2.6. Bilan

L'analyse du développement et de l'impact de ces systèmes alimentaires alternatifs, de plus en plus présente dans la littérature scientifique, fait ainsi apparaître un bilan contrasté. La diversité de ces systèmes alternatifs est réelle, chaque type visant des objectifs différents et ayant développé des modes de fonctionnement tout aussi divers, incluant ou non des dispositifs de certification (par tierce partie ou systèmes de garantie participatifs). La labellisation de ces produits ou filières peut être portée par différentes catégories d'acteurs selon les pays : États, firmes de la production/distribution agroalimentaires, associations de producteurs ou consommateurs…

La mesure des impacts est rendue complexe par cette diversité, le manque de données, la multiplication de labels aux dispositifs divers (pour les SA de qualité différenciée) et leur fréquente juxtaposition, le manque de recul historique…

Il ressort cependant assez clairement que la question clé est celle du changement d'échelle, du développement de ces systèmes, qui amène des recompositions.

3.3. Un processus permanent d'interaction, de recombinaison et d'hybridation

Les systèmes alimentaires peuvent en effet être vus comme composés d'un système agro-industriel, dominant dans les pays du Nord et en forte expansion dans les pays des Suds, au côté duquel gravitent différents systèmes alternatifs (catégorie dans laquelle nous rangeons donc des SA anciens ou plus innovants, revendiquant une plus forte durabilité, comme nous l'avons précisé plus haut). Ce schéma reste cependant purement analytique : une analyse plus dynamique de cette question montre que le développement des SA alternatifs, qui exercent une critique (Boltanski et Chiapello, 2011) du modèle agro-industriel autour des valeurs du développement durable, influence ce dernier *via* les consommateurs, actionnaires ou politiques.

Les systèmes alimentaires alternatifs les plus innovants peuvent être vus comme des formes de laboratoire expérimentant des solutions techniques et organisationnelles qui ont pu être adoptées, ou qui sont susceptibles de l'être à l'avenir, par les filières plus conventionnelles ou par certains de leurs opérateurs clés (cas des grandes et moyennes surfaces pour le bio, le commerce équitable, les produits locaux…). Cela peut être fait plus ou moins volontairement par les acteurs de ces systèmes alternatifs, parmi lesquels on trouve différentes postures : certains d'entre eux prônent une séparation totale, d'autres affichent une volonté de peser sur le système dominant (*i.e.* le système agro-industriel), pour qu'il introduise plus d'équité dans les échanges (cas du commerce équitable, par exemple) ou qu'il fasse davantage place aux aspirations collectives qui s'expriment dans ces initiatives diverses et éparses.

De même, la professionnalisation et le changement d'échelle des systèmes dits alternatifs introduisent en leur sein des problématiques proches de celles du système dominant (mise en concurrence des producteurs, recherche d'une plus grande efficacité économique par une baisse des coûts…). Les confrontations entre systèmes alternatifs conduisent aussi à des alliances stratégiques qui permettent un élargissement de leurs objectifs et une consolidation de leurs positions (introduction de préoccupations environnementales dans le commerce équitable, de principes d'équité dans l'agriculture biologique ou les circuits courts…).

Ces systèmes (alternatifs comme dominant) doivent donc être saisis dans un processus permanent d'interaction, de recombinaison et d'hybridation. Les travaux scientifiques qui analysent les transformations de l'agroalimentaire vers la durabilité, au Nord comme au Sud, suggèrent finalement l'existence d'un modèle d'innovation fondé sur la co-évolution entre une pluralité de modèles agroalimentaires.

Les processus d'innovation allant dans le sens de la durabilité au sein du modèle dominant proviennent ainsi :

- de dynamiques endogènes (réponses aux pressions/incitations des consommateurs et actionnaires, et aux évolutions du corpus de normes – imposées par les instances publiques et/ou autoproduites par les macroacteurs privés) ;
- d'une confrontation permanente avec les SA alternatifs, dans une société démocratique et médiatisée.

L'appui à l'émergence, au développement et à l'adaptation de SA alternatifs apparaît ainsi comme un des leviers d'action pour une alimentation durable, au côté des actions qui pourraient être menées pour influer sur les comportements des consommateurs ou les normes publiques et privées qui contraignent la production/transformation/distribution des produits alimentaires.

Ce processus apparaît dans une première approche basée sur :
- le maintien de systèmes anciens, parfois revisités ;
- des mouvements sociaux combinant consommateurs engagés et initiatives de producteurs (par exemple, agriculture biologique) ;
- une amplification médiatique pouvant conduire à une institutionnalisation ;
- une intégration des critiques et une appropriation de nouveaux systèmes par la grande distribution et les groupes agroalimentaires.

Le rôle de l'État dans ces processus apparaît fortement contrasté au niveau mondial et selon les systèmes alternatifs considérés. Les États sont par exemple plus ou moins interventionnistes dans la définition des labels, laissant parfois ce rôle à des opérateurs privés (cas de l'agriculture biologique dans de nombreux pays, du commerce équitable… voir également les difficultés de la définition d'une charte des circuits courts…).

4. Questions à la recherche

À l'issue de ce chapitre, la principale question de recherche est : « comment appréhender et analyser la durabilité de systèmes alimentaires à la fois imbriqués dans des écosystèmes complexes et eux-mêmes composites ? » La difficulté réside dans la double visée nécessaire, anthropocentrique et écocentrée.

4.1. Imbrication dans des écosystèmes complexes

Pour appréhender l'imbrication des systèmes alimentaires dans des écosystèmes comlexes, on propose les pistes suivantes :
- Modéliser, de manière formelle, les trois systèmes alimentaire, énergétique et chimique, dans leurs dynamiques, avec comme variables les flux d'énergie, de carbone renouvelable et d'azote. L'enjeu est de parvenir à décrire les économies circulaires du carbone renouvelable et de l'azote, et à un moindre degré du phosphore, avec des différenciations spatiale et temporelle. La quantification de l'incertitude pose le problème de l'implémentation d'incertitudes dans les blocs technologiques, aussi de leur propagation dans le processus d'évaluation final. Ce point est essentiel pour faciliter la prise de décision et pour identifier les verrous les plus critiques dans un processus.
- Articuler ces représentations avec les modèles économiques à l'équilibre.
- Développer l'évaluation environnementale avec des dispositifs d'observation et de conservation d'échantillons (écothèques, par exemple conservation des sols), associant géographiquement les différentes disciplines jusqu'aux aspects socio-économiques, voire sociétaux, en associant les futurs utilisateurs des données à la conception des dispositifs et aux choix des variables mesurées.

Dans les deux premiers exercices, le besoin majeur réside dans les bases théoriques et outils pour intégrer des processus biologiques, physiques, chimiques, écologiques, économiques dans les indicateurs et modèles, couvrant l'ensemble des échelles de temps, d'espace, d'organisation avec les lois de changement d'échelle associées. La représentation d'une société humaine, donc de ses besoins, de sa dynamique, permettrait alors d'identifier des règles de viabilité optimale des ressources naturelles et d'optimisation des services écosystémiques. La démarche doit s'initier à partir des échelles locales, où les connaissances sont complètes, l'échelle mondiale n'étant qu'une situation limite.

L'échelle du biome (cf. définition en section 2.3) est un grain d'étude qui permet de considérer l'ensemble des mécanismes pertinents sans tomber dans une complexité ingérable.

4.2. Diversité des systèmes alimentaires, confrontation entre différents modèles

Par quels processus les systèmes alimentaires alternatifs (traditionnels ou innovants) peuvent-ils se maintenir ou émerger, dans les pays du Nord et des Suds, et contribuer au développement durable ?

- Quelle est la contribution (comparée) des différents systèmes alimentaires aux enjeux du développement durable ? Comment les connaissances produites sur leurs impacts peuvent-elles les faire évoluer ?
- En quoi la coexistence d'une diversité de systèmes alimentaires permet-elle de mieux répondre à des enjeux de durabilité et en particulier de sécurité alimentaire ?
- Quelles justifications/revendications/mouvements sociaux vont permettre le développement de systèmes alternatifs (enjeux sociaux, environnementaux, nutritionnels…) ?
- Quel est le rôle des acteurs publics dans le maintien et l'évolution de cette diversité des systèmes alimentaires (normalisation, prise en compte de cette diversité dans la recherche, l'enseignement, les politiques agricoles et alimentaires…) ?

Les interactions entre les systèmes alimentaires alternatifs et le système agro-industriel dominant ont-elles un impact sur la durabilité, au Nord et au Sud ?

- Quel rôle les systèmes alimentaires alternatifs jouent-ils dans la trajectoire d'innovation des firmes agroalimentaires, des acteurs de la grande distribution, de la restauration collective ?
- Quelles formes prennent (ou peuvent prendre) les interactions entre les systèmes alternatifs et le modèle dominant : incitations, intégrations, complémentarités, hybridation (avec recomposition des objectifs et des logiques d'acteur), dilution… ? Quel impact ces interactions ont-elles sur la durabilité du système dominant ?
- L'intégration ou hybridation des systèmes alternatifs dans les systèmes agro-industriels amène-t-elle à reconsidérer leurs impacts sur le développement durable, notamment en termes de participation à la gouvernance et d'intégration de ses différentes dimensions ?

4.3. À la croisée entre l'approche systémique et l'approche socio-économique

- Comprendre la demande sociétale, avec les mécanismes de formation de l'opinion et de modification des comportements dans le domaine des risques environnementaux au sens large, suite à des innovations techniques ou organisationnelles.

Chapitre 5. Organisation industrielle et durabilité

Auteurs : Louis-Georges Soler, Vincent Réquillart et Gilles Trystram

Contributeurs : Joël Abecassis, Armelle Champenois, Vincent Hovelaque, Dominique Pallet et Catherine Renard

Une part importante de l'offre alimentaire est aujourd'hui produite dans des filières industrielles qui sont confrontées à de multiples enjeux. Comme tous les secteurs industriels, elles ont à intégrer dans leurs propres activités des exigences nouvelles en matière environnementale et de durabilité. Mais elles sont aussi soumises à des évolutions importantes, tant au niveau de la consommation finale qu'à celui de la production agricole. D'un côté en effet, les consommateurs, ou au moins une partie d'entre eux, émettent de nouvelles attentes vis-à-vis de l'alimentation et de ses conditions de production. De l'autre côté, les évolutions qui s'opèrent au niveau agricole laissent entrevoir des changements possibles dans les modalités de l'approvisionnement en matière première agricole. Enfin, la dynamique concurrentielle dans laquelle les entreprises sont engagées au niveau national, européen ou international, pose la question de l'évolution de leur compétitivité à moyen et long termes.

L'objectif de ce chapitre est de rappeler quelques traits importants de ces évolutions passées et du modèle technologique et économique sur lequel elles se sont fondées. C'est donc des systèmes agro-industriels de la typologie du chapitre 4 dont il est question ici. L'objectif est ensuite d'identifier, au regard des questions de durabilité, où se situent les principaux enjeux auxquels sont confrontées ces filières industrielles et enfin d'identifier un certain nombre de thèmes importants à investiguer dans de futurs programmes de recherche pour contribuer à éclairer les décisions publiques et privées dans ce domaine.

1. Quelques traits importants de l'évolution du système industriel alimentaire

Historiquement, le premier objectif de l'industrie agroalimentaire a été de conserver et préserver les nutriments essentiels pour assurer leur disponibilité toute l'année. Elle s'est appuyée sur le développement des techniques de conservation, puis sur l'usage d'ingrédients de stabilisation. Un tournant important a été le développement des chaînes du froid, qui ont desserré la contrainte microbiologique et permis des échanges à longue distance de produits agroalimentaire non stabilisés. Ces techniques de conservation ont favorisé le développement d'une offre foisonnante, en particulier en ce qui concerne l'ultrafrais et les produits laitiers, et ont grandement contribué à la dessaisonalisation de l'offre de fruits et légumes.

Pour assurer une qualité constante et maîtrisée des produits finis, les industries agroalimentaires se sont tournées vers une logique d'assemblage reposant sur deux points : la mise en place d'une production de produits alimentaires intermédiaires (ingrédients, additifs et aides technologiques), dont le but est de pouvoir assurer une régularité des propriétés souhaitées malgré la variabilité de la matière première) ; la diversification de l'offre par la formulation. Ce couple déconstruction/reformulation est au cœur des procédés industriels actuels. Il opère de la façon suivante.

L'évolution du schéma général sur lequel repose l'industrie alimentaire a ainsi été rendue possible par la dissociation de deux étapes dans le processus de transformation : d'une part, le fractionnement qui vise à déstructurer la matière première agricole de façon à en extraire des composants élémentaires ; d'autre part, l'assemblage qui vise à reconstituer, à partir de

ces composants élémentaires, un aliment consommable pour le marché final. Cette dissociation s'est traduite par l'émergence de deux types d'entreprises :

- les fabricants de produits alimentaires intermédiaires dont l'essentiel de l'activité de recherche-développement consiste à améliorer les processus de « cracking » ou assurer les propriétés souhaitées aux produits finaux ;
- les industries d'assemblage au sein desquelles les innovations ont plutôt porté sur les produits, élargissant considérablement par l'action au niveau industriel la gamme des références offertes aux consommateurs.

Le fractionnement de la matière première agricole a rendu plus substituables entre elles les matières premières agricoles et a, dans une certaine mesure, connecté de façon plus importante les marchés des matières premières agricoles.

La réduction des coûts des approvisionnements s'est opérée par la standardisation de la matière première agricole, dont un des effets a été de limiter les impacts des aléas sur la quantité et la qualité des produits à destination de l'industrie. Dans le même temps, l'origine des matières premières s'est mondialisée, élargissant notablement les bassins originaux d'approvisionnement des usines. À partir de matières premières très variables, la génétique et les pratiques agricoles ont induit une évolution vers des matières premières réduites en nombre, en diversité et moins variables au cours du temps. Cet objectif de régularisation des caractéristiques de la matière première facilitant l'optimisation des procédés industriels, la variabilité résiduelle des caractéristiques des produits agricoles fait l'objet d'un lissage technologique (apports d'ingrédients dans la phase d'assemblage). Cette orientation générale repose sur le fait qu'il est moins coûteux de réduire les aléas par la standardisation des produits agricoles que de gérer un procédé industriel confronté à une forte variabilité de la matière première. Cette standardisation a d'ailleurs été un vecteur important de gains de productivité au niveau de l'amont agricole.

La standardisation de la matière première agricole implique également une homogénéisation de la matière première et une réduction de la variété de l'offre agricole. La diversification des produits finis a considérablement augmenté, introduisant la diversification retardée comme caractéristique forte du système alimentaire. Celle-ci s'est accompagnée d'un déplacement vers l'aval des leviers de création de la variété de l'offre de produits aux consommateurs. La dissociation des phases de fractionnement et d'assemblage a ainsi rendu possible la mise en place d'un processus au sein duquel la construction de la variété des produits se fait au niveau industriel, précisément à l'étape d'assemblage. Le calcul économique qui préside à ce processus repose, outre sur le fait qu'il ouvre un potentiel plus large de variété de produits que le seul jeu sur la matière première, sur le fait qu'il est moins coûteux, plus flexible et plus réactif que de construire et préserver une variété de caractéristiques depuis la matière première jusqu'au produit final (à cause des coûts de la coexistence de produits à caractéristiques différenciées dès l'amont)[9].

La baisse importante des coûts de transports des matières premières agricoles, qu'elles soient brutes ou transformées, a joué également un rôle central dans les évolutions observées. La ressource en matière première agricole, initialement locale (et le restant partiellement), est devenue internationale avec un surcoût peu significatif. Toutes les matières premières sont devenues disponibles à tout instant, la chaîne du froid permettant la conservation. Cette évolution s'est basée sur la mise en place de nouveaux schémas logistiques (transport, chaîne du froid, plates-formes technologiques et logistiques…) et la

[9] On ne décrit ici que les grandes tendances de transformation. L'exemple des AOC montre cependant que d'autres voies ont été suivies, fournissant une réponse différente. Dans le cas des vins, le consommateur s'accommode d'ailleurs très bien d'une forte variabilité du produit fini dans le temps.

mise en concurrence des différentes régions, l'exploitation d'économies d'échelle au niveau de la transformation et la relocalisation des productions (voir chapitre 6 pour plus de détail sur ce point).

Enfin, des changements importants dans les modes de distribution des produits alimentaires ont accompagné la transformation des schémas d'organisation industrielle des filières. La distribution des produits alimentaires s'est déplacée et concentrée, des petits commerces spécialisés vers les grandes surfaces, le plus souvent généralistes. En France, cette transformation du paysage de la distribution alimentaire s'est opérée en à peine 40 ans : alors que les grandes surfaces représentaient moins de 5 % des dépenses alimentaires en 1970, elles atteignent aujourd'hui 70 %. La concentration de la distribution et le développement des marques de distributeurs ont modifié le rapport de force avec les industries et les producteurs en amont et induisent un changement radical dans le pilotage et le partage de la valeur au sein de ces filières. Cette évolution a débouché sur une situation dans laquelle l'aval de la filière pilote une large partie de la chaîne d'approvisionnement. L'évolution des règles de responsabilité en cas d'incidents sanitaires a également incité les distributeurs à développer leurs propres cahiers des charges. Les industries alimentaires qui cherchent à répondre à ces cahiers des charges doivent aussi abaisser leurs coûts pour accéder au marché ce qui les pousse dans une démarche de mise en concurrence des fournisseurs agricoles.

2. Conséquences des évolutions conduites pour la durabilité

Les évolutions rapidement décrites ci-dessus se sont donc traduites par : i) une dynamique d'innovation au cœur du jeu concurrentiel, ii) un accroissement considérable du nombre et de la variété des références offertes aux consommateurs, et iii) une évolution des rapports de prix favorables aux produits transformés. Au total, la baisse du coût relatif de l'alimentation (qui s'est traduit par la réduction de la part du budget des ménages consacré à l'alimentation), l'amélioration de la qualité sanitaire, l'accroissement de la variété de l'offre, l'accompagnement du changement des pratiques alimentaires et des modes de vie par la mise à disposition des consommateurs des produits transformés, souvent prêts à consommer, sont à mettre à l'actif de cette évolution.

Par ailleurs, l'accroissement de l'efficacité économique du secteur a permis de maintenir sur une longue période un solde positif de la balance commerciale et un tissu d'entreprises représentant près de 15 % de l'emploi industriel et 16 % du chiffre d'affaires de l'industrie française. Les évolutions décrites précédemment ont eu néanmoins des conséquences fortes sur le partage de la valeur dans les filières, du fait de la mise en concurrence sur des bases géographiques plus larges des producteurs amont et de l'évolution de la structure du secteur (concentration de la distribution et d'une partie de l'industrie). Ceci a été renforcé par la récente évolution des politiques agricoles, qui ont substitué une politique de prix garantis par une politique de soutien direct aux revenus en laissant une plus grande « liberté » de fixation des prix.

Au-delà des effets positifs permis par la modernisation du secteur et les transformations opérées au cours des dernières décennies, ce modèle de développement agro-industriel se trouve aujourd'hui questionné sous deux angles.

2.1. Un modèle industriel qui bute sur des difficultés à dégager de nouveaux gains de productivité ?

Le développement des industries agroalimentaires s'est accompagné d'une augmentation de l'exigence de fonctionnalités qui, par étapes successives, a conduit à intégrer des exigences additionnelles :

– une étape de maîtrise de la sécurité sanitaire biologique, les deux socles de l'élaboration des procédés qui ont été la stabilisation et la sécurité, restant la base même de la législation associée ;

– une étape de maîtrise des attributs organoleptiques et la recherche d'attributs originaux et innovants (construction sensorielle des produits, amélioration organoleptique, recherche de structures innovantes, nouvelles formulations…) ;

– une étape, en cours, de recherche d'attributs nutritionnels, voire d'effets santé, depuis les fondamentaux de nutrition (réduction sel, sucre, gras, ajout de fibres) jusqu'à la recherche d'une alimentation avec bénéfices santé ;

– le concept de durabilité et la crise de l'énergie introduisent un regard nouveau sur l'efficience énergétique et la prise en compte des sous-produits et déchets comme des ressources à valoriser (eau comprise).

La conception (ou la reconception) des procédés de transformation alimentaire dans une vision durable implique de prendre en compte de façon globale l'ensemble des contraintes et fonctionnalités qui leur sont/seront demandées. En effet, historiquement, l'évolution de ces procédés s'est faite par l'addition de contraintes qui ont progressivement réduit les marges de manœuvre et les degrés de liberté, au point qu'il semble difficile aujourd'hui d'ajouter une nouvelle série de critères sans reculer sur les contraintes précédentes. Petit à petit, l'épuisement de la mobilisation de ces degrés de liberté apparaît, soit parce que le niveau des connaissances reste incomplet, soit parce que les incréments de fonctionnalités successifs ont effectivement épuisé le potentiel de compromis réalisé par les opérations. Les additifs et ingrédients ont d'ailleurs partiellement comblé les pertes de fonctionnalités qui en découlaient.

Quelles ont été les conséquences économiques de l'intégration progressive d'exigences de fonctionnalités additionnelles, en particulier en terme de productivité ? Il est difficile de répondre précisément à cette question à ce jour, mais il reste que le secteur agroalimentaire bute désormais sur certaines difficultés qui tiennent à un relatif épuisement des gains de productivité et un certain blocage dans l'innovation. Les études sur l'évolution de la compétitivité des entreprises agroalimentaires convergent sur ce point (Bontemps *et al.,* 2010 ; Chantrel et Lecocq, 2009 ; Thomas, 2005).

Les conclusions majeures sont les suivantes :

- L'analyse des échanges au niveau international montre tout d'abord un certain effritement des parts de marché des entreprises françaises au cours des quinze dernières années. La rentabilité du secteur agroalimentaire français reste dans la moyenne des principaux pays développés, mais les évolutions récentes dénotent une relative diminution de la compétitivité de ces entreprises, y compris sur certains marchés de produits différenciés (le secteur des vins, par exemple). Ces études notent la faiblesse des gains de productivité dégagés dans le secteur agroalimentaire depuis plusieurs années. Entre 1978 et 2005, alors que les gains de productivité au niveau agricole sont de l'ordre de 2 % par an, ils ne sont que de 0,2 % par an au niveau des entreprises agroalimentaires. Au cours de la période plus récente 1996-2006, la productivité totale des facteurs de production diminue même en moyenne de 0,4 % par an. Cette évolution est à moduler cependant selon les types d'entreprises, les PME enregistrant une diminution de leurs performances qui est partiellement compensée par la bonne performance d'un petit nombre de très grandes

entreprises. La productivité est à peu près stable dans des secteurs comme les produits laitiers ou les boissons, mais baisse de 0,7 % par an dans le secteur de la viande (Butault, 2008).

- D'une façon générale, les consommations intermédiaires (en particulier les matières premières agricoles) représentent un poste de charge non négligeable de ces entreprises. La difficulté à accroître les rendements de conversion de ces consommations intermédiaires en produits finaux est un des éléments mis en avant pour expliquer la relative stagnation des gains de productivité. L'intégration par l'industrie d'exigences plus fortes peut constituer un second élément.
- La fragilité du secteur apparaît aussi si l'on note qu'une partie non négligeable de l'industrie alimentaire repose sur une stratégie de « volumes », fondée sur la recherche d'économies d'échelle, qui est très dépendante de la disponibilité de matières premières à bas coût. Une amélioration de la compétitivité peut être recherchée au travers de l'innovation, par le développement d'aliments technologiques où la microstructure constitue le vecteur principal. De nombreux auteurs considèrent en effet que la microstructure des aliments induit deux conséquences qui sont facteurs d'innovation : des perceptions sensorielles différenciées, des propriétés de bioaccessibilité des molécules améliorées. Mais ceci suppose d'importantes dépenses de recherche et développement, qui ne sont pas ou peu accessibles aux PME (y compris pour attester de leur innocuité).
- Un autre point a trait à l'emploi. Au cours des dernières décennies, le système industriel a fait croître puis a maintenu un nombre d'emploi important (environ 450 000 actuellement). Deux éléments d'explication peuvent être reliés à cette évolution de l'emploi. Sur le long terme, l'emploi autrefois « caché » puisque correspondant à des activités effectuées à domicile est devenu visible par la prise en charge par l'industrie–d'une partie des tâches auparavant faites à la maison (et ceci grâce à l'innovation, au développement de nouveaux produits…). Pour le futur, se pose aussi la question de l'équilibre entre ce qui est fait à domicile *versus* ce qui est fait en usine. Un second élément est lié à des niveaux probablement plus faibles de substitution capital/travail que dans d'autres industries. Un des enjeux en terme de durabilité porte aussi sur la capacité du secteur à le maintenir à ce niveau.

2.2. Un modèle industriel qui doit s'inscrire dans le développement de nouveaux modes de consommation ?

Du côté de la demande, en relation avec l'évolution générale des modes de vie, on a assisté à une modification des arbitrages des ménages en termes d'allocation de leur budget et de leur temps ayant pour effets : i) une externalisation croissante de la fonction d'élaboration des aliments et ii) une demande croissante d'aliments préparés, auxquelles ont répondu précisément les évolutions conduites au niveau industriel décrites ci-dessus.

Cette dynamique n'a pas été sans conséquences pour les consommateurs. Certaines compétences des consommateurs, auparavant associées aux activités de sélection, de préparation et de stockage des aliments, ont été progressivement transférées vers le secteur de la transformation et de la distribution (Dubuisson-Quellier, 2008). Simultanément, ces mêmes consommateurs ont développé de nouvelles compétences pour faire face à une offre alimentaire de plus en plus diversifiée, choisir entre des références de plus en plus nombreuses et aux durées de vie souvent brèves (lecture des étiquettes, connaissance des marques et des signes de qualité, etc.). En outre, ils ont été conduits à déléguer l'exercice du contrôle de la qualité et de la sécurité des produits à des dispositifs marchands, le plus souvent garantis par les dispositifs publics (Dubuisson-Quellier, 2010).

Cette externalisation de la fonction de production de l'alimentation, depuis l'espace

domestique vers l'espace de la transformation et de la distribution, a engendré une distanciation croissante entre le consommateur final et la matière première agricole (et son producteur) et plus généralement avec les aliments « bruts ». Cette distanciation accrue entre le consommateur final et les aliments est à la fois spatiale, temporelle et technologique. Même si dans une très grande majorité de pays, l'essentiel de la production agricole est encore aujourd'hui transformé sur le sol domestique (70 % dans l'Hexagone), l'évolution de l'organisation industrielle des filières a rendu possibles : i) la complexification des circuits suivis par les produits, de l'amont jusqu'au marché final, et ii) la déconnexion entre les zones de production et celles de consommation. Par ailleurs, la dissociation des fonctions de fractionnement et d'assemblage a ouvert la voie à des changements qui ont accru la longueur des chaînes alimentaires et favorisé une dimension plus technologique de l'alimentation. Celle-ci est en particulier perçue à travers les questions liées à l'usage d'additifs et d'auxiliaires technologiques. Enfin, le décalage dans le temps entre les phases de production et de consommation, qui est dès l'origine de l'industrie alimentaire au cœur de ses objectifs (stockage et conservation des aliments, notamment grâce à la maîtrise de la chaîne du froid), et la disponibilité à tout instant des matières premières renforcent la démarche de consommation retardée qui change de nature dans un contexte de mondialisation des échanges.

Si on ajoute à cela les craintes soulevées à la suite des crises sanitaires des années 1990, puis les débats plus récents sur la contribution des produits transformés sur l'état nutritionnel des populations, puis plus récemment encore les interrogations sur les impacts environnementaux des modes de production et de distribution des aliments, on perçoit là les bases d'une contestation du modèle agro-industriel par une fraction de la population. Au fond, l'industrialisation de l'alimentation a, d'un côté, accompagné l'évolution des modes de vie et répondu à une demande croissante d'aliments préparés et à l'externalisation de la fonction de préparation des repas, et, d'un autre côté, elle a généré un sentiment de méfiance lié à cette perte de contrôle sur la production de l'alimentation. Cette distance accrue entre le consommateur final et les aliments est un facteur additionnel de méfiance vis-à-vis du système alimentaire qui motive, au moins pour partie, des nouveaux comportements de consommation alimentaire (biens issus de l'agriculture biologique, achats en circuits courts, produits locaux, etc.), même si en l'état actuel leur émergence reste limitée (Dubuisson-Quellier, 2009a, b).

Comment tenir compte de ces interrogations portées par une fraction des consommateurs sur les conditions de production et de l'alimentation ? Quelles actions privilégier, tant de la part des pouvoirs publics que des opérateurs privés ? En pratique, les orientations à mettre en avant dépendent de l'interprétation donnée aux évolutions que l'on vient de rapidement décrire. On peut ne voir dans les nouveaux comportements de consommation alimentaire que les attentes d'une certaine partie de la population, plus disposée à payer pour des garanties supplémentaires en matière de santé et d'environnement. Selon cette hypothèse, la réponse à trouver réside essentiellement, si ce n'est exclusivement, dans la segmentation du marché, de façon à offrir aux consommateurs qui le souhaitent, c'est-à-dire qui sont prêts à payer, les produits recherchés (sous réserve, bien sûr, qu'un niveau minimum satisfaisant, tant sur le plan sanitaire qu'environnemental, soit garanti sur l'ensemble de l'offre alimentaire). Cette option pose essentiellement des questions portant sur l'identification des produits désirés (marques collectives et privées), ainsi que sur les dispositifs de garantie, de contrôle et de sanction de cette identification/non-identification (voir chapitre 10 sur l'insuffisance actuelle des méthodes et indicateurs). Elle ouvre la voie à la création de deux marchés assez distincts qui pose la question des inégalités d'accès à une alimentation de qualité et pose donc des questions d'inégalité et d'équité (et donc de durabilité dans le volet social). On peut aussi

considérer que ces nouveaux comportements de consommation alimentaire, certes marginaux sur le plan quantitatif aujourd'hui, reflètent néanmoins des attentes plus larges, y compris de la part de fractions de la population qui ne peuvent les traduire en actes d'achat à cause de contraintes budgétaires. Dans ce cas, on a affaire à un enjeu plus fondamental, confrontant le système alimentaire agro-industriel à la nécessité de rétablir le lien entre l'aliment et le consommateur, entre le produit agricole en amont et le produit alimentaire final.

On s'est limité dans cette section 2.2 à la demande et l'action des consommateurs. Il serait aussi nécessaire d'analyser les conséquences des contraintes fixées par la société (relayée/anticipée par les pouvoirs publics) : réduction des gaz à effet de serre, pression sur les ressources, l'environnement, la biodiversité…

3. Questions à la recherche

Comme l'ont déjà souligné certains auteurs (Lowe *et al.,* 2008 ; Phillipson et Lowe, 2008), les questions soulevées aujourd'hui en matière d'évolution des systèmes alimentaires imposent de renforcer les recherches aux interfaces entre les sciences des aliments (y compris la nutrition) et des procédés de transformation, d'un côté, et les sciences sociales, de l'autre. Au moins deux voies méritent d'être mieux abordées dans ce sens :

- la compréhension des comportements de consommation, en particulier les modes d'usage des aliments au niveau domestique, de même que celle de la gestion des déchets et de la fin de vie des produits par les ménages, pourraient en retour aider à orienter les recherches en matière de formulation et de procédés de transformation ou de conditionnement des produits ;
- les liens entre choix industriels et productivité pourraient également justifier des investigations croisées sur les plans économiques et technologiques. Les grandes options adoptées antérieurement (décomposition/recomposition des fonctions au sein des chaînes (fractionnement-assemblage…), standardisation en amont et différenciation retardée) reposaient sur des arbitrages économiques dont il faut évaluer la robustesse pour le futur.

Au-delà de ces grandes orientations, plusieurs pistes devraient être approfondies dans les domaines disciplinaires liés à la technologie et à l'économie, comme le détaillent les deux prochaines sections.

3.1. Conception des procédés, voies technologiques, organisation industrielle

On l'a noté plus haut, l'évolution des procédés par l'addition de critères successifs a réduit les marges de manœuvre et les degrés de liberté au niveau industriel. Les contraintes de durabilité pourront-elles être satisfaites sans avoir à reculer sur certaines des contraintes intégrées précédemment ? Pourra-t-on y répondre par l'optimisation des technologies existantes ou faudra-t-il reconcevoir de façon plus fondamentale les procédés alimentaires et l'organisation des filières agroalimentaires ?

De nombreux travaux portent et ont porté sur des recherches d'alternatives technologiques. Il est patent que le nombre de ces travaux qui ont débouché sur des applications industrielles est faible et que la plupart des nouveaux procédés, notamment de décontaminations athermiques… sont restés à l'échelle du laboratoire. En fait, deux options se dégagent, qui doivent être approfondies dans de nouveaux programmes de recherche.

Une première voie peut viser à optimiser les technologies existantes en termes de coût énergétique, consommations d'eau, efficacité et robustesse à l'utilisation de la matière première. L'une des voies intéressantes que propose d'ores et déjà la bibliographie est de

chercher à réduire les changements d'état en cours de procédé. En effet, d'une part l'usage de vapeur provoque des coûts et consomme beaucoup d'énergie. D'autre part, nombre de produits sont séchés, réhydratés, puis séchés de nouveau. L'idée d'usine sèche, sans eau, reste un challenge pour les industries agroalimentaires.

Une seconde voie consiste à reconcevoir entièrement les procédés, avec deux buts : exploiter et générer les fonctionnalités sous-jacentes de la matière première sans passer par une étape de fractionnement ; reconsidérer le fractionnement pour exploiter les fractions actuellement non retenues. En particulier, une vision globale de la durabilité de la transformation met en avant le rôle du traitement technologique des coproduits comme contributeurs à la génération d'applications de substituts au carbone fossile : développement de matériaux, de biomolécules, de sources d'énergie (voir le chapitre 4).

Existe-t-il des voies technologiques qui peuvent se passer du fractionnement et utiliser la matière première telle quelle ? Peut-on fonctionnaliser la matière première sans la fractionner pour éviter l'usage d'ingrédients et d'additifs ? Cela impliquera-t-il, pour les consommateurs, d'avoir à accepter une plus grande variabilité du produit final ? Les travaux à venir devraient pouvoir éclairer ces questions.

Une voie intéressante à fort potentiel d'impact de durabilité est d'accepter que la chaîne industrielle ne fasse pas tout. Les demandes des consommateurs, dans les années 1990, ont fait dominer la recherche de praticité, de rapidité d'usage. La conséquence essentielle est que la finalisation des produits est très poussée, ne nécessitant alors qu'un temps réduit pour l'usage. Un produit non fini à l'échelle industrielle, mais poursuivant sa transformation sous forme emballée (cela existe avec les salaisonneries, le vin, les fromages) ou nécessitant un usage final approprié, notamment utilisant une technologie domestique *ad hoc* (les tendances des produits nouveaux en terme de combinaison entre un aliment et une technologie domestique sont importantes) serait une alternative intéressante (gain d'énergie notamment).

Les consommateurs demandent des aliments qui conservent leurs attributs sensoriels naturels (couleur, texture, flaveur) sans ajouts d'additifs ou de conservateurs. En réponse à cette demande, les industries alimentaires ont développé le concept de *minimal processing* qui cherche à limiter l'impact des procédés sur la qualité nutritionnelle et sensorielle et à préserver les propriétés des aliments sans utiliser des additifs de synthèse.

À l'origine, le concept de *minimal processing* concernait essentiellement les techniques de conservation des aliments. En effet, les traitements thermiques traditionnels peuvent être bénéfiques pour la conservation ou pour la production de certains arômes, mais ils peuvent aussi avoir des effets indésirables sur d'autres propriétés sensorielles ou sur la valeur nutritionnelle des aliments. Ces effets indésirables peuvent être minimisés par un meilleur contrôle des technologies utilisées (traitement HTST, *high temperature, short time* ; procédés aseptiques) ou de nouvelles technologies telles que les hautes pressions, la lumière pulsée ou encore par l'introduction de ces nouvelles fonctions dans l'emballage (atmosphère modifiée, introduction de conservateurs naturels).

Aujourd'hui, le concept de *minimal processing* est en train de s'élargir à toutes les phases d'élaboration des aliments. Il s'agit désormais de réduire la quantité d'énergie utilisée pour élaborer un aliment et d'en limiter le coût de transformation. En effet, depuis Mainguy (1989), l'aliment est considéré comme un système complexe porteur de fonctionnalités. Chacune de ces fonctions s'est progressivement développée et affinée pour proposer aux consommateurs un aliment aux fonctions toujours plus spécifiques, mais qui peuvent parfois l'éloigner de son authenticité. Chaque ajout d'une nouvelle fonction (*via* l'introduction d'ingrédients, de procédés et de leur couplage) a aussi un impact sur le prix de l'aliment. Dans cette acception, l'aliment est resté le plus souvent considéré comme une somme d'ingrédients chimiques et

son élaboration repose davantage sur l'innovation technologique (celle des ingrédients fonctionnels) que sur une approche scientifique raisonnée.

Au travers du concept de *minimal processing*, il ne s'agit pas pour autant de promouvoir une vision passéiste, mais plutôt d'identifier les questions de recherche en lien avec ces nouvelles attentes des consommateurs. En considérant que la matière biologique est par nature constituée d'assemblages moléculaires possédant des propriétés particulières, le concept de *minimal processing* vise alors à obtenir les propriétés fonctionnelles souhaitées dans l'aliment à partir des structures et des propriétés préexistantes dans les matières premières. La connaissance fine des différents niveaux d'organisation de la matière et de leur évolution, au-delà de leur seule composition, devient ainsi un enjeu pour raisonner de nouveaux procédés d'élaboration des aliments permettant avec la préservation de certaines structures natives de conserver ou d'élaborer ces fonctions d'usages. La connaissance de ces structures et des propriétés associées ainsi que leur évolution en fonction des lois de transfert de masse et d'énergie devrait permettre d'identifier de nouveaux itinéraires technologiques associant *minimal processing* et coût de transformation maîtrisé.

Enfin, une question importante réside dans l'interface entre l'amont agricole et le maillon industriel. Deux points peuvent être mis en avant :

- face à l'évolution prévisible des marchés des matières premières alimentaires et en particulier au risque d'une variabilité accrue de leurs caractéristiques, les usines vont avoir à faire face à un effet « nœud papillon » accentué, qui consiste à devoir gérer simultanément une plus grande variété des entrées tout en générant de façon maîtrisée des fonctionnalités variées pour le produit final. Les tendances largement acceptées et partagées mettent en effet en avant la recherche de produits sur mesure, adaptés à des classes de consommateurs spécifiques et associés à des fonctionnalités elles-mêmes spécifiques. Le rôle du procédé (y compris la formulation) devient central dans cette vision où les enjeux de robustesse et de flexibilité deviennent majeurs ;
- la standardisation de la production agricole et l'utilisation de leviers industriels pour créer la variété de produits finaux soulèvent les difficultés mentionnées plus haut. Dans quelle mesure l'amont agricole peut-il retrouver une contribution à la création de la variété de produits ? Quelles caractéristiques « différenciantes » peuvent se jouer au niveau de l'offre agricole et quelles contributions de l'aval à travers des fonctionnalités additionnelles construites par les procédés ?

En tout état de cause, c'est à une nouvelle manière de penser la relation entre agriculture et industrie que l'on se trouve confronté à travers ces interrogations.

3.2. Efficacité économique des entreprises et des filières, et contraintes de durabilité

Une des questions générales posées est celle de l'évolution du modèle économique esquissé précédemment face aux exigences croissantes de durabilité, que celles-ci découlent de réglementations publiques ou des attentes des consommateurs et de divers groupes de pression. Sous quelles conditions les entreprises et les filières vont-elles pouvoir intégrer toutes ces exigences et à quel coût ?

D'une façon générale, deux visions s'opposent sur cette question. Pour certains, un renforcement des contraintes environnementales induirait une augmentation des coûts qui limiterait les gains de productivité et l'efficacité économique des entreprises. Pour d'autres, l'objectif de réduction des impacts environnementaux créerait des incitations à innover et induirait des gains de productivité qui permettraient de compenser, au moins en partie, les surcoûts d'adaptation environnementale. En tout état de cause, le bilan global, *i.e.* intégrant

les progrès environnementaux, doit être fait.

Les gains de productivité peuvent provenir, tout d'abord, d'une baisse des coûts de matières, d'une réduction des consommations d'énergie ou encore d'une diminution des coûts du capital et du travail. De tels effets ont été montrés dans d'autres industries, mais les impacts possibles de ces réductions de coûts sur l'efficacité du secteur agroalimentaire français sont encore, à notre connaissance, à évaluer.

L'autre voie est celle de la prise en compte des investissements environnementaux par l'aval des filières : la réalisation de ces investissements peut devenir une condition d'accès à certains marchés ou permettre de développer des stratégies de différenciation en direction des consommateurs. Sur ce dernier point, les évaluations réalisées conduisent à adopter une position mesurée. Jusqu'à présent, une fraction relativement faible de la population est prête à payer plus cher des produits plus respectueux de l'environnement (voir chapitre 2 pour un développement sur ce point). Dans certains cas, on constate que la mise en avant de la dimension environnementale induit une diminution de la disposition à payer les produits conventionnels, plutôt qu'elle n'accroît la disposition à payer les produits plus respectueux de l'environnement. Dans ce contexte, le développement de l'affichage environnemental des produits alimentaires pourrait avoir des impacts significatifs sur l'organisation industrielle du secteur, moins en modifiant les choix des consommateurs qu'en faisant de la dimension environnementale un levier de la concurrence entre les entreprises.

L'adaptation à ces nouvelles contraintes pose la question de l'évolution de la compétitivité des firmes au niveau national et international et partant des implications en termes de développement de ces filières et de l'impact sur l'emploi (les industries agroalimentaires constituent l'un des deux secteurs industriels les plus importants en Europe en terme d'emploi). Un axe de recherche important concerne les impacts des différentes contraintes de durabilité sur la productivité et la compétitivité des entreprises et des filières. Outre la mesure des effets des contraintes de durabilité sur la productivité, cela renvoie également aux questions de concurrence entre firmes exposées à des contraintes de différents niveaux, aux implications en terme d'emploi notamment.

Le partage de la valeur au sein des filières constitue également un enjeu fort, d'autant que les prix amont sont susceptibles de varier de façon plus importante que par le passé. Cela pose la question du partage des risques, de la transmission des chocs de prix au sein des filières, mais aussi de la pérennité des acteurs les plus faibles. Plus largement, il s'agit ici de mieux cerner la formation et la dynamique des prix au sein des filières et le partage de la valeur qui en découle. En particulier, il est nécessaire de mieux caractériser :

- la transmission des chocs de prix dans un contexte où l'on anticipe une plus forte variabilité des prix des produits agricoles. En particulier, il s'agit de mesurer dans quelle mesure la chaîne alimentaire lisse ou non les évolutions de prix en amont, l'effet à long terme de ces variations de court terme, mais aussi les impacts sur la viabilité des firmes aux différents niveaux en lien avec leur capacité à résister à ces chocs ;
- l'impact des stratégies des industriels et distributeurs en terme de fixation de standards privés sur les relations avec leurs fournisseurs amont (exclusion, renforcement du pouvoir de négociation…) ainsi que l'interaction entre ces choix privés et les politiques publiques de normalisation ;
- les stratégies des firmes agroalimentaires et de distribution pour leur accès à la clientèle (rôle des marques, possibilité d'accès direct à la clientèle par les firmes agroalimentaires…) et plus généralement l'analyse des relations de coopération, mais aussi de concurrence entre firmes agroalimentaires et distributeurs. Chacun de ces deux groupes d'acteurs a intérêt à ce que la taille du marché global soit la plus grande possible (coopération), mais aussi d'en récupérer la part la plus importante possible (partage de la

valeur). L'émergence de nouveaux circuits de distribution des produits alimentaires se place également dans ce contexte, qu'il s'agisse de circuits courts, de e-commerce ou de développement de magasins par les firmes agroalimentaires elles-mêmes ;

- plus généralement les attentes des pouvoirs publics en matière de durabilité semblent pousser les entreprises à aller dans cette direction et à mettre en avant leur responsabilité sociale. Sous quelles conditions et avec quels effets ?
- enfin, il s'agit d'évaluer (*ex ante* et *ex post*) les politiques publiques, qu'elles visent à intervenir sur l'offre (standards, réglementations) ou sur la demande (politiques d'information, d'étiquetage, taxes à la consommation), et de préciser leur capacité à accompagner, inciter, contraindre si nécessaire les changements requis en matière de durabilité de la consommation et de la production alimentaires. Globalement, on n'a pas eu jusqu'à présent de véritable politique alimentaire qui prendrait en compte les enjeux de durabilité y compris le rôle important de l'alimentation sur la santé. On a plutôt une juxtaposition de politiques (agricoles, environnementales…) n'ayant pas toujours de cohérence. Il y a donc lieu de se donner les moyens de définir le *policy mix* le plus adapté à une politique alimentaire durable.

3.3. Synthèse des questions à la recherche

Les contraintes de durabilité pourront-elles être satisfaites sans avoir à reculer sur certaines des contraintes intégrées précédemment ? Pourra-t-on y répondre par l'optimisation des technologies existantes ou faudra-t-il reconcevoir de façon plus fondamentale les procédés alimentaires et l'organisation des filières agroalimentaires ?

Existe-t-il des voies technologiques qui peuvent se passer du fractionnement et utiliser la matière première telle quelle ? Peut-on fonctionnaliser la matière première sans la fractionner pour éviter l'usage d'ingrédients et d'additifs ? Cela impliquera-t-il, pour les consommateurs, d'avoir à accepter une plus grande variabilité du produit final ? Face à l'évolution prévisible des marchés des matières premières alimentaires et en particulier au risque d'une variabilité accrue de leurs caractéristiques, comment les entreprises industrielles peuvent-elles faire face à un effet « nœud papillon » accentué, qui consiste à devoir gérer simultanément une plus grande variété des entrées tout en générant de façon maîtrisée des fonctionnalités variées pour le produit final ? Comprendre comment le procédé (y compris la formulation) peut contribuer à faire face aux enjeux de robustesse et de flexibilité devient une question à la recherche majeure.

Dans quelle mesure l'amont agricole peut-il retrouver une contribution à la création de la variété de produits ? Quelles caractéristiques « différenciantes » peuvent se jouer au niveau de l'offre agricole et quelles contributions de l'aval à travers des fonctionnalités additionnelles construites par les procédés ? Comment l'adaptation aux nouvelles contraintes peut-elle affecter la compétitivité des entreprises et l'emploi aux niveaux national et international ? Comment cette adaptation peut-elle aussi affecter le partage de la valeur et des risques, la transmission des chocs de prix au sein des filières, mais aussi la pérennité des acteurs les plus faibles ?

Quels effets ont ou pourraient avoir les politiques publiques, qu'elles visent à intervenir sur l'offre (standards, réglementations) ou sur la demande (politiques d'information, d'étiquetage, taxes à la consommation) ? Comment assurer la cohérence des politiques agricoles, nutritionnelles, environnementales… et quel *policy mix* peut apparaître comme le plus adapté à une politique alimentaire durable ?

Chapitre 6. Urbanisation et durabilité des systèmes alimentaires

Auteur : Carl Gaigné

Contributeurs : Danièle Capt, Elisabeth Faguer, Lise Frappier, Mohamed Hilal, Vincent Hovelaque, Tristan Le Cotty, Laurent Parrot, Bertrand Schmitt et Christophe Soulard

Pour traiter la question de la durabilité des systèmes alimentaires, la dimension spatiale mérite une attention particulière. D'une part, l'urbanisation croissante et l'étalement des villes dans les différentes parties du monde questionnent la durabilité des systèmes d'approvisionnement alimentaire des citadins. D'autre part, la manière dont les différentes activités des filières agroalimentaires se localisent affecte fortement les bilans environnementaux des systèmes alimentaires.

Ce chapitre se distingue de la littérature existante dans la mesure où la durabilité des systèmes alimentaires est analysée, d'une part, à travers l'approvisionnement des grandes agglomérations du monde et, d'autre part, car il s'intéresse aux stratégies de localisation des activités de production, de transformation et de distribution en lien avec la dynamique d'urbanisation.

1. Nourrir durablement les grandes agglomérations : un défi majeur

Les enjeux de la durabilité des pratiques alimentaires ne peuvent pas être convenablement appréciés sans prendre en compte les dynamiques spatiales des activités de consommation, distribution, transformation et production dans les différents pays du monde. D'un côté, les changements de régime alimentaire et des pratiques de consommation ont des impacts importants sur l'organisation spatiale des filières agricoles et alimentaires, et donc sur les émissions de gaz à effet de serre et les quantités consommées d'énergie liées aux flux des marchandises. Par ailleurs, le mouvement de concentration géographique de la demande alimentaire lié à l'urbanisation de l'humanité modifie fortement l'aire géographique et les modes d'approvisionnement en raison du développement de la grande distribution et réoriente l'usage des terres selon leur localisation. La tâche de nourrir toutes les villes du monde de façon adéquate constitue un défi requérant l'interaction coordonnée des producteurs, des transporteurs, des négociants et des innombrables détaillants de produits alimentaires.

L'accessibilité à une alimentation saine et en quantité suffisante devient un enjeu majeur pour les grandes agglomérations. Au moins deux raisons peuvent être avancées. Tout d'abord, des quantités importantes impliquant des surfaces agricoles non négligeables doivent être importées chaque jour pour nourrir les grandes agglomérations. En effet, pour nourrir des agglomérations d'au moins 10 millions d'habitants, comme Tokyo, São Paulo, Mexico ou la Région Île-de-France, environ 6 000 tonnes de nourriture doivent être importées chaque jour (FAO, 1998). Et, selon nos calculs, un Français a besoin en moyenne d'environ 0,18 hectare de culture et 0,12 hectare de prairie permanente pour se nourrir. Autrement dit, 3 millions d'hectares de terre agricole seraient nécessaires pour nourrir 11 millions de Franciliens, soit 6 fois la surface agricole utilisée en Île-de-France. Ensuite, en favorisant l'exclusion sociale et spatiale, l'urbanisation peut s'accompagner également d'une exclusion nutritionnelle, c'est-à-dire d'accès insuffisant à une alimentation satisfaisante permettant d'atteindre un état nutritionnel favorable à la santé. En effet, les zones concentrant des ménages aux revenus modestes au sein des grandes villes des pays riches concernent une partie non négligeable

de la population. Dans les pays en développement, cela peut atteindre des proportions plus importantes. On estime qu'environ un tiers de la population urbaine mondiale réside dans ce que l'on appelle un bidonville.

Le choix de privilégier une problématique urbaine s'explique par le poids croissant des villes dans le monde. Plus de la moitié de la population mondiale est aujourd'hui localisée dans une ville selon le dernier rapport des Nations Unies (United Nations, 2007). Même si l'on prend une définition stricte de la ville, près de 40 % de la population mondiale vit dans une agglomération de plus d'un million d'habitants. Le nombre d'agglomérations avec plus d'un million d'habitants a plus que doublé entre 1950 et 2007, passant de 181 à 414 agglomérations. Aujourd'hui, environ 1/6 du PIB mondial est localisé dans 25 villes (New York et Tokyo représentent 4 % du PIB mondial). Ce mouvement d'urbanisation se poursuivra dans les prochaines décennies. Toutefois, cette agglomération prend des formes différentes selon les continents. Dans les pays riches, si le taux d'urbanisation est élevé et stagne, on assiste à un mouvement d'extension spatiale des villes au détriment des terres agricoles. Selon les données disponibles de la FAO, l'Union européenne a perdu 30 millions d'hectares de surfaces agricoles entre 1961 et 2003, ce qui représente une perte nette annuelle de 770 000 hectares par an. En revanche, si les pays d'Afrique et d'Asie sont relativement moins urbanisés (la Chine et l'Inde accueillent tout de même environ 25 % des citadins de la planète), ces pays connaissent des évolutions de taux d'urbanisation très élevées. Le poids de la population urbaine dans la population totale en Afrique et Asie a été multiplié par 2,7 entre 1950 et 2007. Sur cette même période, le poids de la population urbaine en Afrique a augmenté à un rythme de 4,3 % par an en moyenne. Autre exemple venu d'Asie, Dhaka au Bangladesh, avec une population d'environ 9 millions d'habitants, croît à un taux annuel de 5 %, ce qui signifie 1 300 personnes supplémentaires par jour (selon les Nations Unies).

L'analyse du lien entre la durabilité des systèmes alimentaires et les grandes villes, leurs dynamiques et leurs formes doit prendre en compte les différences de contexte notamment entre pays développés, émergents et en développement où les problématiques urbaines et d'accessibilité ne se posent toujours pas dans les mêmes termes. Par exemple, si les différentes régions du monde s'urbanisent, cela n'implique pas mécaniquement une convergence des modes de vie et de développement. L'urbanisation rapide en Afrique est associée à un pouvoir d'achat qui est resté faible, voire qui s'est dégradé dans certaines villes. En conséquence, et du fait d'une croissance simultanée de la population rurale et de la population urbaine dans de nombreux pays d'Afrique, l'urbanisation en Afrique peut s'accompagner d'un développement de modes de vie de type rural, dans lesquels les ménages urbains sans travail ou avec de faibles rémunérations ont des activités agricoles pour de l'autoconsommation ou en dégager des revenus. Par ailleurs, des pays ont connu simultanément une urbanisation de leur économie et une augmentation du revenu moyen, faisant émerger de nouvelles pratiques de consommation ou de nouveaux systèmes alimentaires.

2. Urbanisation, alimentation et durabilité : quels enjeux ?

Si la notion de durabilité des systèmes alimentaires est récente, le lien avec l'urbanisation et la localisation des activités de consommation et de production de biens et services ne fait pas l'objet d'une littérature abondante. Toutefois, il existe une vaste littérature scientifique qui permet d'identifier les enjeux d'une alimentation durable liés aux dynamiques spatiales. Les travaux sur localisation, urbanisation et transport de marchandises apportent des éclairages intéressants sur les problèmes liés à la consommation d'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre (Cowell et Parkinson, 2003 ; Pretty et al., 2005). Cette problématique est

également évoquée à travers la littérature traitant du lien entre urbanisation, localisation résidentielle et mobilité des ménages. Toutefois, il ne faut pas réduire cette question aux seules distances parcourues par les produits (*food miles*) ou par les ménages. D'autres dimensions sont à intégrer. La littérature abordant les systèmes alimentaires permet de bien pointer d'autres enjeux pour les grandes agglomérations quant à la nature de leurs relations avec les territoires voisins dans une perspective de développement local soutenable et de sécurisation de l'approvisionnement alimentaire pour les citadins.

2.1. Localisation et transport des produits alimentaires

Si l'activité de production est la principale source d'émission de gaz à effet de serre, le transport y contribue également fortement. Deux exemples. Comme le rappelle une étude pour l'Ademe, le transport du yaourt consommé en Île-de-France (y compris la logistique) représente le tiers des émissions de gaz à effet de serre attribuées à ce produit (Rizet et Keita, 2005). Par ailleurs, selon le bilan carbone de la ville de Paris, le transport de marchandises à Paris contribue à hauteur de 27 % des émissions de CO_2. De manière générale, si la production agricole est source de diverses pollutions, le transport des marchandises agricoles et alimentaires génère également des nuisances environnementales significatives et consomme beaucoup d'énergie[10]. Le secteur agricole au sens large constitue le second plus grand demandeur de transport. Avec près de 57 milliards de tonnes-kilomètres (Mt·km), les flux de marchandises agricoles et alimentaires en France comptaient pour un cinquième du trafic routier intérieur en 2008. En terme de tonnage, les céréales d'une part et les biens regroupés sous l'appellation « autres légumes frais ou congelés et fruits frais » d'autre part font à peu près jeu égal, comptant chacun pour un tiers du poids total des biens agricoles. Concernant le trafic, en revanche, les fruits et légumes l'emportent très largement. Ils représentaient à eux seuls plus de 50 % des flux en 2005.

Augmentation des distances moyennes parcourues par les marchandises...

Il est admis que la croissance et l'évolution de la démographie ainsi que la baisse des prix de transport, l'amélioration des infrastructures de transport et l'accroissement de la vitesse de déplacement des marchandises au XX^{e} siècle a participé à l'augmentation du transport des produits agricoles et alimentaires, comme pour l'ensemble des produits manufacturés (Gaigné *et al.*, 2011). Une autre explication, moins connue, mais qui est loin d'être négligeable, réside dans l'évolution de la géographie économique qui a induit un accroissement des distances moyennes parcourues depuis 1975. Si le transport de marchandises en Europe n'a cessé de s'accroître depuis les années 1970 (en l'espace de 40 ans, le trafic est passé de 1 409 à 3 152 (Mt·km), soit une augmentation de 124 %), la distance moyenne des flux de transports terrestres s'est également accrue (quel que soit le mode de transport terrestre) de 37,5 %, passant de 72 à 99 km (Sauvant, 2002). Notons toutefois une relative stagnation des distances moyennes parcourues depuis 2000. Les produits agricoles et alimentaires sont également concernés par cet accroissement des distances moyennes parcourues sur une longue période. Les distances de transport de denrées alimentaires et produits agricoles ont augmenté de 17 % et 32 % depuis 1975. Cette augmentation est également observée en Allemagne, aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne.

[10] Le transport des marchandises et des personnes, on parle ici de l'ensemble du secteur transport, est une source importante et croissante d'émissions de gaz à effet de serre. Plus de 20 % des émissions de GES au sein de l'Union européenne et aux États-Unis sont dues à aux déplacements physiques des marchandises et des personnes. Plus inquiétant, cette part a augmenté de 28 % sur la période 1990-2006. Le transport sur route est responsable de 80 % des émissions de GES du secteur transport (dont les deux tiers sont imputables à l'usage de la voiture privée) (EEA, 2007 ; EPA, 2001 ; OECD, 2008a).

... et augmentation des distances moyennes par le transport routier

Selon Savin (2000), le transport routier a connu une forte augmentation en termes de la distance moyenne parcourue par les marchandises (de 50 à 85 km entre 1975 et 1995, soit plus de 70 %). Le transport de marchandises par rail a également connu une hausse de la distance moyenne parcourue, mais dans une moindre proportion (un accroissement de 22 %, soit une moyenne approximative de 350 km à la fin du XXe siècle). Notons que le transport fluvial a connu une légère baisse de 5,5 % de la distance moyenne (de 132 à 125 km). Concernant les denrées alimentaires et les produits agricoles, leurs distances moyennes parcourues en camion ont également pris de l'importance depuis 1975, une hausse respectivement de 33 % et 66 %, mais se distinguent par une baisse de la distance moyenne parcourue par le rail. Notons également que le transport des engrais, dont la distance moyenne parcourue tous modes confondus chute de 24 %, a connu une très forte progression par la route (+ 73 %). Par ailleurs, le transport international de produits agricoles et agroalimentaires effectué par les camions français a pratiquement triplé entre 1975 et 1995. La distance de transport international des produits agroalimentaires augmente peu par la route (+ 2 %), mais chute de 27 % par le rail. Pour les produits agricoles, on constate une hausse pour les deux modes principaux, respectivement de + 32 % et + 9 %.

Plusieurs raisons peuvent être avancées à l'accroissement des distances moyennes parcourues par les marchandises. Tout d'abord, l'évolution des comportements de consommation alimentaire constitue l'une des principales causes de l'allongement manifeste des distances de transport. La géographie économique s'est également modifiée à travers : i) les modifications de la localisation des activités modifiant la spécialisation des territoires et l'éclatement spatial des grandes entreprises et ii) les modifications de la gestion logistique.

... liées aux modifications des pratiques alimentaires

La demande en biens agricoles s'est conjointement intensifiée et diversifiée. Par conséquent, le volume et la longueur des flux ont augmenté de manière considérable. Pour les mêmes raisons, l'urbanisation croissante dans les pays en développement se traduit par une hausse des distances moyennes parcourues par les denrées agricoles. Comme la concentration spatiale des populations s'accroît, plus de nourriture devrait être transportée pour satisfaire les besoins des ménages urbains, générant plus de pollution liée au transport des marchandises. Par ailleurs, l'urbanisation peut s'accompagner d'une élévation des revenus pour une part importante de la population urbaine comme on a pu l'observer dans de nombreux pays développés, ce qui entraînera une hausse de la demande alimentaire et une modification de la nature des biens alimentaires souhaités. L'émergence de cette demande de nouveaux produits se traduira par une importation de produits en provenance de régions de plus en plus éloignées, générant encore plus de transport. De plus, l'urbanisation et l'accroissement des revenus peuvent accroître la part des produits transformés dans la consommation des ménages urbains, favorisant encore plus le transport des marchandises (en raison du nombre relativement plus élevé de biens composant le produit transformé).

... mais aussi liées à la spécialisation des territoires

Paul Krugman (1995) montre pourquoi, depuis la révolution industrielle, le développement économique est inégalement réparti dans l'espace. L'agglomération des activités et la spécialisation des territoires résultent de la combinaison des économies d'échelle (plus on produit, moins cela coûte par unité produite), la baisse des coûts de transport et de la mobilité des travailleurs, du capital et des fournisseurs. Sans nier le rôle des ressources disponibles, l'existence de gains tirés de la concentration géographique de la production devient un élément central pour expliquer le développement des régions. L'idée est simple : les

fournisseurs sont incités à se localiser près de leurs clients pour diminuer leurs prix, grâce à de moindres coûts de transport des marchandises. Cette baisse suscite une demande plus élevée et permet donc de produire à plus grande échelle. Accroître le niveau de production fait baisser les coûts moyens en raison des économies d'échelle. Production en hausse et coûts moyens de production en baisse permettent de réduire les prix. En retour, les transformateurs sont incités à se rapprocher géographiquement des fournisseurs. Leur regroupement géographique permet de réduire le prix des biens intermédiaires, les délais de livraison du bien ou du service et d'obtenir plus facilement les caractéristiques précises du produit souhaité. Ainsi, un transport moins cher, plus rapide, plus efficace a stimulé les échanges (Combes et Lafourcade, 2005) et a favorisé la spécialisation qui a entraîné à son tour les économies d'échelle et la spécialisation des régions. Ces mécanismes expliquent assez bien par exemple la spécialisation de la Bretagne dans les industries liées aux productions animales. Certes, l'abondance de la main-d'œuvre et son faible coût – arguments souvent avancés – ont pu, à l'origine, contribuer au développement de cette filière animale en Bretagne. Ce qui est important ici concerne les mécanismes expliquant le renforcement de la spécialisation de la Bretagne dans cette filière animale, en raison des économies d'échelle et de la proximité géographique entre les firmes. D'une manière générale, de nombreux travaux montrent qu'un léger avantage peut générer un processus d'agglomération d'activités impliquant une forte spécialisation d'un territoire. Les économies d'échelle et les interdépendances entre les firmes sont au cœur de l'explication. D'autres avantages liés à la concentration géographique des activités ont été identifiés. La proximité spatiale des producteurs appartenant au même secteur d'activité induit des contacts fréquents entre les cadres ou les décideurs. La transmission d'informations sur les marchés ou aux fournisseurs ainsi que sur les innovations techniques ou organisationnelles est donc facilitée. Des contacts fréquents permettent également aux fournisseurs ou aux clients de bâtir des relations de confiance, essentielles lorsque les contrats ne peuvent pas prévoir l'ensemble des clauses possibles. De même, de nombreuses études montrent que la proximité géographique des lieux de recherche publique favorise la transmission de leurs résultats (Fujita et Thisse, 2002). Autrement dit, l'efficacité d'une entreprise s'améliore avec la densité des firmes du territoire où elle se situe. Par ailleurs, il est utile de noter que la concentration géographique des firmes permet de tirer profit d'un bassin d'emploi dense. Du fait d'un large éventail de qualifications, un employeur cherchant à pourvoir un emploi vacant bénéficie d'une plus forte probabilité de trouver un salarié doté des compétences requises et, réciproquement, les travailleurs ont plus de chance de trouver un emploi permettant de valoriser toutes leurs compétences. Il en résultera des niveaux de productivité plus élevés. L'existence d'un marché du travail local dense favorise aussi la mobilité des travailleurs entre les firmes. En changeant d'employeur, ces travailleurs favorisent la circulation des connaissances entre les entreprises implantées dans un même territoire.

Ainsi, les distances parcourues par les produits se sont accrues non seulement en raison de la baisse des prix du transport au XX^{e} siècle, mais aussi aux gains liés, d'une part, aux économies d'échelle et à la proximité géographique pour exploiter les économies d'agglomération et, d'autre part, à la division spatiale du travail pour mieux exploiter les avantages comparatifs des différents bassins de production. Par ailleurs, une étude récente montre que l'accroissement de la concurrence internationale a induit une réallocation spatiale de la production agroalimentaire qui s'éloigne des bassins de consommation, augmentant ainsi les distances parcourues par les biens agroalimentaires pour nourrir les grandes villes (Bagoulla *et al.*, 2010).

... et à l'évolution des stratégies industrielles

Ces dernières décennies s'est également développée une spécialisation fonctionnelle des

territoires en raison des modifications des stratégies industrielles des transformateurs et des distributeurs. On peut penser par exemple à une division fonctionnelle du travail entre les régions urbaines et rurales. Les fonctions stratégiques (recherche et développement, marketing, etc.) des entreprises sont localisées dans les grandes agglomérations, tandis que les unités de production sont implantées dans des territoires beaucoup moins urbanisés (Fujita et Thisse, 2002). Les entreprises bénéficient ainsi des avantages de la grande ville pour les fonctions stratégiques, sans subir les coûts urbains qui pénalisent principalement les activités liées à la production. Par ailleurs, la proximité géographique entre les établissements de production et ceux qui accueillent les fonctions stratégiques facilite les déplacements fréquents nécessaires aux échanges entre les lieux de décision et d'exécution. Autrement dit, les flux des marchandises et des salariés au sein des entreprises ont vraisemblablement fortement augmenté ces dernières décennies.

Depuis le milieu des années 1990 a également émergé la notion de logistique globale (*supply chain*) qui représente l'ensemble des entreprises, fournisseurs-clients-distributeurs, qui interviennent dans le processus de fabrication, de distribution et de vente (Melo *et al.*, 2009). Deux notions principales définissent la logistique : celle de flux physique et celle de flux d'informations. Tous secteurs industriels confondus, les entreprises consacrent en moyenne 10 % de leur chiffre d'affaires à la logistique (y compris le transport), même si une forte disparité existe (moyenne de 13 % pour les industries agroalimentaires). Dans le domaine alimentaire, la logistique a fortement évolué dans sa structuration (stockage, entreposage, transport) et dans sa dimension stratégique (source d'amélioration des coûts de revient). Ces évolutions sont liées essentiellement à l'organisation de la grande distribution[11]. Tout d'abord, le maillage de la distribution sous forme d'entrepôts et de plate-formes a profondément modifié la géographie des flux des produits alimentaires. Ensuite, le mode de gestion en flux tendus s'est fortement imposé, induisant plus de transport de marchandises. En effet, dans la gestion des flux entre acteurs, les stratégies de minimisation de stock ont conduit à une augmentation de la fréquence de livraison entre fournisseurs et clients. Ainsi, le transport est devenu un maillon central dans l'optimisation de la chaîne logistique. Les grands axes de recherche mettent en avant l'optimisation du chargement[12] (impact sur le coût unitaire et sur le nombre de camions nécessaires[13]). Par ailleurs, la gestion des tournées urbaines a évolué avec la prise en compte de nouveaux moyens de transport. Grossièrement, la massification du transport jusqu'à la périphérie des grandes villes s'est imposée ainsi que l'approvisionnement des magasins par une flotte de véhicules légers (parfois électriques).

Augmentation de la mobilité des personnes au sein des villes

Si le rapport à l'espace des activités de production et de distribution a fortement évolué, il en est de même pour les ménages. La dissociation croissante des lieux de résidence, des lieux de travail, des lieux de consommation et des lieux d'approvisionnement a fortement contribué à l'accroissement de la mobilité des personnes. En 20 ans, on a assisté à une hausse de 20 % de la distance moyenne parcourue par les ménages dans l'ensemble des régions françaises. Les déplacements quotidiens se faisant à budget temps constant, leurs portées spatiales sont une fonction de la vitesse de déplacement. Dans toutes les villes du monde, quel que soit le niveau de développement, le temps de déplacement quotidien moyen est approximativement d'une heure et le budget monétaire de 5 % pour les ménages non motorisés et de 15 % pour les ménages motorisés. Dans ces conditions, l'amélioration des vitesses de transport ne réduit pas la durée des déplacements, mais permet d'aller plus loin.

[11] Plus de 75 % des produits alimentaires transitent par la grande distribution.
[12] En 2005, le transport à vide représentait plus de 25 % en moyenne du trafic poids lourds.
[13] Dans les linéaires, les ruptures moyennes dues à une pénurie de camions s'élèvent à environ 9,5 %.

En 2008, la distance moyenne par déplacement est d'environ 8 km selon les enquêtes transports et déplacements 2007-2008 (Hubert, 2009). Les individus effectuent en moyenne 3,15 déplacements locaux quotidiens (moins de 80 km autour de leur domicile) et y consacrent 56 minutes de leurs temps. Les temps de déplacements consacrés à l'approvisionnement du foyer (les courses) représentent environ 10 minutes, ce temps étant plus long pour les personnes sans activité professionnelle (environ 15 minutes). La voiture est utilisée dans 65 % des déplacements locaux, ce qui représente en moyenne deux déplacements quotidiens par personne. La hausse de la distance moyenne parcourue par les ménages est plutôt localisée dans les petites villes et les villes moyennes que dans les grandes agglomérations : on constate une hausse de plus 26 % entre 1994 et 2008 dans ces villes. Concernant les pays en développement, l'accroissement des distances moyennes parcourues par les ménages est exponentiel en raison d'une urbanisation rapide et d'un développement des métropoles souvent pas ou mal contrôlé. Dans beaucoup de pays en développement, l'extension spatiale des villes augmente rapidement et l'usage de la voiture s'accroît encore plus vite. La maîtrise de l'aménagement urbain est un véritable enjeu pour maîtriser les flux de déplacement des personnes.

Enfin, la localisation des commerces est également un facteur important à prendre en compte lorsque l'on analyse le rôle de l'organisation spatiale d'une grande agglomération. Par exemple, dans la Région Île-de-France, l'offre commerciale est inégalement répartie sur le territoire. Les grandes surfaces (avec plus de 300 m^2 de surface de vente) totalisent 7 millions de m^2 en 2003 (dont 1/3 pour l'alimentaire) et sont implantées pour plus de la moitié des surfaces en grande couronne (57 %). Pour les équipements à vocation commerciale, il y aurait donc des déséquilibres territoriaux persistants en terme de desserte de proximité, en particulier pour les territoires fragilisés situés hors agglomération. Un maillage commercial, notamment alimentaire, équilibré à l'échelle des bassins de vie serait à privilégier, en intégrant les objectifs d'aménagement durable du territoire (localisation dans le tissu urbain, en limitant le développement continu le long des axes…) et, plus respectueux de l'environnement, y compris en terme de rationalisation de la chaîne logistique (Anderson *et al.*, 2005).

2.2. Urbanisation, systèmes alimentaires et politiques publiques

Depuis la seconde moitié du XX^{e} siècle, la question alimentaire a été de moins en moins visible dans l'hémisphère Nord tellement l'assurance d'une alimentation garantie par le système agro-industriel était devenue une évidence (Morgan et Sonnino, 2010). *A contrario*, ce ne fut pas la situation au Sud où le spectre de la famine et de la malnutrition continua à toucher une part importante de la population (Collier, 2007 ; FAO, 2009). La crise alimentaire de 2008 et la hausse des prix des céréales, ainsi que l'inquiétude de la capacité de l'humanité à nourrir plus de 9 milliards d'habitants d'ici 2050, ont changé la donne. L'importance et la rapidité de ces transformations poussent certains auteurs à qualifier la période actuelle de transition de régime alimentaire, caractérisée par l'expérimentation incertaine et contestée d'une nouvelle équation alimentaire mondiale (Friedmann, 2009). Les décideurs publics de nombreux pays se sont approprié la question de la sécurité alimentaire (cette question est au cœur des discussions entre les pays du G20 en 2011). De même, des pays riches, mais dépendant pour leur alimentation, comme les pays du Golfe et d'Asie, ont développé des stratégies de colonisation alimentaire de pays pauvres (Blas, 2009 ; Cotula *et al.*, 2009 ; von Braun et Meinzen-Dick, 2009).

Les villes sont concernées au premier chef car elles concentrent désormais la majeure partie de la population mondiale. La FAO (2010) a inscrit dans ses plans récents l'action « des aliments pour les villes » comme domaine prioritaire. La question alimentaire les concerne *via* la gestion des ressources rares (sols agricoles, énergie, eau), mais aussi par le fait que les

villes sont des lieux privilégiés d'expression des citoyens. C'est pourquoi beaucoup de grandes villes dans le monde (comme New York et Londres) se sont également approprié cette question (Morgan, 2009). Selon Morgan (2010), la mobilisation des villes sur les questions alimentaires est d'abord apparue par celles de la santé des habitants et tend à s'élargir aujourd'hui à des approches holistiques englobant les dimensions d'environnement et d'équité. Certaines métropoles mondiales ont développé de véritables stratégies agroalimentaires, à l'image de la ville et du comté de San Francisco qui a édicté onze principes pour une politique alimentaire saine et durable (Newsom, 2009)

Quelle place pour l'offre alimentaire de proximité ?

Les politiques alimentaires des villes qui se préfigurent aujourd'hui réinterrogent les dynamiques des systèmes alimentaires. Le « troisième âge » des systèmes alimentaires de Malassis (1996), caractérisé par la prédominance du système alimentaire agro-industriel ou agrotertiaire, s'il a permis de remarquables avancées en termes de prix et de sûreté sanitaire des produits, génère des externalités négatives qui, à terme, peuvent menacer l'équilibre alimentaire des populations et le bilan écologique de la planète (selon le rapport de la ville de Londres, plus de 40 % de l'empreinte carbone de la ville serait imputable à son système alimentaire) (London Developement Agency, 2006). La prise en compte de la durabilité des systèmes alimentaires invite à repenser le système actuel et les relations entre les villes et les industriels de l'alimentation ou à explorer des voies alternatives. Ces nouvelles voies amènent à discuter non seulement des systèmes productifs et de commercialisation plus courts et plus diversifiés, de leurs liens avec le territoire, mais aussi des modes de gouvernance à l'échelle régionale, nationale et internationale.

Dans cette veine, de nombreux travaux portent sur les *local food systems* – proches des travaux développés depuis les années 1980 en Europe et Amérique latine sur les Syal (Systèmes agroalimentaires localisés)(Muchnik *et al.*, 2008 ; Perrier-Cornet, 2009) – et, plus récemment (depuis le début des années 2000), sur la relocalisation ou rerégionalisation des systèmes alimentaires, une question qui a pris une importance croissante dans la littérature scientifique, le débat public et les politiques publiques, principalement dans les pays à haut niveau de revenu. Ces travaux abordent peu la question urbaine directement, mais permettent de poser les termes du débat sur les liens entre les systèmes alimentaires locaux et les dynamiques d'urbanisation, et de cerner l'état des connaissances. Nombre de ces travaux soulignent l'ambiguïté de la notion de local ou régional associée aux notions de produit, système ou filière, alternatif ou conventionnel, équitable ou environnemental (Brown et Miller, 2008 ; Donald *et al.*, 2010 ; Feagan, 2007 ; Ilbery *et al.*, 2005) et ont surtout pour objet d'identifier et clarifier les termes du débat et de la controverse sur ces systèmes, ce qui constitue un préalable pour mesurer l'importance de ces systèmes et de leur évolution (Darby *et al.*, 2008 ; Hardesty, 2008). Le débat porte sur ce qu'est un produit local ou régional et sur la question des caractéristiques et performances des systèmes locaux comparées à celles du système alimentaire dominant, conventionnel.

Ainsi, le premier point en débat, celui de la définition du champ des produits locaux (régionaux), part du constat que, contrairement à la notion de produit biologique, il n'y a pas de définition légale ni universellement acceptée de ce qu'est un produit local (régional). C'est d'abord un concept géographique qui se réfère à la distance entre producteurs et consommateurs de denrées alimentaires, mais les points de vue sur les frontières du local (régional) varient beaucoup selon les zones, les consommateurs et entre produits, selon que ces derniers soient frais (périssables) ou transformés. En outre, la proximité géographique n'est qu'une des composantes de la définition des produits locaux, telles qu'elles ressortent des nombreux travaux menés dans différents pays développés sur les perceptions et motifs

qui guident les consommateurs dans leurs choix de consommation alimentaire, leurs pratiques d'achat et leur consentement à payer les produits locaux. Les motifs de consommation de produits locaux sont très variés (Carpio et Isengildina-Massa, 2009) : les consommateurs accordent de l'importance à la qualité de ces produits (fraîcheur, goût) qu'ils associent aux méthodes de production et de transformation, et sont sensibles aux questions de santé, d'environnement et d'éthique (soutien aux producteurs locaux et au commerce équitable).

En relation avec ces caractéristiques supposées des produits locaux, le deuxième point en débat porte sur la distinction de différents types de systèmes de produits locaux, opposant les circuits courts aux circuits longs. Les notions de circuits courts *vs* circuits longs ne sont pas l'objet d'une définition unique, partagée. Une première définition des circuits courts de produits locaux porte sur la réduction du nombre d'intermédiaires entre producteurs et consommateurs, considérée comme associée à la proximité géographique : ces circuits comprennent toutes les formes de vente directe, voire les formes de vente indirecte avec un intermédiaire. Le nombre d'exploitations pratiquant la vente directe au consommateur et la part de marché des produits vendus a augmenté au cours de la décennie passée, certes de manière variable selon les pays et les territoires (Capt, 2008 ; Capt et Wavresky, 2010) (Martinez *et al.*, 2010), mais ce segment ne représente qu'une faible part des échanges agricoles. Une deuxième définition considère la seule proximité géographique de la zone de production des produits locaux et de la zone de consommation : dans ce cas, sont également pris en compte les systèmes de produits locaux comportant plus d'un intermédiaire entre producteurs et consommateurs (produits labellisés ou non). Les enjeux de l'adoption de telle ou telle définition ne sont généralement pas clairement posés dans les travaux.

La littérature sur les systèmes de produits locaux souligne que la durabilité des politiques alimentaires des villes ne doit pas se résumer à l'approche par les *food miles*, mais englober également d'autres dimensions (Carlsson-Kanyama *et al.*, 2003 ; Coley *et al.*, 2009). Si la politique alimentaire a une dimension locale, par le maintien d'un potentiel de production agricole dans les régions urbaines, elle doit avoir une dimension globale. Différentes raisons peuvent être avancées. Nous en retenons trois. En premier lieu, pour des raisons stratégiques, les agglomérations urbaines ont intérêt à diversifier leurs sources d'approvisionnement. En achetant des produits alimentaires en provenance de différentes régions, les villes réduisent les risques de pénurie. En deuxième lieu, quand bien même la proximité géographique peut réduire les problèmes environnementaux liés au transport (un impact toutefois controversé), le bilan écologique peut être au final négatif. En effet, les nuisances environnementales liées à la production varient dans l'espace pour un même produit. Il peut être préférable d'importer certains produits car les conditions de production dans d'autres régions sont plus favorables pour l'environnement. Les gains écologiques sont d'autant plus importants si les importations se font par des modes de transport moins polluants. En troisième lieu, la dimension éthique est importante. L'acquisition de produits alimentaires dans le cadre du commerce dit équitable l'illustre bien. Morgan et Sonnino (2010) parlent dans ce cas de localisme cosmopolite incluant la diversité ethnique et culturelle des villes – un localisme ouvert, multiculturel et inclusif –, qu'ils opposent à un localisme défensif. La ville apparaît alors duale, incluant un espace frontière ouvert sur la périphérie rurale et doté d'une identité territoriale et un espace réseau incluant les pays et régions d'origine des diasporas urbaines.

Les relations entre urbanisation et systèmes alimentaires sont aussi décrites par leur ambivalence, le développement urbain pouvant être à la fois être destructeur d'agriculture et moteur de son développement (Bricas et Seck, 2004). Un débat porte sur le poids actuel et futur de l'agriculture intra et périurbaine dans la sécurité alimentaire mondiale. Mis en avant

par la FAO (2009), le rôle alimentaire de l'agriculture périurbaine est également démontré par des enquêtes. Par exemple, Havaligi (2009) qui a enquêté des producteurs et fermiers autour de San Francisco et autour de Bangalore, et des agriculteurs urbains en Californie, à Vancouver, Mumbai, Sydney et Adelaïde, mais aussi à des consommateurs aux États-Unis, au Canada, en Inde et en Angleterre, montre que l'agriculture urbaine contribue à l'adaptation au changement climatique et constitue un outil efficace pour assurer la sécurité alimentaire des villes. Cependant, peu de travaux articulent les niveaux locaux et globaux des systèmes alimentaires, même si tous insistent sur la nécessité d'une gouvernance multiniveaux.

Le cas des villes dans les pays des Suds

Les dynamiques d'urbanisation peuvent jouer un rôle important dans le développement de la production agricole et sa localisation à travers la demande alimentaire (Boserup, 1975) ou le marché du travail (Ruttan, 2002). C'est le cas actuellement dans les pays où l'alimentation de villes à croissance rapide dépend de la capacité de réponse de l'agriculture locale et des marchés internationaux à l'accroissement des pôles urbains (De Bon *et al.*, 2010). L'effet d'entraînement de l'offre locale (productivité, surfaces, population rurale) par l'urbanisation s'observe pour certaines productions, notamment le maraîchage, et dans certains pôles urbains, comme Lagos, Abidjan, Nairobi (Pingali *et al.*, 1987), mais n'est pas une règle systématique. Lorsque cet effet d'entraînement local est observé, il peut prendre la forme d'une agriculture périurbaine (Dury *et al.*, 2004 ; Temple et Moustier, 2004), voire urbaine (par exemple dans l'Afrique de l'Est, entre 17 et 36 % des populations urbaines ont une activité de production agricole ou d'élevage ; Lee-Smith, 2010) ou de bassins de production dont la localisation est déterminée par un ensemble de facteurs dont le développement de villes (Bricas et Seck, 2004). Parmi ces déterminants, le coût de transport, et plus généralement, « la tension de marché » qui reflète la force de l'interaction entre la demande alimentaire urbaine et l'offre agricole locale semble jouer un rôle important. La diffusion de la technologie semble un facteur favorable au développement de la productivité et du revenu agricole près des villes (Tauriainen et Young, 1976). Le climat institutionnel du pays semble également jouer un rôle important, *via* la propension des producteurs à investir dans l'agriculture vivrière (Hayami et Ruttan, 1985).

Inversement, le développement des villes peut aussi avoir des effets d'éviction des agriculteurs, par compétition pour l'usage des terres. Mais la contribution respective de ces différents facteurs au développement constaté des bassins de production y compris en Afrique de l'Ouest, à leur durabilité, aux modalités de cette croissance agricole (extensification/intensification) et à la sécurité alimentaire des villes à croissance rapide n'est pas clairement établie. Il n'est probablement pas possible de juger de la durabilité du mode d'approvisionnement des villes au regard de la localisation de la production agricole, mais on peut imaginer que les crises alimentaires et les réponses possibles aux chocs économiques seront influencées par le mode d'approvisionnement.

Une illustration pour les pays du Nord : la stratégie de la Région Île-de-France

La stratégie de la Région Île-de-France est également une illustration intéressante dans la perspective d'une politique locale alimentaire à mettre en œuvre. Il s'agit d'une préoccupation récemment mieux prise en compte. À titre d'illustration, depuis mars 2010, l'agriculture est apparue dans les attributions de la vice-présidente en charge de l'environnement, de l'agriculture et de l'énergie. Le Conseil régional consacre chaque année près de 10 millions d'euros pour le soutien à l'agriculture et à l'agroalimentaire. L'enjeu de l'alimentation est vital pour l'ensemble de la population d'Île-de-France, région de 11 millions d'habitants, fortement urbanisée, mais dont 50 % du territoire est constitué d'espaces agricoles. Pour comprendre comment l'Île-de-France s'approprie cette problématique, il faut se pencher sur le projet de

schéma directeur de la Région Île-de-France (Sdrif) – un document de planification obligatoire d'échelle régionale. La question de l'alimentation ne fait pas l'objet d'un axe particulier dans le Sdrif. Toutefois, nourrir 11 millions de Franciliens fait partie intégrante des défis pour une Île-de-France durable. Il est par ailleurs intéressant de rappeler que l'Île-de-France n'a jamais été autosuffisante du point de vue des denrées alimentaires : nombre de denrées sont toujours venues du reste de la France ou de lointaines contrées (café, cacao, fruits exotiques, épices…). L'engouement actuel pour redévelopper une agriculture dite vivrière ou alimentaire de proximité ne doit pas laisser penser que l'Île-de-France peut aujourd'hui tendre vers l'autosuffisance. En revanche, préserver les terroirs qui peuvent encore l'être, voire en développer de nouveaux, créer et soutenir des filières de proximité semble tout à fait intéressant d'un point de vue traçabilité, diversification, paysage, services, multifonctionnalité, savoir-faire, variétés locales, emplois locaux… Cela peut enrichir la réflexion sur la réduction d'émission des gaz à effet de serre, les modes de production et les circuits de distribution.

3. Questions à la recherche

Le potentiel de recherche est élevé car il existe peu de travaux scientifiques traitant frontalement le lien entre alimentation durable et dynamiques spatiales. Malgré l'intérêt supposé croissant pour une agriculture de proximité de la part des consommateurs, mais aussi des autres acteurs du système alimentaire (commerces, restauration collective…), ainsi que des programmes gouvernementaux et des collectivités territoriales, les travaux de recherche sont encore peu nombreux et peinent à donner une vision d'ensemble de l'importance des évolutions en cours, de la diversité des systèmes alimentaires, des facteurs qui les influencent, de leur impact en terme de développement durable et de leurs liens à l'espace. Nous proposons dans ce qui suit quelques orientations de recherche autour de deux axes majeurs.

3.1. Axe 1. Impacts d'une hausse du prix de l'énergie sur la localisation des différentes activités agroalimentaires et, en retour, sur la durabilité des systèmes alimentaires dans un contexte d'urbanisation croissante

S'il existe de nombreux travaux sur les déterminants de la localisation des (Fujita et Thisse, 2002 ; Melo *et al.*, 2009), les enjeux identifiés dans la partie précédente montrent bien l'importance de mener des recherches sur les facteurs de localisation des productions agricoles et agroalimentaires en jeu dans l'évolution des comportements des consommateurs, des stratégies d'approvisionnement des distributeurs et de la restauration collective auprès des transformateurs (approvisionnement de proximité, national ou international) tenant compte des diverses dimensions (environnementale, sociale, économique, sanitaire, nutritionnelle) d'une alimentation durable. Peu de recherches explorent les interactions entre alimentation, localisation et environnement. Il s'agit ainsi de mener des recherches sur la localisation relative des activités de production, transformation et distribution à différentes échelles spatiales (locale, nationale, internationale) et les flux et modes de transport, en tenant compte de l'impact du prix de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Ces facteurs sont-ils favorables ou non au développement d'une agriculture de proximité, à un approvisionnement en produits locaux ? Faut-il associer ou dissocier les lieux de production et de consommation ? Faut-il spécialiser ou diversifier les territoires ? Quels impacts de la valorisation des déchets sur la localisation des filières agroalimentaires ? L'approche de l'impact environnemental de la structuration spatiale des systèmes alimentaires ne peut toutefois se cantonner à l'approche des *food miles*, car sont également concernées les technologies de production agricole comme de transformation et leurs effets plus ou moins

polluants selon leurs localisations, favorables ou non à la biodiversité, au bien-être animal, sur la consommation en eau et la gestion des déchets…

La gestion de la logistique est une dimension importante car elle est liée à la durabilité de la chaîne de valeur (*sustainable supply chain*, *green logistics*)[14] (Fritz et Schiefer, 2008 ; Smith, 2008). Le rôle de la structure de la distribution dans les villes (notamment son dernier maillon, « les cinq derniers kilomètres ») et de la logistique est particulièrement central, en tant que lien essentiel entre les zones de production agricole, les lieux de transformation et de consommation. Récemment, la grande distribution tente de réinvestir les villes (remise en cause du schéma d'hypermarché des années 1980). Dans ce contexte, la logistique urbaine apparaît comme un facteur essentiel de prise en compte de la dimension environnementale par les acteurs privés. De manière plus générale, les *Low Carbon Strategies* vont vraisemblablement modifier la structure des systèmes de distribution des marchandises, la localisation des firmes ainsi que les comportements des consommateurs. La coordination parmi les nombreux transformateurs de petite taille servant les mêmes lieux de distribution (incluant la restauration collective) pour réduire les flux de transport est un enjeu important. La mutualisation de la logistique entre des acteurs parfois concurrents soulève des questions importantes. Sur quels critères la collaboration se met-elle en place (quantité, modes de transport, lieux de stockage, prise en compte des émissions de gaz à effet de serre…) ? Quels mécanismes bloquent le développement de partenariats vertueux ? Par ailleurs, les effets environnementaux des systèmes d'organisation sont également à prendre en compte. L'intégration verticale et horizontale des entreprises génèrent-elles moins de déplacements ? En effet, l'intégration verticale incite, d'un côté, à rationaliser les flux de transports, mais, d'un autre côté, à accroître les aires d'approvisionnement et de vente (les charges fixes liées à l'activité d'exportation et d'importation peuvent être plus facilement amorties). De même, l'intégration horizontale dans la distribution peut générer moins de points de vente, induisant plus de déplacements des consommateurs, mais moins de déplacement des marchandises. La question de la propriété de la marchandise lors de son déplacement (entre le producteur ou le transformateur et le distributeur) est importante pour ses implications en termes de durabilité et de gestion des pertes. Les transformateurs éloignés des lieux de la distribution sont incités à stocker leurs marchandises à proximité des distributeurs afin d'anticiper les demandes. Cette volonté de réactivité peut générer des pertes plus ou moins grandes selon les produits. De manière générale, existe-t-il une antinomie entre stocks et pertes ? Comment maîtriser ces deux paramètres dans la gestion logistique ? Ces questions concernent ainsi autant les systèmes en circuits de proximité que ceux en circuits longs.

Il convient également d'intégrer les effets de la relocalisation des productions agricoles sur le processus d'intensification des terres agricoles à proximité des villes dans les pays du Nord et des Suds. Peu d'information existe sur la dynamique de l'agriculture urbaine. Pour les pays des Suds, le constat global est le suivant. S'il n'existe plus guère de manœuvre pour une exploitation de terres arables supplémentaires en Asie, il n'en va pas de même en Afrique et en Amérique latine. En effet, 80 % des réserves des terres arables se situent sur ces deux continents. Ceci explique sans doute pourquoi les processus d'intensification, notamment en Afrique, ne sont structurellement pas aussi décisifs qu'en Asie. Cependant, l'urbanisation perturbe cette donnée par une répartition déséquilibrée des populations entre zones reculées et zones intégrées aux marchés, où la pression pour une intensification agricole est prononcée (De Bon *et al.*, 2010). Quelle est la durabilité de l'agriculture dans ce contexte ?

La ressource en eau mérite une attention particulière. L'eau intervient tant dans la production

[14] On peut déjà observer dans la littérature des modèles de conception et de planification de réseaux logistiques qui intègrent des fonctions d'évaluation de l'empreinte carbone.

agricole que dans l'industrie agroalimentaire et comme élément constitutif de l'alimentation. Sa disponibilité quantitative et qualitative doit être intégrée dans l'analyse des dynamiques spatiales. Si, à proximité des grandes agglomérations, les terres agricoles s'orientent vers le maraîchage et se développent des industries agroalimentaires (secteur très consommateur d'eau même si les procédés ont des marges d'économie importantes), les besoins en eau seront importants. La gestion durable de l'eau par les grandes agglomérations est une question importante dans une perspective de sécurisation des approvisionnements et d'autonomie régionale de production. Le principe de proximité (collecte, traitement et rejets), la protection des zones de captage et l'accès équitable aux ressources en eau, en qualité et quantité deviennent des enjeux importants.

3.2. Axe 2. Quels avantages/inconvénients relatifs (environnementaux, sociaux, économiques, sanitaires, pertes/déchets) de différentes organisations spatiales de systèmes alimentaires (circuits courts *vs* circuit long notamment) pour nourrir les agglomérations ?

La notion même de système alimentaire (filière, *supply chain, value chain*) et la caractérisation de la diversité des systèmes (distinctions entre système agro-industriel et systèmes alternatifs, selon la diversité des attributs de différenciation des produits – conventionnels, indications géographiques, labels, commerce équitable…– et selon la proximité ou non entre production et consommation, le nombre d'intermédiaires, opposant produits locaux ou non, circuits courts et circuits longs, etc.) demeurent objet de débats et de controverses scientifiques. Ils constituent toutefois une base indispensable pour appréhender finement les évolutions en cours entre des configurations d'acteurs organisés autour de produits différenciés et formuler les questions de recherche qu'ils posent au regard des diverses dimensions (environnementale, économique, sociale, sanitaire, nutritionnelle) en jeu dans une alimentation durable (voir le chapitre 2).

Partant de l'hypothèse, dans ce chapitre, que les enjeux de durabilité conduisent (conduiront) les villes à maintenir des sources diversifiées d'approvisionnement en produits alimentaires, pour des raisons de diversité des préférences des consommateurs et de sécurité alimentaire, tout en recherchant un approvisionnement davantage orienté vers les produits locaux, les questions posées en terme de recherche portent plus spécifiquement sur les facteurs en jeu (globaux et locaux) dans l'évolution spatiale des différents systèmes alimentaires et la modélisation des interactions spatiales entre ces facteurs pour appréhender leur capacité et leur efficience à nourrir les agglomérations. De ce point de vue, les problèmes d'approvisionnement des villes et l'analyse des facteurs en jeu diffèrent entre catégories de pays (pays industrialisés *vs* pays en voie de développement ; pays du Nord et des Suds). Dans les pays industrialisés, la visée d'un approvisionnement plus marqué en produits locaux soulève des questions communes pour l'ensemble des agglomérations, mais avec des spécificités selon leurs configurations spatiales (tailles des agglomérations, diversité locale et régionale des systèmes alimentaires).

La question de l'impact environnemental de différents systèmes alimentaires a d'abord été abordée principalement sous l'angle de l'impact de leur coût énergétique, notamment en terme d'émissions de gaz à effet de serre, pour estimer si les systèmes d'approvisionnement en produits locaux ont un impact positif sur l'environnement (réduisent ou non les *food miles*) ; il s'est agi, concernant les différents systèmes alimentaires, de comparer d'une part les consommations énergétiques des déplacements liés à la chaîne de production et de distribution, élargie pour d'autres à la prise en compte des déplacements des consommateurs, et, d'autre part, les consommations d'énergie indirecte (stockage…). Les systèmes pris en compte dans ces travaux (étrangers) sont définis de manière large par la proximité

géographique entre lieux de production et de consommation (et non par le nombre d'intermédiaires) et sont donc diversifiés du point de vue des caractéristiques des produits et des formes d'organisation (vente directe des producteurs aux consommateurs, formes de vente avec un ou plusieurs intermédiaires). Ces travaux montrent qu'en l'état actuel des connaissances il n'est pas possible de conclure sur la supériorité d'un approvisionnement en produits locaux (régionaux). Mais ces travaux sont objet de controverses et nécessitent d'être poursuivis. Compte tenu de l'importance des déplacements des consommateurs sur leurs lieux d'approvisionnement alimentaire, ces travaux doivent notamment permettre d'évaluer les différents systèmes de distribution : supermarché/magasin de proximité, lieu de restauration en fonction des infrastructures de transport. Mais ces travaux ne peuvent se cantonner à l'approche des *food miles*, car sont également concernées les technologies de production agricole comme de transformation et leurs effets plus ou moins polluants, favorables ou non à la biodiversité, au bien-être animal, sur la consommation en eau et la gestion des déchets… De ce point de vue, les différents systèmes alimentaires ont des positionnements différents par rapport aux enjeux de durabilité, sujets à controverses.

Si la gestion de la logistique est un enjeu important dans l'optique d'un approvisionnement davantage orienté vers les produits locaux pour faire face aux problèmes posés par le prix de l'énergie et par les émissions de gaz à effet de serre, d'autres facteurs importants influencent également l'évolution spatiale des différents systèmes alimentaires et la disponibilité en produits locaux : l'évolution des préférences des consommateurs sur les attributs des produits alimentaires, l'évolution de l'offre de variétés du côté des producteurs et la traduction de ces évolutions sur les interactions localisées entre comportements des consommateurs et stratégies des producteurs.

Ainsi, le développement du système industriel alimentaire s'est accompagné d'un déplacement vers l'aval (industrie et distribution) des leviers de création de la variété de l'offre de produits aux consommateurs (accroissement considérable de l'offre de variétés de produits) en accompagnement de l'évolution des modes de vie. Cependant, cette évolution s'est également traduite par l'émergence d'une contestation du modèle agro-industriel de la part d'une fraction des consommateurs. Cette contestation va-t-elle s'amplifier et se traduire par un déplacement vers l'amont de la demande de variétés (caractéristiques différenciantes de l'offre agricole) (cf. chapitre 5) ? Les travaux sur l'évolution des préférences des consommateurs (concernant les attributs de différenciation des produits) nécessitent d'être poursuivis pour cerner si certains comportements mis en lumière (par exemple, en France, une demande non satisfaite d'achats de produits alimentaires dans le cadre d'Amap) s'inscrivent dans la durée, afin d'identifier quelle est la disposition des consommateurs à payer ces variétés (niveau de prix) et à se déplacer éventuellement dans des lieux spécifiques pour se les procurer), et d'appréhender les interactions entre la demande des consommateurs et l'offre des producteurs. La proximité n'a pas qu'une dimension géographique : elle peut être aussi cognitive. Ré-internaliser ses externalités, autrement dit que le consommateur ait à gérer lui-même le plus possible les nuisances de son système alimentaire, est un moyen d'inciter à réduire ces externalités négatives (Princen, 1997). Les effets de la localisation des externalités sur les comportements des acteurs sont mal connus et méritent d'être mieux compris.

Du côté des producteurs est posée la question des déterminants de leur offre et de son évolution. Les travaux antérieurs apportent certes quelques enseignements au regard des enjeux de durabilité : impact positif de ce segment de l'offre sur l'emploi agricole ; impact positif sur l'économie locale (par exemple, effet multiplicateur des marchés paysans dans l'Oklahoma estimé entre 1,41 et 1,78 selon Henneberry *et al.* (2009), au travers du processus de « substitution d'importation ») ; faible part de marché de ce segment de l'offre agricole et

incertitude sur sa croissance ; importantes variations spatiales et dans le temps de l'offre des producteurs commercialisant des produits alimentaires en circuits courts. Mais les facteurs qui influencent cette offre – variabilité spatiale et dans le temps – demeurent insuffisamment explorés. Deux types d'effet ont pu être mis en évidence : un effet de proximité des zones urbaines et périurbaines et un effet de système de production, qui se traduit par de grandes différences de produits vendus selon les zones (Capt, 2008 ; Capt et Wavresky, 2010). Pour cerner la capacité de ce système à répondre à la demande d'approvisionnement en produits locaux des agglomérations, il importe d'étudier en quoi cette offre s'adapte (est susceptible de s'adapter) à l'évolution des préférences des consommateurs en terme de différenciation (en particulier, attributs liés à l'impact environnemental des pratiques agricoles). Les travaux sur les conditions économiques dans lesquelles cette offre est possible en sont seulement à leur début et nécessitent d'être poursuivis (production de données sur les prix de vente, les charges liées à cette activité et la rémunération de l'activité des producteurs), de même que ceux sur la dimension sociale de cette activité (charges de travail et qualité de vie, entre autres). En revanche, le rôle du capital social et des réseaux sociaux a été l'objet de travaux de sociologie économique postulant qu'une alimentation durable dépend davantage de l'interaction sociale entre producteurs et consommateurs (concept d'encastrement social, ou *embeddedness*) que de la distance géographique (Martinez *et al.*, 2010 ; Sonnino, 2007). Par exemple, des travaux montrent que les liens tissés entre consommateurs et producteurs au travers de plusieurs formes d'organisation comme les *community supported agriculture* (Amap, en France), les points de vente collectifs, etc., sont susceptibles de modifier les comportements alimentaires dans le sens d'une plus grande attention à leur santé (mieux manger et cuisiner en tenant davantage compte de la saisonnalité des produits, par exemple). Cependant, ce lien n'est pas vraiment établi (Ver Ploeg *et al.*, 2009). Une des stratégies jugées les plus prometteuses consiste à accroître la consommation de ces produits dans les écoles. Ce dernier point mérite une attention particulière, notamment à travers les conditions d'adoption de ce mode de consommation par les écoles et les villes. Une dernière question reste à explorer : celle des formes d'organisation, des nouveaux acteurs et de la gouvernance en jeu dans la capacité de ce type de système à répondre à une demande urbaine croissante.

Enfin, il faut s'interroger sur le rôle de nouveaux acteurs dans l'émergence de systèmes alimentaires locaux : les autorités publiques locales. Leur enjeu est de sécuriser l'approvisionnement en produits alimentaires (en quantité et qualité) ou de revendiquer un retour aux productions locales ou à certaines pratiques. La question est de déterminer dans quelle mesure, d'une part, l'agriculture à proximité se trouve favorisée par la volonté de sécuriser l'approvisionnement en denrées alimentaires locales et, d'autre part, si ces acteurs peuvent structurer (ou déstructurer) des filières locales visant à alimenter les populations urbaines à proximité. Il s'agit également d'analyser la gamme et l'efficacité des différents leviers d'action possibles (plans d'aménagement, maîtrise du foncier, incitations financières, réglementations, formes de gouvernance…) pour permettre de nourrir durablement les grandes unités urbaines.

Par ailleurs, les politiques urbaines visant à améliorer l'accessibilité à l'alimentation méritent également une attention particulière. Quel est le lien entre localisation, pratiques alimentaires et offre nutritionnelle des distributeurs ? Quelles sont les implications en terme de santé publique (politiques de transport, de logement et d'urbanisme) ? La logistique urbaine est également un thème majeur pour les acteurs publics des grandes cités. Une étude récente du Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (Pipame, 2009) a identifié cinq variables stratégiques d'action : mutualisation, flotte de transport, foncier logistique, aires de livraison et structure commerciale. En lien à ces stratégies sous-tendent des problématiques d'infrastructures (routes, rails, ports), d'externalités négatives (nuisances

sonores, pollution, saturation/congestion…), d'accès aux commodités (présence urbaine, périphérique et rurale) et d'employabilité (distance travail-domicile). La question est de savoir dans quelle mesure la mise en place de nouveaux schémas organisationnels peut permettre une meilleure efficacité économique et environnementale.

Plus généralement, la gouvernance territoriale des villes doit être étudiée et revisitée dans la perspective alimentaire durable. Certains auteurs la qualifient de quatrième pilier du développement durable. Mais il est nécessaire que la recherche étudie les raisons des succès ou des échecs des actions entreprises dans ces domaines. Quels sont les acteurs agissant, directement ou indirectement, sur ces territoires ? À partir de quelles représentations des problèmes ? Quels sont les diagnostics portés sur les systèmes alimentaires à développer, moyennant quelles visions de l'avenir ? Quelles stratégies d'actions et projets en découlent et quelles coopérations ou conflits apparaissent ? Quels sont aussi les procédures, les langages, les outils (bases de données, indicateurs, prospective, médiation…) qui peuvent permettre d'améliorer les interactions entre acteurs pour faire progresser la gestion durable des territoires alimentaires ? Finalement, comment tout ceci amène ou non à recomposer des territoires fondés sur de nouveaux rapports à l'alimentation ? Une difficulté est qu'il s'agit de domaines de recherche transversaux et interdisciplinaires, proches de la recherche-action et donc difficiles à faire entrer dans des cadres prédéfinis. Mais il existe un important corpus à partir duquel travailler : plans d'aménagement et de développement, chartes, contrats… de communes, territoires, de pays, de parcs naturels… tant en France qu'à l'étranger. Certaines disciplines et communautés de recherche commencent à se fédérer sur ces questions, les sciences régionales par exemple, mais aussi les études urbaines et l'aménagement. Une communauté scientifique se met en place au croisement de l'économie, des sciences sociales et des territoires.

Chapitre 7. Pertes et gaspillages

Auteurs : Barbara Redlingshöfer et Annie Soyeux

Contributeurs : Armelle Champenois et Sophie Le Perchec

Il s'agit de connaître et reconnaître les pertes et gaspillages pour les réduire et les valoriser.

1. Introduction

L'importance des pertes et du gaspillage alimentaire au regard de la durabilité et la méconnaissance quant à leur ampleur, les mécanismes en jeu et le rôle des acteurs sont tels que nous avons dédié un chapitre à part à ce sujet important pour la durabilité des systèmes alimentaires.

Dans le cadre de ce chapitre nous définissons les pertes et gaspillages qui concernent les produits destinés directement à l'alimentation humaine, dans les pays du Nord et des Suds, sans préciser les systèmes alimentaires dans lesquels ils s'inscrivent. Par l'analyse des valorisations de ces produits perdus ou gaspillés, ce chapitre enrichit les réflexions du chapitre 4 sur les imbrications entre systèmes alimentaire, énergétique et chimique et sur l'économie circulaire de la biomasse agricole.

Pertes et gaspillages ne sont pas liés à une inconséquence des acteurs. Dans le Nord, ils sont la résultante visible des changements socio-économiques des systèmes alimentaires au niveau planétaire (mondialisation des marchés, industrialisation de la transformation…) et du changement de l'ordre des valeurs (temps loisirs *versus* temps cuisine).

L'augmentation de la population mondiale, la perception de la finitude des terres cultivables, l'affirmation du droit à l'alimentation et l'augmentation du coût des produits agricoles sont des données qui remettent l'alimentation humaine au premier plan des préoccupations politiques et sociales. Cet ensemble d'arguments pèse sur l'agriculture pour l'enjoindre d'augmenter ses productions alors que la réduction des pertes post-récolte et des gaspillages constitue une partie de la solution. Elle est aujourd'hui enfin considérée comme un moyen économe et respectueux de l'environnement (Lundqvist *et al.*, 2008 ; Nellemann *et al.*, 2009 ; Gustavsson *et al.*, 2011) d'augmenter la disponibilité alimentaire, dans la perspective de l'augmentation de la population humaine attendue d'ici 2050.

La FAO estime que pour assurer la sécurité alimentaire mondiale en 2050, la production agricole devrait augmenter de plus de 70 % (Bruinsma, 2009). La production est une étape déjà très contrainte par les limites de la biologie, de l'agronomie et des aléas de la nature, et par les exigences de la société. Toutes les récupérations possibles le long de la chaîne alimentaire contribueraient à réduire cette pression. À titre indicatif, un travail prospectif britannique estime qu'au niveau mondial, la division par deux des pertes et gaspillages le long de la chaîne alimentaire permettrait d'économiser une quantité de ressources alimentaires équivalente à 25 % de la production agricole actuelle (Foresight, 2011).

La nourriture perdue ou gaspillée aurait pu être utilisée par d'autres consommateurs éventuellement d'un pouvoir d'achat moindre, valorisée pour l'alimentation animale, pour fabriquer de l'énergie (méthanisation) ou comme compost. Cette nourriture a un coût en sol occupé, en eau et en énergie consommées, et en travail dépensé. Elle coûte en ressources

rares et génère des émissions de gaz à effet de serre[15]. Comme les aliments consommés, elle a utilisé toute la chaîne de valeur de la transformation : emballages, conservation, transport et éventuellement mise en marché. Elle a un coût pour le consommateur sans qu'il en tire bénéfice. De plus, les déchets engendrent des émissions de gaz à effet de serre pour leur collecte, leur traitement et leur élimination. C'est pour toutes ces raisons que les pertes et les gaspillages dans le système alimentaire ne sont pas durables.

La recherche des moyens de leur réduction est un levier important vers une organisation durable des systèmes alimentaires dans le monde.

La thématique des pertes alimentaires n'est pas récente. L'homme a une longue expérience de préservation et de protection des ressources alimentaires tant en stratégies de conservation que de lutte contre les nombreux ravageurs qui le concurrencent en matière alimentaire, expérience qui a contribué à sa survie. Ce sujet reste une bataille quotidienne non seulement pour les agriculteurs, et notamment pour les millions de paysans dans les pays des Suds, mais aussi pour toute la chaîne de production et de commercialisation au Nord. Malgré des projets et un programme ambitieux de la FAO pour les pays des Suds, *Prevention of food losses,* mis en place suite à la Conférence mondiale de l'alimentation organisée en 1974, les pertes alimentaires n'ont rien perdu de leur actualité.

La thématique a acquis, au tournant du millénaire, une nouvelle dimension dans les sociétés modernes et opulentes des pays du Nord, du fait de la prise de conscience du gaspillage de denrées parfaitement comestibles dont l'ampleur considérable commence seulement à être estimée (Lundqvist *et al*., 2008 ; Nellemann *et al.*, 2009 ; Parfitt *et al.*, 2010 ; Foresight, 2011 ; Gustavsson *et al.*, 2011).

Aujourd'hui, les pertes alimentaires majeures ne se produisent pas aux mêmes stades du système alimentaire entre pays du Nord et pays des Suds : si, dans les pays du Nord, les gaspillages semblent se produire majoritairement au niveau de la distribution et de la restauration domestique et hors foyer, dans les pays des Suds, les pertes se produisent surtout après la récolte, au cours du stockage, du transport et des premières opérations de transformation (pertes post-récolte).

2. Qu'est-ce qui est perte, qu'est-ce qui est gaspillage ?

Des définitions existent pour les termes pertes et gaspillage :

- les pertes (angl. *losses*) « signifie une modification de la disponibilité, de la comestibilité ou de la qualité d'un aliment qui le rend impropre à la consommation humaine » (FAO, 1981). À noter qu'en ce sens, les pertes de denrées alimentaires peuvent être quantitatives et qualitatives (sanitaire, nutritionnelle, propreté, pureté, etc.) (Tyler et Gilman, 1979). Dans le contexte des pays des Suds, on parle de pertes post-récolte : pertes survenues le long des stades du système post-récolte, à savoir de la récolte à la distribution ;
- le gaspillage (angl. *wastage*) est l'« action de trier et mettre au rebut délibérément ou consciemment une ressource alimentaire alors qu'elle est parfaitement comestible » (Lundqvist *et al.*, 2008). Le produit n'est alors plus disponible pour la consommation humaine alors que son état initial le permettait. On parle de gaspillage aux stades ultimes de la chaîne alimentaire : distribution, restauration, métiers de bouche et ménages.

[15] Selon une étude britannique jointe du WRAP et du WWF, les produits alimentaires gaspillés ont consommé 6 % des besoins d'eau de la Grande-Bretagne et ont été à l'origine de 3 % des émissions de gaz à effet de serre nationales, sans tenir compte des émissions des chaînes de valeur de produits importés (WRAP et WWF, 2011).

Dans le monde, la grande diversité de situations dans lesquelles surviennent pertes et gaspillages rend difficile une distinction nette entre ces deux phénomènes[16]. Selon la définition de la FAO, les denrées alimentaires données aux animaux car impropres à la consommation humaine sont considérées comme des pertes, alors qu'elles nourrissent les animaux qui en retour enrichissent l'alimentation de l'homme en lait, viande, œuf et poisson. D'autres sources associent de façon plus ou moins explicite l'alimentation animale à pertes et gaspillages (Stuart, 2009 ; Gustavsson *et al.*, 2011 ; Lundqvist *et al.*, 2008).

La définition du gaspillage ne tient pas compte du fait qu'on jette de la nourriture qui s'est dégradée, mais aurait pu être utilisée si le consommateur avait les connaissances culinaires et les compétences ménagères nécessaires (achats, stockage, accommodation des restes…) pour éviter sa dégradation à temps. Ce gaspillage se fait largement sans que le consommateur en ait conscience. Pour les achats alimentaires excédant les besoins (taille des portions, ventes promotionnelles…), jeter c'est du gaspillage, mais surconsommer aussi (Nellemann *et al.*, 2009 ; Stuart, 2009). Aux États-Unis, par exemple, l'évaluation du gaspillage a bénéficié de nombreux travaux financés par l'USDA[17] depuis 10 ans, qui avaient pour objectif de déterminer les origines de l'épidémie d'obésité.

L'absence de définitions consensuelles des termes pertes et gaspillages peut en partie expliquer des écarts importants selon les sources entre les estimations des volumes concernés.

Si l'on considère que le gaspillage englobe tout ce qui aurait pu aboutir à une consommation humaine et qui a une autre destination, on arrive à des quantités très importantes de produits qualifiés de déchets. Par contre, si l'on tient compte de la destination des produits dérivés, on aboutit à une typologie systémique plus intéressante. La plupart des produits issus de l'agriculture font l'objet de fragmentation et de séparation en produits consommables, produits destinés à l'alimentation animale, produits pour la chimie et l'énergie, produits d'épandage, produits méthanisables, et déchets solides brûlés et effluents liquides.

Au cours de l'exercice duALIne, nous avons retenu la distinction fréquemment faite qui attribue le gaspillage aux pays du Nord et les pertes post-récolte aux pays des Suds. Or, rien n'est connu en la matière des pays émergents (la Chine, l'Inde ou le Brésil) ni des grandes villes des pays des Suds. Avec l'urbanisation rapide et l'ouverture, notamment des pays émergents, aux investissements étrangers, puis l'évolution rapide de l'organisation des systèmes alimentaires (diversification des circuits avec pénétration de la grande distribution ; industrialisation des filières ; modification des régimes alimentaires), la nature des pertes est-elle en train de se rapprocher de celle des pays industrialisés ? Faute d'études, l'analyse ici ne couvre pas les pertes et les gaspillages dans les systèmes de distribution urbaine des pays des Suds.

[16] D'ailleurs, l'utilisation du terme anglais générique *food waste* permet d'englober pertes et gaspillages sans précision (Parfitt *et al.*, 2010 ; Foresight, 2011).
[17] http://www.ers.usda.gov/Data/FoodConsumption/FoodGuideIndex.htm.

3. Origines et localisations des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires

À tous les stades du système alimentaire, des pertes quantitatives et qualitatives sont possibles pour de nombreuses raisons :

- bactéries, levures, moisissures, insectes et rongeurs peuvent dégrader les produits pendant la récolte, le stockage, le transport et en raison d'emballages défaillants ou inadaptés ;
- température, lumière, oxygène, humidité, sécheresse, enzymes naturels sont des facteurs destructeurs pour la qualité et la durée de conservation des produits tout au long de la chaîne alimentaire.

Au-delà de ces facteurs biologiques et physiques, l'état d'équipements, d'infrastructures routières et de stockage, le contexte économique, les normes d'hygiène et enfin les modes de vie modernes des ménages entraînent des pertes et gaspillages. La figure 7.1 présente un aperçu non exhaustif de leurs origines et leur localisation aux différents stades des systèmes alimentaires, au Nord et au Sud. Les nuances de gris sont censées indiquer l'importance des pertes et gaspillages, d'un gris clair (faible) au gris foncé (fort), à ces stades.

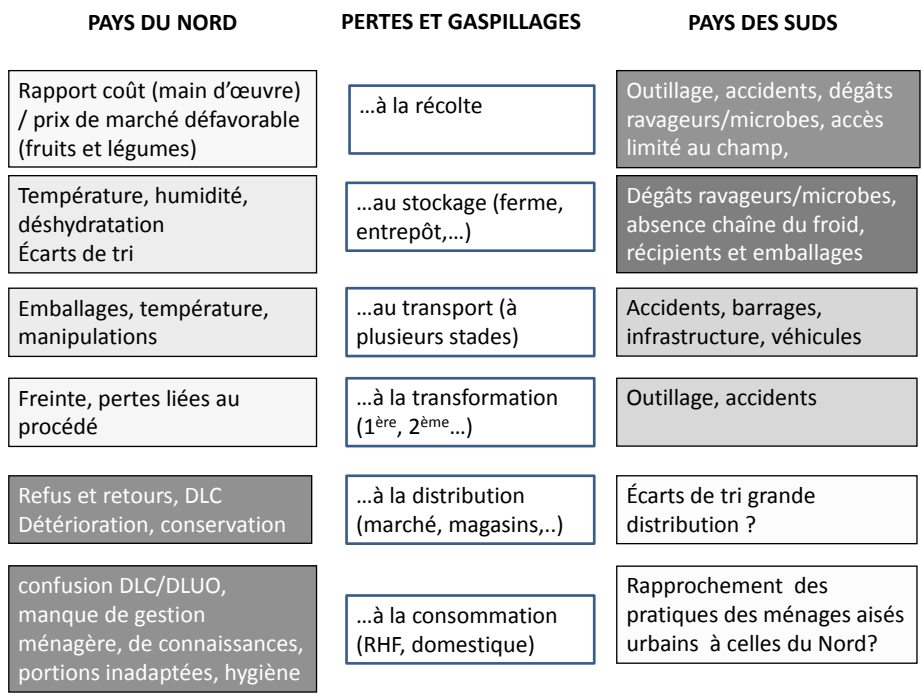


Figure 7.1. Origines et localisation des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires des pays du Nord et des Suds.

4. Sur la fragilité des quantifications de pertes et gaspillages, Nord et Sud

Le périmètre de duALIne n'intégrant pas l'amont agricole, on ne parlera pas ici des pertes avant récolte. Par ailleurs, on a négligé dans nos investigations la pêche maritime qui est, en particulier dans sa forme hauturière actuelle, sujette à des rejets importants de poissons (Kelleher, 2005)[18].

Plusieurs sources estiment le taux de pertes et de gaspillages, au niveau mondial, à environ 30 % de la production initiale destinée à l'alimentation humaine (Lundqvist *et al.*, 2008 ; Foresight, 2011 ; Gustavsson *et al.*, 2011). Sur la base de la littérature et des bilans alimentaires de la FAO, déclinés par grandes régions dans le monde, Gustavsson *et al.*, (2011) ont établi que 208-300 kg par tête et par an de nourriture sont gaspillés dans les pays d'Europe et d'Amérique du Nord, dont 95-115 kg par les consommateurs. Dans les pays d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud et du Sud-Est, ce sont 120-170 kg par tête et par an (dont 6-11 kg par les consommateurs).

4.1. Dans les pays du Nord

Depuis quelques années, de nombreuses publications scientifiques aux États-Unis, en Grande-Bretagne et en Suède, relayées par des associations de consommateurs en Belgique ou en Suisse, mettent en avant la question du gaspillage de nourriture.

En Europe, Eurostat a compilé les données des 27 pays membres pour avoir une idée des déchets putrescibles engendrés et de leur évolution dans le temps. Ces données ont été reprises avec des données actualisées en 2009 (figure 7.2).

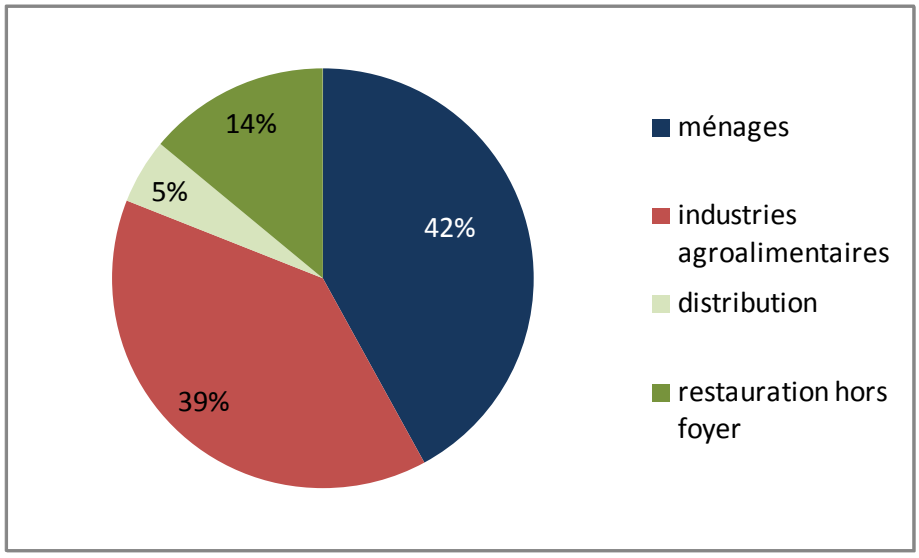


Figure 7.2. Répartition des 89 millions de tonnes de déchets alimentaires annuels en Europe (179 kg par habitant et par an) (© BioIntelligence Service, d'après Eurostat 2006 et données nationales de 2006 à 2009). Pour les industries agroalimentaires, le chiffre inclut les coproduits.

D'après une étude de Jones (2004), aux États-Unis, chaque foyer gaspille 14 % du poids de ses achats alimentaires, ce qui équivaut à 589 dollars par an. Rapporté aux 73 millions de

[18] La FAO estime à environ 7 millions de tonnes les rejets de poissons de pêche (Kelleher, 2005). Mais l'incertitude est forte quant à ce volume car l'essentiel des rejets sont non déclarés. En plus, il existe différentes définitions de prises accessoires et de rejets auxquelles elles conduisent. Selon celle retenue, les prises accessoires peuvent s'élever à 20 millions de tonnes. (FAO et World Bank, 2010).

foyers américains, ceci correspond à 17 millions de tonnes, soit 43 milliards de $ par an. La restauration, les *fast-food* et les détaillants jettent annuellement 27 millions de tonnes d'aliments, soit l'équivalent de 68 milliards de dollars.

Les plus forts tonnages concernent surtout les féculents et en premier lieu le pain, puis les légumes, les fruits et la viande.

Au Royaume-Uni, des données récentes font état de 8,3 millions de tonnes de nourriture et de boisson jetées, dont les deux tiers auraient pu être consommés. Le gaspillage concerne en particulier les fruits et légumes frais, les boissons, les pains et brioches et les plats préparés (tableau 7.1). Il est estimé à 480 livres par an par foyer (jusqu'à 680 livres pour les foyers avec enfants), soit une moyenne de 50 livres par mois. Au total, le gaspillage correspond à 25 % des achats alimentaires en volume, avec des variations selon les produits : 7 % du lait est gaspillé, 36 % du pain et plus de 50 % pour les salades.

Tableau 7.1. Gaspillage au Royaume-Uni en 2009 (nourriture jetée qui aurait pu être consommée) (Source WRAP, 2009).

Type d'aliment	Tonnage jeté
Légumes frais	860 000
Boissons	870 000
Fruits frais	500 000
Pains et brioches	680 000
Plats préparés	660 000
Poisson et viande	290 000
Lait et œufs	530 000
Légumes et salades préparés	210 000
Condiments et assaisonnements	200 000
Autres féculents	200 000
Gâteaux et desserts	190 000
Snacks/confiseries	67 000
Autres dont huiles, graisses et fruits transformés	70 000
Total	5 300 000

En France, on ne dispose pas de données aussi précises sur le gaspillage au niveau des ménages. Seule une étude récente (données 2007) de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie (Ademe, 2007) permet de savoir que 7 kg de produits alimentaires encore sous emballage sont jetés par an et par habitant, et 20 kg non consommés. Dans le cadre du Plan national pour l'alimentation, une étude commanditée par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire vient de commencer en 2011 pour évaluer les pertes et gaspillages au niveau de la restauration et des métiers de bouche.

Au niveau de l'industrie agroalimentaire, l'enquête du Réseau des organisations professionnelles et interprofessionnelles pour la sécurité et la qualité des denrées animales (Reseda) détaille les procédés de transformation de toutes les filières agroalimentaires et en détermine les coproduits et sous-produits[19]. Les coproduits sont employés dans l'alimentation

[19] L'enquête Reseda tire ses chiffres d'enquêtes de filières (Reseda, 2005 ; 2009).

des animaux et les sous-produits ont d'autres débouchés qui vont de la cosmétique et autres industries pharmaceutiques et chimiques à l'épandage, remblai, énergie, etc. L'ensemble de la première transformation des produits végétaux valorise bien les coproduits et sous-produits. La masse brute de ces coproduits et sous-produits s'élève à 9,5 millions de tonnes de matière sèche. Quatre filières génèrent 82 % des volumes bruts de coproduits et sous-produits valorisés en alimentation animale : la sucrerie fournit 33 % en drèches et mélasses, les corps gras des tourteaux (23 %), l'amidonnerie apporte des protéines (13 %) et la meunerie des sons (13 %).

Les productions animales de la viande et du lait ont plus de mal à valoriser leurs sous-produits (0,55 million de tonnes) à cause de leur dégradation rapide et de la réglementation de précaution : les deux tiers de ces déchets, soit près de 0,3 million de tonnes de farines de viandes sont brûlées depuis l'épidémie d'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB)[20]. Le reste est transformé en gélatines et colles.

Dans notre pays, les gaspillages à la distribution sont peu connus : ceux de la restauration sont décomptés avec les ordures ménagères. Du côté des grandes et moyennes surfaces, le gaspillage de l'ultrafrais et des fruits et légumes atteindrait selon les banques alimentaires 600 000 T/an dont 1/3 pourrait être récupéré. Quant aux lots refusés, ils sont propriété du transporteur qui les vend à bas prix pour « solde de tout compte » ou sont détruits car le retour en usine coûterait trop cher. Des usines de « désemballage » commencent à se développer pour recycler une partie de ces produits en alimentation animale, mais les quantités ne sont pas connues.

Les dons à des associations caritatives s'élèvent à plus de 50 000 T/an en 2010. L'enseigne Carrefour aurait fourni 960 T de dons aux associations en 2008, la Fédération des entreprises du commerce et de la distribution assure que ses adhérents fournissent 30 % des produits collectés par les banques alimentaires en 2009. Si ces dons permettent de minimiser le gâchis, on est encore loin des 200 000 T/an récupérables (Sita France et banque alimentaire du Bas-Rhin, 2011).

FareShare, la fédération des banques alimentaires du Royaume-Uni, considère qu'elle pourrait réduire de 1,6 million de tonnes les déchets alimentaires si elle avait les moyens logistiques de récupérer et distribuer les aliments consommables jetés. Elle n'en a sauvé que 2 000 tonnes en 2007, ce qui a permis de distribuer 3,3 millions de repas.

4.2. Dans les pays des Suds

Dans les pays des Suds, bien que la communauté internationale ait pris conscience de l'importance du phénomène dans les années 1970-1980, les pertes post-récolte sont peu quantifiées. Elles n'étaient associées qu'au stockage et synonymes de « dégâts dus aux insectes » à cette époque, alors qu'elles sont déterminées par « […] une importante variété de circonstances sous lesquelles des produits sont cultivés, récoltés, conservés, transformés et commercialisés » (Tyler, 1982) : produit et variétés, conditions climatiques et météorologiques lors de la production et de la récolte, équipement technique, savoir-faire, choix d'ordre culturel et social. Schulten (1982) a par exemple montré que pour les céréales, l'importance des pertes dépend beaucoup de la nature du matériel végétal (variétés traditionnelles, variétés améliorées et hybrides). C'est ainsi que sur le maïs, les pertes en poids peuvent varier de 3 % pour des variétés traditionnelles à plus de 20 % pour des variétés hybrides.

[20] Aujourd'hui, 20 ans après la première crise de l'ESB, et au vu des résultats du dépistage, la Commission européenne et les États se penchent sur une réintroduction progressive des protéines animales transformées dans l'alimentation des animaux.

La qualité des protocoles de collecte de données sont à bien prendre en compte dans l'analyse des études quantitatives[21]. Une mesure ponctuelle de pertes d'un produit dans un pays ne peut être considérée comme une valeur extrapolable à tous les produits, ni à tous les pays et valable pour des récoltes tout au long de l'année. Un travail reste nécessaire sur des méthodes de quantification peu coûteuses pour obtenir des valeurs représentatives et faciles à mettre à jour, tout au long des systèmes post-récolte des pays.

Depuis plusieurs années, la FAO et ses partenaires de la recherche et du développement investissent dans la constitution de bases de données sur les pertes post-récolte dans les pays des Suds. De façon générale, les estimations de pertes sont faites avant tout pour les aliments de base et notamment pour les céréales. Pour les produits périssables, comme les tubercules et racines, les fruits et légumes, pourtant davantage sujets aux dégâts, les données de pertes existent beaucoup moins et quasiment pas pour les produits animaux (poisson, viande, lait).

Encadré 7.1. Deux réseaux d'informations disponibles sur les opérations et les pertes post-récolte dans les pays des Suds

La création récente de la base de données Aphlis (portée par le Joint Research Center de la Commission européenne et le Natural Resources Institute (NRI), www.phlosses.net), concernant les céréales dans le sud et l'est de l'Afrique, a permis de revoir la littérature en fonction de la qualité de la collecte de données utilisée, en s'appuyant sur les acteurs locaux experts des systèmes post-récolte spécifiques des pays. Aphlis fournit des estimations de pertes tenant compte des différentes opérations post-récolte, de la zone climatique, de la taille de production et d'autres facteurs. Mais seules les pertes de céréales sont étudiées. À terme, la base de données est censée intégrer d'autres produits (légumineuses…) et d'autres zones géographiques (Afrique de l'Ouest, Asie, Amérique centrale et du Sud).

Une autre base de données, INPhO (porté par la FAO, le Cirad et GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), http://www.fao.org/inpho), héberge un grand nombre de documents relatifs aux opérations post-récolte parmi lesquels on trouve des valeurs de pertes. Cette base de données couvre les systèmes post-récolte des céréales de base (maïs, riz et sorgho) et du manioc dans les pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine. Une large panoplie d'informations techniques sur les opérations post-récolte, sur la composition physico-chimique et nutritionnelle des produits et des recettes de cuisine sont disponibles avec l'objectif de soutenir le développement d'activités dans les secteurs des produits tropicaux.

On ne peut que constater l'ampleur des pertes post-récolte dans les pays des Suds.

Une synthèse de l'état de connaissances a récemment été tentée par Parfitt *et al.* (2010) : les auteurs ont été confrontés aux mêmes lacunes de données que nous. Quant aux sources disponibles, elles datent pour la plupart des années 1980 et début 1990 et ne concernent que les zones rurales. De façon générale, les données disponibles dans la littérature ou dans les systèmes d'informations concernent les pertes de quantité, exprimées en poids et/ou, plus rarement, en valeur monétaire.

[21] À titre d'exemple, une erreur souvent pointée est qu'au cours du stockage dans des fermes les quantités retirées pour la consommation domestique ne soient pas prises en compte. Une estimation des pertes à la fin de la période de stockage nécessite de tenir compte de la consommation domestique faute de quoi les valeurs sont surestimées. Henkes a montré que pendant une période de 9 mois en Tanzanie, les pertes estimées à 30 % descendent à 11 % quand la consommation domestique est prise en compte (Henkes, 1992).

Le riz, céréale la plus consommée par l'homme et dont les pertes ont été beaucoup étudiées, offre l'opportunité de comparer l'ampleur et les origines des pertes dans le système post-récolte de différents pays. Des études s'accordent sur un taux de pertes globales d'environ 15 % (Grolleaud, 2002 ; Liang *et al.*, 1993), mais la variabilité entre pays, zones climatiques et procédés, sans parler de la qualité des données peut être importante. Lors du stockage, souvent étudié spécifiquement, ce taux de pertes va de moins d'1 % dans une étude au Malawi (Singano *et al.*, 2008a,b) à 12-13 % au Bangladesh (Banque mondiale, cité par Grolleaud, 2002) en passant par une fourchette de 3-6 % en Chine (IDRC, cité par Grolleaud, 2002) ou en Malaisie (FAO, 2007). La compilation d'études réalisées sur les pertes post-récolte du riz par Parfitt *et al.* (2010) illustre cette variabilité des données.

Pour l'Afrique subsaharienne, les pertes post-récolte de céréales, avant transformation, sont estimées grâce à Aphlis à 10-20 % et à environ 4 milliards de dollars. Ces pertes représentent 13,5 % de la valeur totale de la production céréalière de ces pays (World Bank, 2011).

Pour les produits périssables (plantes à racines, tubercules, fruits, etc.), il existe encore moins de données représentatives. Pour le manioc, les pertes dans les systèmes traditionnels peuvent atteindre 45 % (Jeon et Halos, 1991) et pour l'igname, jusqu'à 50 % (Osunde, 2008). Quant aux fruits, les pertes après récolte seraient comprises entre 15 et 50 % dans les pays en voie de développement (Subrahmanyam, 1986 ; Jeffries et Jeger, 1990 ; Coursey et Booth, 1972). Aux Philippines, en règle générale, elles peuvent aller de 15 à 35 % (de 30 à 60 % pour des fruits comme la papaye). Ces chiffres sont assez représentatifs des pertes moyennes après-récolte enregistrées dans la région par l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (Anase).

5. Leçons du passé, pistes d'action, orientations stratégiques

Même si des données précises sur les pertes et le gaspillage alimentaire manquent dans la plupart des pays du monde, les estimations globales de leur ampleur indiquent un potentiel de réduction non négligeable. Mais pour réduire pertes et gaspillages, seules une prise de conscience globale, puis la modification des comportements de l'ensemble des acteurs concernés seront efficaces. Des leviers et des pistes d'actions existent dans le Nord comme dans le Sud, mais des politiques publiques volontaristes et des recherches approfondies restent nécessaires pour donner aux mesures de réduction une portée large.

5.1. Pays du Nord

Dans les pays du Nord, des évolutions sont en cours, qui dénotent une transformation des représentations et des stratégies des acteurs, ainsi qu'une prise de conscience de la nécessité de traiter ce qui apparaît de plus en plus comme un vrai problème public.

Pour ce qui les concerne, l'agriculture et les industries agroalimentaires sont déjà dans une démarche de réduction des coûts et de limitation des pertes. Le déplacement d'usage des coproduits et sous-produits, de leur actuelle utilisation en alimentation animale à une utilisation en alimentation humaine, fait l'objet de recherches appliquées. L'agroalimentaire redécouvre ainsi le fonctionnement des parcs éco-industriels, principe selon lequel les déchets des uns sont les matières premières des autres (voir développement au chapitre 4).

Du côté de la logistique et de la conservation, des progrès significatifs ont été faits concernant les containeurs, la gestion des stocks et les robots de préparation des commandes. Les emballages doivent évoluer aussi pour éviter des gaspillages : conditionnement, étanchéité, système de refermeture pour empêcher que les produits ne sèchent, se racornissent ou se

renversent, etc. Une étude a été lancée par le Comité national de l'emballage sur ces sujets (octobre 2010). On constate dans ces secteurs que ce sont souvent des décisions connexes qui permettent de réduire les gaspillages : comme la prise en compte des dons dans l'assiette des impôts des sociétés a encouragé la distribution aux banques alimentaires, l'augmentation de la redevance pour les effluents chargés en matières organiques provoque chez les industriels une remise en question de leurs pratiques. L'annonce pour 2012 d'une collecte sélective obligatoire des déchets organiques par leurs gros producteurs dans le cadre de la loi Grenelle 2 va certainement jouer un rôle de révélateur.

Sur le plan commercial, les dates de péremption sont très mal comprises et souvent confondues : si la première (DLC, date limite de consommation), qui concerne les produits frais, s'impose sur le plan microbiologique, la seconde (DLUO, date limite d'utilisation optimale), qui s'applique aux produits d'épicerie, conserves ou surgelés, ne se rapporte qu'à la conservation des qualités organoleptiques et vitaminiques. Cependant, une remise en question des modalités d'utilisation de ces deux dates qui vient d'être soulevée par les Britanniques[22] ne pourra se faire que par une refonte des textes normalisant l'étiquetage au niveau européen.

Au niveau de la consommation finale, dans la sphère domestique, où le gaspillage est conséquent, des campagnes de sensibilisation, d'informations et des actions de formation seraient pertinentes. La grande distribution, les travailleurs sociaux et les associations de défense des consommateurs auraient un rôle à jouer. La fédération nationale des associations de protection de l'environnement, France Nature Environnement, à l'instigation de l'Ademe, consacre une partie de son site depuis novembre 2010 à la prévention du gaspillage alimentaire, présente les économies réalisées, des astuces et conseils et propose des recettes pour accommoder les restes.

Dans un contexte d'augmentation des consommations contraintes (loyer, abonnements, santé, transport, etc.), il s'agit d'un gisement de pouvoir d'achat significatif et facilement mobilisable, même si, comme le précise Jakob Granit de l'Institut international de l'eau de Stockholm (SIWI) dans le rapport Lundqvist (Lundqvist *et al.*, 2008), « c'est peut-être aussi une question de culture, car dans de nombreux pays, il est impensable de manger les restes. »

En restauration collective, une piste serait la refonte des grammages inscrits dans le code des marchés publics sur recommandation du Groupe d'étude des marchés restauration collective et nutrition (GEMRCN). On estime, dans les cantines des lycées, que l'on jette 200 g de produits par personne et par repas, dont une grande partie est constituée de pain. L'obligation de suivre les grammages et de ne pas faire de surenchère sur les quantités est déjà une première étape prévue par la Loi de modernisation de l'agriculture et de la pêche[23] de 2010 et le Plan national pour l'alimentation.

Ces mesures de réduction du gaspillage en restauration collective devraient s'accompagner d'actions de formation en direction des jeunes en particulier. On pourrait utiliser une partie des cours de technologie du programme des collèges pour faire acquérir des notions sur l'environnement, le développement durable, le gaspillage en général et les coupler avec les problèmes d'hygiène de base et des éléments d'équilibre alimentaire et budgétaire (proposition du comité opérationnel n° 34 du Grenelle de l'Environnement[24] reprise dans l'expertise collective de l'Inra sur les comportements alimentaires)[25]. Le moment de

[22] http://www.metro.co.uk/news/861084-best-before-dates-on-food-could-be-scrapped-to-stop-waste.
[23] http://agriculture.gouv.fr/lmap.
[24] http://www.legrenelle-environnement.fr/IMG/pdf/rapport_final_comop34.pdf.
[25] http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/expertise_comportements_alimentaires.

restauration pourrait aussi être utilisé comme support de travaux pratiques prolongeant les leçons de cours. Les conclusions de l'étude de comportement du programme AlimAdos[26] 2005-2010 montre que les enfants et adolescents sont demandeurs. Du côté de l'enseignement supérieur ont été lancés aux États-Unis, en partenariat avec des acteurs privés, des concours entre établissements pour encourager les économies, le tri et la récupération de tous les consommables, et distribuer des palmes de non-gaspillage. Ces expériences avaient pour premier but de lutter contre l'obésité, mais les retombées sont aussi du côté du gaspillage. On attend le même type d'action en Europe.

L'action publique devrait contribuer à réhabiliter les comportements économes : avant de chercher à changer les comportements, il convient d'aider à prendre conscience de la réalité des gaspillages et de les quantifier précisément. La plupart d'entre eux sont liés à des habitudes et des manières de produire, de commercialiser et de vivre qui passent inaperçues aux yeux des acteurs qui souvent n'ont même pas le sentiment de jeter des biens ou de perdre de l'argent. Les progrès techniques de conservation et la baisse continue des prix ont réduit la valeur non seulement marchande, mais aussi symbolique de l'alimentation.

5.2. Pays des Suds

Quarante ans après les débuts des efforts de la FAO et de ses partenaires de la recherche et du développement, les pertes post-récolte dans les pays des Suds sont toujours d'actualité. Le retour du thème dans l'espace public aujourd'hui invite à revoir la conception de cette problématique complexe.

Plusieurs idées se détachent. D'une part, l'idée répandue dans les années 1970 que les pratiques traditionnelles agricoles et post-récolte étaient responsables des niveaux de pertes élevés a été récusée par la FAO dès 1994, lors d'une évaluation globale des nombreux projets réalisés : « Il semble que les techniques traditionnelles, élaborées au fil des générations d'agriculteurs, aient fait leur preuve. Aujourd'hui encore elles sont prépondérantes car bien maîtrisées et ancrées dans la culture de chaque ethnie. Néanmoins, l'évolution socio-économique et les changements écologiques bouleversent les conditions de production et de commercialisation des produits de base (grains et tubercules). Le système après-récolte situé à l'interface doit s'adapter à ce nouveau contexte en perpétuel changement. » Une faible compatibilité entre des innovations techniques plaquées sur des pratiques traditionnelles et des conditions locales a été à l'origine de pertes à plusieurs stades post-récolte : choix de variétés hybrides vulnérables aux ravageurs ; mise en place de saisons de production supplémentaires aux conditions météorologiques moins favorables ; ouverture trop fréquente et non contrôlée des conteneurs hermétiques de stockage des grains en atmosphère modifiée, pour ne citer que quelques exemples.

D'autre part, la prise en compte du contexte local, y compris les pratiques et les variétés locales, et l'implication de la population dans une approche participative restent des facteurs déterminants du succès de la préservation de la récolte.

Dans cette optique, une vue d'ensemble des systèmes post-récolte, intégrés dans leur contexte socioculturel, économique et politique est nécessaire (Kitinoja *et al.*, 2011 ; World Bank, 2011). Parmi les facteurs socioculturels par exemple, les aspects de genres jouent un rôle important dans la répartition du travail, l'accès aux ressources et leur contrôle, et interviennent dans les choix d'opérations post-récolte[27]. Les acquis riches et largement

[26] http://www.lemangeur-ocha.com/fileadmin/images/dossiers/AlimAdos-Questions-reponses.pdf.

[27] Elles peuvent éclairer sur le fonctionnement des systèmes post-récolte, sur la répartition des tâches entre hommes et femmes, et sur des freins et opportunités vis-à-vis de changements. Par exemple, l'introduction progressive de moulins au niveau communal, gérés par les hommes, a complètement bouleversé la vie sociale

documentés des sciences humaines (anthropologie, ethnologie, ethno-archéologie, ethno-botanique…)[28] sur les savoirs locaux des sociétés traditionnelles peuvent constituer un apport précieux qui peine encore à s'associer aux recherches en agronomie, en génie des procédés ou en marketing et gestion.

Encadré 7.2. PostCosecha : stimuler l'économie par la réduction des pertes http://www.postcosecha.net

PostCosecha est une stratégie d'aide au développement rural mise en place par la Direction suisse du développement et de la coopération à partir de 1980, d'abord au Honduras, puis élargie à toute l'Amérique centrale. PostCosecha avait pour but de réduire les pertes post-récolte des aliments de base et de générer des revenus supplémentaires pour les locaux. Elle repose notamment sur une technologie simple, accessible et acceptée par la population (principalement des silos métalliques de taille familiale) et leur fabrication sur place par des artisans locaux qui assurent également réparation et maintenance. Les bénéfices du projet se situent autant au niveau des ménages (disponibilité et qualité supérieure de la nourriture, situation plus hygiénique dans la maison, charge de travail moindre pour les femmes, situation marchande plus favorable, revenus supplémentaires aux artisans) qu'au niveau collectif (création d'emploi, stabilisation des prix de marché, réduction de la pauvreté, amélioration des conditions de vie de la population) (Herrmann, 1991).

Devant le succès de PostCosecha (500 000 silos utilisés en 2005), le silo métallique a été diffusé avec succès dans 16 pays de trois continents au cours des dix dernières années (FAO, 2008).

Une expérience similaire est réalisée avec un système de triple ensachage du niébé, développé par des chercheurs de l'université de Purdue aux États-Unis (Baributsa et al., 2010). Le système ferme hermétiquement et permet de conserver la production après récolte au lieu de la vendre quand les prix sont bas. Le projet développe également une chaîne d'approvisionnement locale en sacs.

Uniquement pour l'Afrique sub-saharienne, sur les 940 milliards de dollars US que la FAO a chiffrés comme besoins d'investissements d'ici 2050 pour lutter contre la faim dans cette région, presque la moitié (47 %) touche quatre points clés dans la réduction des pertes (FAO et World Bank, 2010) : i) le stockage au froid et au sec, ii) les infrastructures routières rurales (particulièrement importantes pour accéder aux marchés et à des systèmes de stockage collectif), iii) les marchés de plein vent et de gros et iv) les premières transformations des produits bruts.

Les pistes d'action envers la réduction des pertes post-récolte relèvent de deux grands domaines : innovations techniques et innovations organisationnelles. Ces actions seraient utilement accompagnées par le chiffrage de l'ampleur actuelle et future des pertes.

5.2.1. Un besoin d'innovations techniques

Il y a besoin de solutions techniques pour tous les stades des systèmes post-récolte, parmi lesquelles on peut citer :

---

des femmes qui regrettent presque, malgré la pénibilité du travail, l'abandon du traitement manuel de blés vêtus qui avait favorisé des réseaux de support (*Mutual Support Networks*) auparavant et avait façonné la vie sociale des femmes (D'Andrea, 2003). Un guide de la GTZ porte spécifiquement sur l'aspect de genres dans le secteur post-récolte (Günther et Zimprich, 1997).

[28] Anderson *et al*., 2002 ; Ertug, 2006 ; Kadim, 2009.

- les équipements pour stabiliser les produits bruts (séchage, salage, sucrage, fumage, fermentations, traitements thermiques) en visant l'efficacité technique en termes de rendement, d'énergie (d'origine renouvelable idéalement) et d'environnement, et en se concentrant sur les qualités nutritionnelles et sanitaires des produits obtenus. Ces traitements peuvent même créer de la valeur ajoutée et ouvrir des perspectives de nouveaux marchés, d'exportation par exemple. Les équipements sont souvent peu exigeants en capitaux, accessibles aux petites et moyennes entreprises et aux groupes de femmes, cibles prioritaires ;
- les techniques et les équipements de stockage aux échelles familiale et communale (encadré 7.2 PostCosecha ; FAO, 2008), le stockage et le transport hermétiques, l'amélioration du conditionnement et de l'emballage en particulier pour des produits périssables (Manalili *et al.*, 2011), une chaîne du froid basée sur des aménagements traditionnels. La capacité de stockage au niveau familial est importante pour éviter que les paysans soient contraints de vendre leur récolte à bas prix sous la menace de la perdre du fait des ravageurs et qu'ils soient obligés d'en racheter plus tard au prix fort pour leur consommation propre ;
- des méthodes de stockage reposant sur l'emploi de bio-insecticides peu nuisibles à la santé humaine et financièrement accessibles, sur des méthodes traditionnelles ou sur des méthodes de lutte intégrée, accompagnées de formation à l'emploi des produits ;
- les infrastructures de transport, véhicules et conditionnement ;
- les infrastructures de communication (téléphones portables notamment) pour l'accès aux informations de marché et pour les opérations commerciales.

5.2.2. Un appui par des innovations organisationnelles

La diffusion de connaissances et l'accès au capital, aux investissements matériels, aux informations et aux marchés sont des leviers de réduction des pertes qui dépendent entre autres de la façon dont les opérateurs post-récolte et les services d'appui sont organisés. À ce titre, les organisations de producteurs ou coopératives semblent intéressantes : les cahiers des charges communs pourraient favoriser l'adoption de bonnes pratiques et augmenter la valeur ajoutée des produits dans une démarche collective (Murthy *et al.*, 2009). Des investissements coûteux, comme un système de réfrigération, peuvent être partagés (Spore, 2011).

L'accès à un marché, qu'il soit domestique ou d'exportation, est un élément primordial pour que les opérateurs puissent valoriser leurs efforts. Un soutien à la structuration des filières et au commerce par des politiques publiques efficaces et par des investissements privés est favorable. Par exemple, le programme *Purchase for Progress* (P4P) du Programme alimentaire mondial (PAM) (2010)[29] permet aux paysans les plus fragilisés d'accéder à un marché et de pérenniser leurs investissements en leur proposant des modalités d'achat de leur récolte de céréales (contractualisation directe, contrats avec les négociants locaux, durée sur trois ans).

Autre élément primordial, l'accès au prêt bancaire des paysans et petits opérateurs pour les investissements matériels. Un dispositif permettant l'accès au capital est décrit dans l'encadré 7.3.

[29] http://www.wfp.org/content/mid-term-evaluation-wfp-2008-2013-%E2%80%9Cpurchase-progress%E2%80%9D-pilot-project-terms-reference.

Encadré 7.3. L'exemple du financement du commerce agricole par le crédit sur nantissement des stocks (en anglais Warehouse Receipt Financing ou Inventory Credit) (Coulter, 2010 ; Giovannucci et al., 2000).

De nombreux pays d'Afrique, d'Asie, d'Amérique latine et plus récemment d'Europe de l'Est se sont engagés à libéraliser leurs économies. Les marchés agricoles sont aussi concernés. Auparavant, des organismes étatiques avaient pris en charge l'achat et l'entreposage de la récolte entre la saison de production et la soudure. Après la libéralisation, ce rôle d'achat et d'emmagasinage n'est plus assuré par les organismes étatiques. Le retrait de l'acteur public fait place voire nécessite de nouvelles formes d'organisation du commerce agricole.

Or, les acteurs privés n'ont que difficilement accès à des crédits nécessaires au financement du commerce agricole (celui-ci n'étant guère considéré comme fournissant une garantie dans la plupart des pays concernés). Le crédit sur nantissement des stocks, vieille méthode d'accès à l'argent et pratiqué dans plusieurs pays, est proposé par la FAO, la Banque mondiale et le Natural Resources Institute (NRI) comme une solution pour développer le secteur agricole et créer un commerce dynamique (Giovannucci et al., 2000 ; Coulter, 2010)). Trois parties interviennent : la banque, l'agriculteur et l'entreposeur. Le principe est que l'agriculteur dépose un volume de son produit à l'entrepôt et reçoit par l'entreposeur un reçu certifiant le dépôt, le volume et la qualité de son produit. Ce reçu équivalent d'une garantie permet à l'agriculteur d'obtenir un prêt auprès d'une banque qu'il peut utiliser à son gré.

Le crédit sur nantissement des stocks s'est montré efficace dans la réduction des pertes de stockage et constitue un système complémentaire au stockage sur la ferme. Selon les expériences à Madagascar, au Mali et au Niger, des technologies améliorées de production auraient ainsi été plus facilement adoptées par les paysans (Coulter, 2010).

Sur la base d'expériences dans plusieurs pays, Coulter et Shepherd (2001) discutent les avantages, les inconvénients et les éléments de succès de ce dispositif.

6. Expérimentation dans les pays des Suds : des modèles pour le Nord ?

De tous temps et dans toutes les cultures, les déchets organiques, les résidus de cultures et les produits impropres à la consommation humaine ont été valorisés dans l'alimentation des animaux d'élevage ; chez les pauvres, tout particulièrement dans les environnements difficiles, mais pas seulement, dans les pays du Nord comme des Suds[30]. Le bétail, en retour, fournit du fertilisant, de la force de travail, une source alimentaire riche en protéine et micronutriments, une monnaie d'échange et une « trésorerie à quatre pieds » face aux imprévus et aux aléas futurs (Faye et Duteurtre, 2009 ; Faye, 2011). La complémentarité entre l'homme, la plante et l'animal, qui est fondamentale aux systèmes agricoles mixtes de polyculture-élevage, est source de productivité des systèmes alimentaires et fait objet de nombreuses recherches (Herrero *et al.*, 2010). Des travaux portent par exemple sur l'amélioration de variétés céréalières (maïs, blé, sorgho, millet) à double finalité qui augmenteraient la capacité de nourrir les animaux avec les résidus de plantes sans

[30] Selon la FAO, deux tiers des ménages ruraux dans le monde possèdent des animaux d'élevage qui fournissent des moyens de subsistance à plus d'un milliard de personnes (FAO, 2009).

compromettre les rendements en grain (Herrero *et al.*, 2010).

Particulièrement efficaces dans la façon d'utiliser de la matière organique sont les systèmes intégrés qui associent l'aquaculture pour valoriser les effluents. Le système VAC[31] originaire du Vietnam est le système intégré le plus souvent cité dans la littérature, mais d'autres systèmes sur le même principe existent. Leur principe fondamental est qu'il n'y a pas de déchets définitifs : les déchets d'un système deviennent les inputs de l'autre, les nutriments sont entièrement recyclés.

La fermentation anaérobie, ou méthanisation, est une autre façon de valoriser les déchets organiques et les déjections d'élevage. Comme pour les systèmes intégrés, les pays d'Asie du Sud et du Sud-Est, et notamment l'Inde, connaissent depuis longtemps les systèmes de biogaz et leur développement s'est accéléré à partir des années 1970 (Barnett *et al.*, 1978), en particulier pour une utilisation familiale du biogaz (soutenu par la *Khadi Village Industries Commission, KVIC,* par exemple dès 1954). En dehors de la valorisation énergétique de la biomasse, le digestat, produit humide riche en matière organique, peut être utilisé comme fertilisant (Balasubramanian et Bai, 1992 ; Gopal *et al.*, 1996).

L'intérêt renouvelé pour les systèmes agricoles mixtes ou intégrés et pour la valorisation des déchets organiques concerne le Nord et le Sud. Quand cette valorisation devient une finalité en tant que telle pour l'agriculture, elle pose la question de la concurrence des usages de la biomasse agricole par rapport à la finalité alimentaire.

Ces divers exemples illustrent l'importance de replacer la question des pertes et du gaspillage alimentaires dans des analyses systémiques plus larges qui traitent la problématique générale de production et de valorisation de la biomasse agricole (voir chapitre 4). Le concept de circuit fermé, d'économie circulaire ou d'écologie industrielle (*closed-loop supply chain models*) qui s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels, où pertes, déchets et effluents générés dans un système deviennent input d'un autre système (Fan *et al.*, 2006) peut être un apport conceptuel important pour rendre les systèmes alimentaires plus durables.

7. Questions à la recherche

Au-delà d'un besoin général de données sur les pertes et gaspillages, plusieurs pistes de recherche se dégagent du fond de connaissances décrit ci-dessus.

7.1. Pays du Nord et pays des Suds

7.1.1. Besoin de données et de méthodes de quantification

Dans les pays du Nord comme des Suds, les pertes et le gaspillage alimentaires sont très peu connus, à l'exception des travaux dans quelques pays précurseurs (UK, Belgique, Suède, États-Unis) et les efforts de constitution de bases de données en Afrique subsaharienne notamment. En dehors du travail de chiffrage, qui reste à faire pour la plupart des pays, des méthodes de recueil de données sont à développer, notamment dans les pays qui n'ont pas

[31] L'acronyme VAC rassemble trois mots : V pour *vuon* (potager, et au sens large toutes sortes de plantes cultivées dans le jardin, le champ, la forêt), A pour *ao* (étang et toutes sortes d'activités de l'aquaculture dans les eaux douce, saumâtre et salée) et C pour *chuong* (enclos pour les animaux, signifie l'élevage du bétail et de la volaille, mais aussi des oiseaux et des abeilles). Le VAC le plus cité se compose de potager-poisson-porc. De nombreuses variations des systèmes intégrés associant parfois l'élevage d'autres animaux domestiques sont décrites (Kumar et Ayyappan, 1998) : poisson-canard, poisson-lapin, poisson-chèvre, poisson-volaille et, en particulier, poissons-ver à soie-muriers. Le système poisson-riz est connu en Inde et en Asie du Sud-Est depuis 1 500 ans, toutefois en déclin à cause de l'utilisation de nombreux insecticides dans la riziculture, nocifs pour les poissons.

de système statistique fiable. Ces méthodes de quantification devraient permettre d'obtenir de façon rapide et peu coûteuse des données représentatives sur l'ampleur des pertes et gaspillages.

7.1.2. Définitions

Les définitions et les concepts sous-jacents de pertes et de gaspillage alimentaires ne distinguent pas entre pertes au sens strict du terme et diverses formes de valorisation (alimentation humaine, animale, énergie, chimie, fertilisant) en tant que coproduit, sous-produit, déchets, alors que l'aliment ne répondant plus à sa fonction initiale, celle de nourrir, peut emprunter d'autres circuits de valorisation. Quelles définitions de pertes et de gaspillage alimentaires rendraient compte de la complexité des systèmes de production et de valorisation de la matière organique ? Il s'agit de questions techniques, statistiques et réglementaires.

7.2. Pays du Nord : limiter les gaspillages

Le gaspillage est toujours le résultat d'un compromis entre différentes contraintes et générateur d'impacts d'ordre sanitaire, environnemental (pollutions de l'air, des sols et de l'eau), économique et social ; dans les filières et dans les ménages, comment se fait l'arbitrage ? Quelles dimensions sont intégrées dans la prise de décision, lesquelles sont négligées ? Quels outils d'arbitrage peuvent soutenir le raisonnement complexe de ces dimensions ?

Pour que le compromis avec les exigences sanitaires ne se fasse pas au détriment de la santé des consommateurs, il faut développer des tests de détection du niveau sanitaire des produits rapides, précis et accessibles.

Au niveau des relations entre technologies, emballages et pertes de matière alimentaire (ACV du produit emballé entre l'emballage et les ressources utilisées pour le produit alimentaire : terre, eau, intrants, travail…), quelle modélisation des impacts croisés ?

Quels outils de décision mettre à la disposition des mangeurs et des opérateurs ?

Quelles technologies ou conceptions de procédés industriels pour mieux valoriser la matière première et pour augmenter la part comestible pour l'homme ? Il y a besoin de recherche intégrative pour une écoconception des procédés intégrant la réduction des pertes, une meilleure valorisation des coproduits, l'optimisation des contenants, emballages directs et indirects et leur volume dans les engins de transport, etc. Pour valoriser au mieux la matière première, on a besoin d'innovations dans la conception de produits alimentaires qui puissent être acceptés par les consommateurs.

Comment et sous quels moteurs ont évolué les attitudes et les valeurs associées à l'alimentation qui auraient conduit au gaspillage ?

Quels intérêts de quels acteurs vont à l'encontre d'une réduction des pertes et du gaspillage ? Quels effets négatifs seraient associés à la réduction du gaspillage, avec quelle ampleur (nombre d'emplois associés au gaspillage, poids économique du secteur de traitement de fin de vie) ?

Que peuvent apporter les connaissances sur les stratégies de recyclage et de valorisation des pays des Suds en perspective des systèmes agroalimentaires du Nord ? Système VAC ou principe VAC ? Quelles échelles spatiales sont pertinentes ? Quelle viabilité économique des systèmes en fonction de quels paramètres sociétaux (hausse du prix de l'énergie fossile, durcissement de réglementation environnementale…) ? Quelles modalités de mobilisation des acteurs issus de filières différentes ?

7.3. Pays des Suds, limiter les pertes post-récolte

Des recherches sont nécessaires pour caractériser les nombreuses variétés locales des cultures vivrières et les opérations post-récolte associées, par produit et par pays. L'idée est de décrire les spécificités biologiques et technologiques des variétés locales afin d'optimiser les systèmes post-récolte et de réduire les pertes. Ces connaissances seront à acquérir, mais existent en partie déjà du côté des sciences humaines et restent à mobiliser.

Quelles variétés sont les mieux adaptées pour quelle utilisation ? L'amélioration des variétés à double finalité, pour l'alimentation humaine et animale, peut optimiser les systèmes agricoles mixtes. La recherche de stratégies de valorisation des coproduits et des sous-produits peut d'emblée conduire à la conception de systèmes « zéro perte ». Il y a aussi besoin de recherches dans l'optimisation et la maîtrise des procédés de stabilisation des produits.

Quelles sont les options techniques (chaîne du froid, stockage, emballage, transport) les plus adaptées pour la réduction des pertes post-récolte ? Quels freins et quelles opportunités existent par rapport au contexte local, par exemple l'existence d'un marché rémunérateur, l'organisation des filières, un soutien par des traditions sociales et culturelles, l'accès à l'énergie ? Quels impacts environnementaux, économiques et sociaux de ces options sont attendus ? Y a-t-il conflit entre ces impacts ? Comment raisonner leur arbitrage, à l'aide de quel outil ? Besoin d'analyses sur retour d'investissements : y a-t-il un niveau de pertes acceptable ?

Quelles sont les stratégies innovantes, traditionnelles et modernes de prévention des pertes qu'on peut observer dans les pratiques des populations ? Quelles stratégies de récupération, de recyclage et de valorisation des produits ? Il s'agit de décrire les diverses pratiques pour rendre utile un produit impropre à la consommation ou de prévenir la perte de sa comestibilité.

Quels sont les impacts liés à la transformation des marchés agroalimentaires s'accompagnant de l'industrialisation des filières et de la pénétration de la grande distribution ? Quels sont les effets d'un durcissement des normes de qualité, publiques et privées, mises en place sur les marchés à la fois domestiques et d'exportation ? Entraînent-elles plus de pertes ? Favorisent-elles la création de circuits parallèles ? Quels effets santé pourraient apparaître ? Comment aider les paysans et les opérateurs post-récolte à se conformer aux normes ? Dans quelles conditions l'introduction de normes pourrait-elle au contraire aider à réduire les pertes ?

Dans les villes en particulier, quels changements de pratiques domestiques et de valeurs peut-on observer dans les ménages des classes moyenne et aisée et quels sont les impacts sur les pertes ? Y a-t-il gaspillage ?

Quels systèmes d'organisation entre opérateurs sont favorables à la réduction des pertes ? Par exemple, organisations de producteurs, dispositif permettant le crédit sur nantissement des stocks (voir encadré 7.3). Quel est le rôle de l'exigence qualité, de l'accès aux marchés ?

8. Conclusions

Le sujet des pertes et gaspillages est nouveau dans le domaine de la recherche. En effet, c'est depuis toujours une notion d'équilibre ménager. Mais devant les quantités colossales qui sont en jeu et l'effet des pertes et gaspillages sur l'ensemble de la biosphère, il redevient une priorité dans les efforts pour assurer la sécurité alimentaire mondiale et dépasse le domaine d'économie ménagère.

On a pu voir que les termes mêmes sont sujets à controverse, ce qui ne facilite ni les comparaisons ni la mesure de progrès éventuels. Cela soulève bien sûr des questions de

normes, de réglementation, mais aussi de recueil de données, de validation et de recherche de méthodes pour limiter pertes et gaspillages tant au niveau des ménages qu'au niveau macroéconomique.

Les possibilités de valorisation de ces déchets organiques sont une question associée aux pertes et gaspillages qui doit être traitée dans l'analyse de la production et de l'utilisation de la biomasse agricole dans son ensemble.

C'est bien par ces points que ce chapitre a une approche originale : une revue critique des définitions et concepts de pertes et gaspillages, les possibilités de valorisation et l'analyse systémique des flux de biomasse agricole, des questions de recherche multidisciplinaire allant au-delà de la recherche de solutions de réduction.

Il reste qu'avant de parler d'alimentation durable, une « révolution » des attitudes est nécessaire : considérer les pertes et gaspillages alimentaires comme anormales est une notion à redécouvrir individuellement et collectivement.

Chapitre 8. Commerce international, volatilité des prix et standards pour la durabilité

Auteurs : Sébastien Jean, Nicolas Bricas et Christophe Gouel

Contributeurs : Jean-Christophe Bureau, Armelle Champenois, Benoît Daviron, Alexandre Gohin et Élodie Maitre d'Hôtel

Les questions d'alimentation durable ne peuvent être circonscrites à la sphère nationale, dans la mesure où les interactions internationales sont indéniables. Ce chapitre s'interroge sur leur rôle, en se concentrant sur la volatilité des prix alimentaires mondiaux et sur les normes et standards, publics et privés.

La dimension internationale des questions d'alimentation durable se matérialise en premier lieu par les questions entourant la volatilité des prix agricoles. Si la volatilité en soi n'est en rien l'apanage des marchés internationaux, il est devenu difficile d'aborder cette question sans prendre en compte la dimension mondiale des marchés agricoles, aussi bien dans la formation des prix que dans les ajustements subséquents. Les questionnements en la matière sont devenus plus aigus à la suite des crises récentes des prix alimentaires. En relation avec la thématique de l'alimentation durable, ils amènent à s'interroger sur la nature des ajustements au niveau mondial et les contrastes afférents selon le niveau de développement du pays, mais également sur la justification et les modalités de l'intervention publique. Les politiques commerciales, directement en prise avec les interactions internationales, jouent un rôle particulier en la matière qui mérite d'être discuté pour analyser les enjeux inhérents à leur utilisation et à d'éventuelles disciplines associées à leur utilisation.

Mais l'interaction internationale ne se résume pas aux prix. Les échanges commerciaux influent en effet sur la capacité des agents publics et privés à édicter des normes et standards et à les appliquer, mais également sur le champ d'influence de ceux-ci ; réciproquement, les normes et standards peuvent influer substantiellement sur les échanges. Le développement rapide au cours des deux dernières décennies de normes et standards publics et privés liés aux questions de durabilité pose de ce fait une série de questions sur leurs motivations et sur leurs conséquences, en relation avec le commerce international.

1. Ajustement à la volatilité des prix mondiaux

Le taux d'ouverture des marchés de produits alimentaires peut paraître limité par rapport à nombre de produits manufacturés : les exportations représentaient en 2010 environ 7 % de la production mondiale de riz décortiqué, 11 % de celle de maïs et 19 % de celle de blé[32]. S'agissant de produits largement homogènes, ces pourcentages sont pourtant suffisants pour considérer que c'est au niveau mondial que s'établit l'équilibre offre-demande. De fait, même si on constate des différences liées aux qualités ou au lieu de livraison, il existe incontestablement un marché international pour ces denrées et c'est avant tout les déséquilibres entre l'offre et la demande sur ce marché que reflètent les évolutions de prix. On peut ainsi parler de prix mondial, ce qui pose la question de savoir sur qui repose *in fine* l'ajustement nécessaire. Si les prix agricoles sont si volatils, c'est précisément que la consommation réagit peu au prix. Le principal facteur d'ajustement dans les pays développés se trouve dans les changements de stocks de report. C'est seulement lorsque ces stocks atteignent un niveau minimum que les autres consommations s'ajustent et que les prix

[32] Chiffres calculés d'après *Production, Supply, and Distribution Database*, Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture.

deviennent à la fois élevés et volatiles. Parmi les différents usages, on considère souvent que les usages non dédiés directement à l'alimentation humaine sont plus élastiques que les usages alimentaires. C'est par exemple le cas de l'alimentation animale, qui substitue plus facilement entre les céréales que les consommateurs. Toutefois, les politiques de soutien aux biocarburants pourraient amener un changement qualitatif important. En effet, du fait des mandats d'incorporation, qui impose le mélange d'une proportion minimale d'agrocarburant au carburant d'origine fossile, la demande d'agrocarburants est particulièrement inélastique au prix et renvoie l'ajustement sur les autres usages.

Dans les pays en développement, les choses peuvent être un peu différentes. Tout d'abord, on y observe une corrélation plus forte entre production et consommation que dans les pays développés, soulignant un effet de lissage moindre des stocks et du commerce. Le stockage y est en effet souvent plus coûteux, du fait de technologies inadaptées et/ou de conditions climatiques défavorables). Les stocks de report sont faibles dans de nombreux pays africains et la période de soudure pendant laquelle les stocks de la récolte précédente s'épuisent, alors que la nouvelle récolte n'est pas encore arrivée, peut être l'occasion d'augmentations de prix très importantes. Du fait de la faiblesse des stocks de report et de moindres usages non alimentaires dans les pays les plus pauvres, la majeure partie des ajustements dans ces pays se fait soit *via* le commerce, soit *via* la consommation humaine. L'effet de la volatilité des prix sur l'alimentation y est de ce fait beaucoup plus direct que dans les pays riches. La FAO estime ainsi que la hausse des prix a augmenté le nombre de personnes sous-alimentées dans les pays en développement de 75 millions en 2007, par rapport à la moyenne des années 2003-2005 (FAO 2008, sur la base des évaluations du *World Food Programme*, confirme qualitativement ces résultats)[33]. Même au sein des pays pauvres, cependant, cet effet est très hétérogène. Il peut dépendre notamment du niveau et des sources de revenu, mais également, entre autres, du niveau d'épargne, des institutions, de l'action du gouvernement, du lieu de résidence et des mécanismes formels et informels de solidarité éventuellement disponibles. Ces déterminants de la vulnérabilité alimentaire mériteraient d'ailleurs sans doute une étude plus approfondie, dans la mesure où le ciblage des populations concernées est souvent déterminant pour l'efficacité des programmes d'assistance (Barrett, 2010).

1.1. Le rôle du commerce international

Le commerce international joue un rôle à part. Il est souvent perçu comme une force déstabilisatrice puisque des événements extérieurs aux conditions de production et de consommation locales peuvent avoir par son intermédiaire des conséquences dramatiques sur les prix domestiques. Politiquement, il peut aussi s'avérer dans bien des cas un bouc émissaire commode pour les gouvernants.

Pourtant, le commerce permet de répartir les chocs de rendement sur un marché plus vaste et donc de mutualiser le risque de production agricole. De fait, l'aléa productif est nettement plus faible à l'échelle mondiale qu'à l'échelle nationale (Wright, 2009), que l'on en juge à l'aune de la variance ou des épisodes extrêmes. Pour illustrer cet effet, la figure 8.1 représente pour le riz et le blé le coefficient de variation des rendements, par pays et dans le monde, sur la période 1960-2010 ; le calcul est effectué une fois extraite la tendance d'évolution des rendements. Le graphique couvre (par ordre décroissant de gauche à droite) les dix plus gros producteurs au monde en 2010, hors ex-Union soviétique. Dans les deux cas, aucun gros

[33] Si elle est la plus utilisée, l'évaluation par la FAO de la population sous-alimentée, basée sur des données d'alimentation au niveau national et de fortes hypothèses sur les répartitions intranationales, doit être considérée avec prudence et peut différer significativement d'autres méthodes d'évaluation (Barrett, 2010). Néanmoins, les résultats qualitatifs ne font pas de doute.

producteur ne présente de variabilité des rendements aussi faible que le monde pris dans son ensemble, loin s'en faut. Pour le blé dans l'Union européenne à 15, par exemple, le coefficient de variation est supérieur de moitié environ à celui du monde.

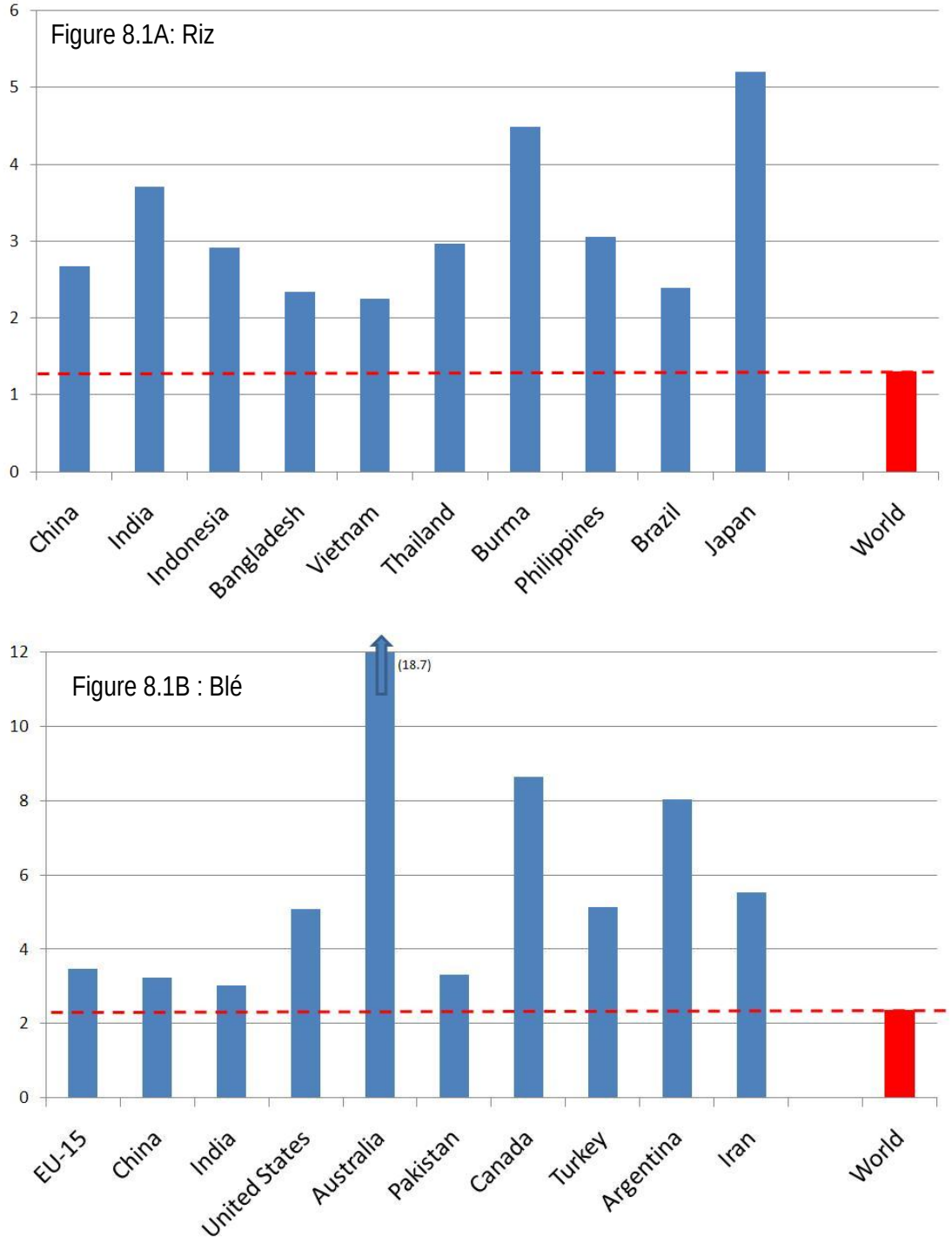


Figure 8.1. Coefficient de variation des rendements du riz (a) et du blé (b), par pays et dans le monde (1960-2010) (d'après *Production, Supply, and Distribution Database*, Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture). Tendance extraite par filtre Hodrick-Prescott avec un paramètre de 400.

Au-delà de cet indicateur synthétique de variabilité, on peut estimer que le plus important pour la sécurité alimentaire est d'éviter les épisodes extrêmes. De ce point de vue, c'est plutôt la plage de rendement (une fois extraite la tendance) qu'il faut mesurer, afin de prendre la

mesure des événements les plus extrêmes observés. La figure 8.2 montre que le constat est similaire sous cet angle, puisqu'aucun gros producteur ne présente de plage de rendements aussi restreinte que celle du monde pris dans son ensemble.

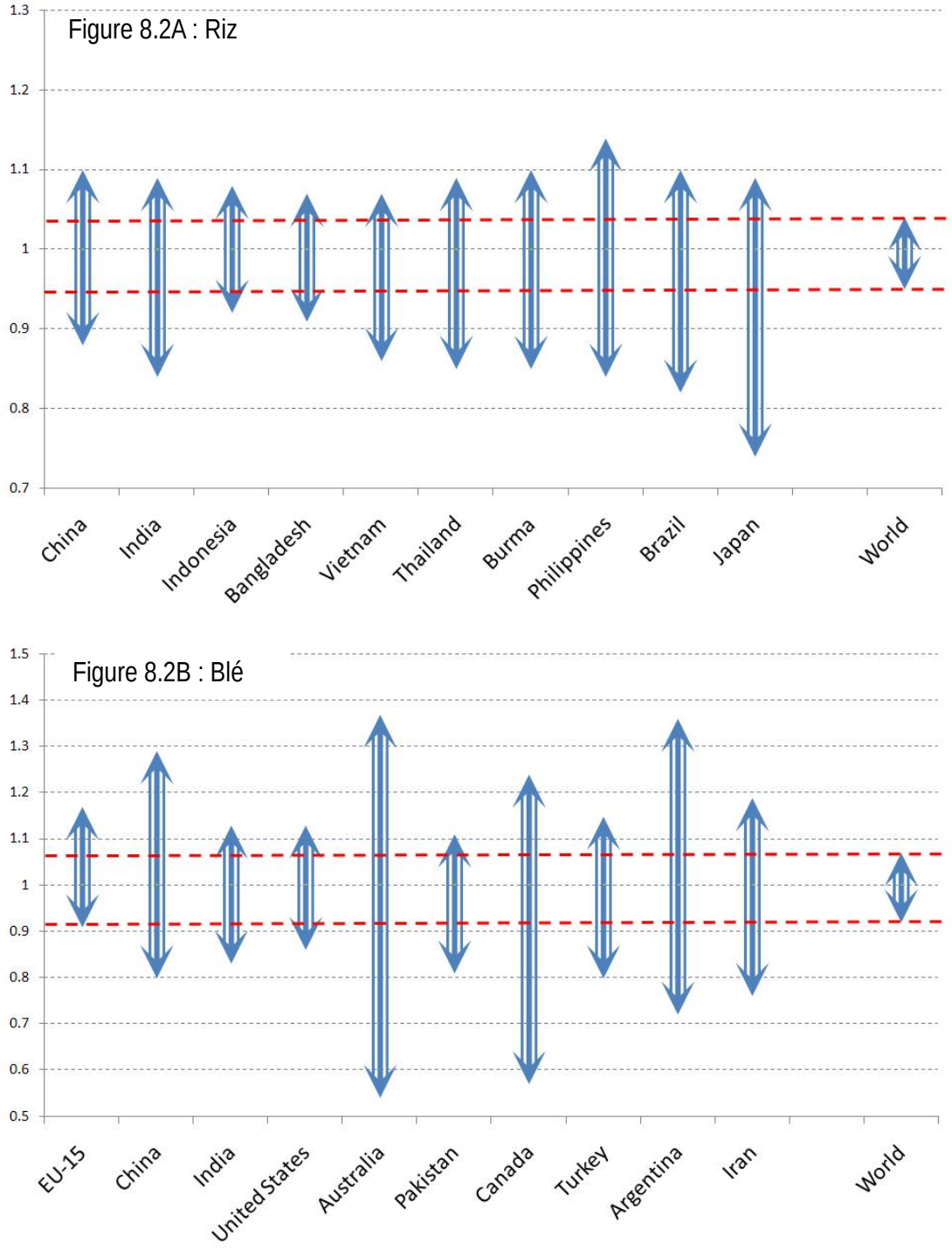


Figure 8.2. Plage de variation des rendements du riz (a) et du blé (b), par pays et dans le monde (1960-2010) (d'après *Production, Supply, and Distribution Database*, Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture). Tendance extraite par filtre Hodrick-Prescott avec un paramètre de 400.

1.2. Coût de la volatilité pour les consommateurs

L'analyse économique apporte une réponse ambiguë à la question de l'utilité de l'intervention publique face à la volatilité des prix des produits alimentaires. Les premières recherches de Waugh (1944) ont montré que les consommateurs tendraient à préférer une situation avec des prix instables plutôt qu'une situation avec des prix stabilisés à la moyenne, car les consommateurs vont plus bénéficier des prix bas que souffrir des prix élevés. Cette première analyse négligeait le fait que les individus ont tendance à avoir de l'aversion vis-à-vis des situations risquées, même si ces situations leur apportent des bénéfices marginaux. La prise en compte de l'aversion au risque des consommateurs permet de trouver des situations dans lesquelles les consommateurs souffrent de la volatilité (Turnovsky *et al.*, 1980), mais cela ne se produit que lorsqu'une part importante du revenu des ménages est consacrée au bien étudié ou lorsque leur aversion au risque est très élevée.

La difficulté à trouver des gains significatifs pour les consommateurs à une stabilisation des marchés agricoles s'explique d'au moins deux manières : i) la volatilité des prix agricoles n'est probablement pas un problème pour les consommateurs des pays riches (hors populations précaires) dans lesquels la part budgétaire dédiée aux matières premières agricoles est très faible et ii) le cadre d'analyse de l'économie du bien-être néglige aujourd'hui des aspects essentiels de la consommation alimentaire. De fait, les articles cités précédemment s'appliquent tout autant à l'analyse de la volatilité des prix du pétrole qu'à celle des prix alimentaires. Or, l'alimentation a une place spécifique dans la consommation, car elle ne peut pas décroître trop sans engendrer des conséquences très négatives. Ces conséquences ont été l'objet de nombreux travaux récents en économie qui s'attachent à faire le lien entre les épisodes de famine et les conséquences en termes de santé et de productivité (Almond *et al.*, 2010 ; Chen et Zhou, 2007 ; Gorgens *et al.*, 2011 ; Hoddinott *et al.*, 2008 ; Meng et Qian, 2009 ; Neelsen et Stratmann, 2010). Cependant, il est encore difficile de faire le lien entre les conséquences d'une sous-nutrition et leur impact économique.

1.3. Justifications à l'intervention publique

Il ne suffit pas que la volatilité soit coûteuse pour les consommateurs pour justifier une intervention publique, encore faut-il que la situation puisse être améliorée par l'intervention publique, ce qui revient en fait à chercher à prouver l'existence de défaillances de marchés. De nombreuses défaillances ont été mises en avant, les principales seraient : i) l'incapacité à gérer le risque de prix (Newbery, 1989), les consommateurs des pays pauvres ont des moyens d'épargne et d'endettement limités ne leur permettant pas facilement de s'assurer contre les risques de prix élevés ; ii) du fait de ce manque de couverture, les périodes de prix élevés s'accompagnent souvent de troubles sociaux, maladies, vols (Walter et Wrightson, 1976) ; iii) même dans un marché fonctionnant parfaitement, il est tout à fait possible qu'une partie de la population ne soit pas en mesure de transformer ses besoins alimentaires en demande alimentaire, créant le besoin d'une redistribution publique afin d'assurer une dotation minimale à chacun.

Ces justifications s'appliquent plus particulièrement aux pays en développement. Dans les pays riches, la part budgétaire de l'alimentation est trop faible dans la plus grande partie de la population pour justifier une intervention d'importance. Si certaines populations plus fragiles devaient souffrir particulièrement de la volatilité, des politiques sociales ciblées pourraient traiter ce problème.

En outre, une politique de stabilisation peut avoir une multitude d'effets secondaires. La réduction de la volatilité des prix peut notamment altérer substantiellement les incitations à la production, avec des conséquences potentielles importantes. Des producteurs ayant de

l'aversion au risque peuvent ainsi être poussés à produire plus, ce qui fait baisser les prix moyens, en particulier lorsque la demande est convexe par rapport au prix (Wright, 1979). Lorsque la politique de stabilisation repose initialement sur un objectif de prix, elle risque en outre d'être interprétée comme instaurant un prix minimum *de facto*, ce qui renforce d'autant cet effet sur les incitations à la production.

Par ailleurs, dans la mesure où les justifications théoriques de l'intervention reposent sur l'incomplétude des marchés, il convient de s'interroger sur les déterminants de l'extension et de la nature des marchés. Dans les pays pauvres, un certain nombre de marchés d'assurance semblent très difficiles à mettre en place, étant donné l'insuffisance du cadre institutionnel, mais une réflexion gagnerait à être menée sur les conditions d'élaboration d'outils utiles pour faire face à la volatilité des prix. Dans les pays riches, les interventions publiques elles-mêmes influent fortement sur l'existence et la nature des marchés : en limitant la volatilité des prix, on réduit les incitations à développer des instruments pour y faire face. L'absence ou le moindre développement d'outils de partage et de couverture du risque peuvent donc eux-mêmes être un effet secondaire des politiques de stabilisation.

2. Gestion de la volatilité des prix alimentaires : politiques et alimentation durable

Si la justification d'une intervention publique pour la gestion des risques agricoles reste aujourd'hui encore largement controversée sur le plan académique, leur pratique est un fait dans de nombreux pays, ce qui pose un certain nombre de questions relatives à leur mode de gestion. Avec l'envolée des prix agricoles et alimentaires de 2007-2008 et les crises alimentaires qui ont suivi, ces questions ont pris une importance particulière (von Braun *et al.*, 2008). De multiples débats existent quant à l'origine de cette volatilité, à la justification d'une intervention publique, aux interventions à privilégier, selon leur objectif (réduire la volatilité des prix alimentaires ou en limiter les effets), selon leur mode de gouvernance (régulation par le marché ou par l'État) ou encore selon leur niveau (national, régional, voire local), enfin sur les niveaux de volatilité que l'on peut considérer acceptables ou excessifs.

Concrètement, depuis quelques années, on observe dans les pays en développement un certain renouveau des politiques de gestion de la volatilité des prix alimentaires (Abbott, 2010), ce qui pose deux types de question. Le premier est celui des conditions d'efficacité des politiques de gestion de la volatilité des prix alimentaires dans les pays en développement. Le deuxième est celui de la compatibilité des politiques nationales de gestion de la volatilité des prix alimentaires avec les règles du commerce international.

Nous disposons de peu de recul par rapport au renforcement des interventions publiques destinées à limiter la volatilité des prix alimentaires dans les pays en développement, ces interventions ayant dans bien des cas été mises en place en réaction aux crises alimentaires de 2007-2008 et 2010-2011. Il semble toutefois que les expériences aient été contrastées, le renforcement de l'intervention se traduisant dans certains cas par une limitation de la volatilité des prix (Madagascar 2008), mais dans d'autres cas par une absence d'effet sur la volatilité (Mali 2005, Mali 2008), voire même une exacerbation de cette volatilité (Madagascar 2004, Kenya 2008). Ces contrastes posent des questions quant aux conditions d'efficacité de ces politiques. Certaines études de cas ont mis en évidence que le contexte institutionnel dans lequel s'insèrent les politiques est un élément déterminant de leur efficacité. Les éléments suivants apparaissent particulièrement cruciaux :

- la capacité de l'État à gérer les coûts liés à la mise en place de l'intervention, particulièrement élevés dans le cas de gestion de stocks tampons (Gérard *et al.*, 2011) ou

à mettre en place des systèmes innovants de partage de ces coûts, par exemple par des systèmes de subventions publiques temporaires au stockage privé (Baris et Cordier, 2011) ;

- la capacité de l'État à mettre en place des interventions de manière prévisible de façon à ce que les opérateurs privés puissent convenablement anticiper l'action du gouvernement et se positionner sur les marchés en conséquence, notamment dans le cas d'activités en lien avec le commerce extérieur (Byerlee *et al.*, 2006 ; Chapoto et Jayne, 2010 ; Tschirley et Jayne, 2010) ;
- la capacité de l'État de s'assurer de la mise en place effective et du respect des interventions, cruciale par exemple dans le cas de mesures aux frontières (Gérard *et al.*, 2011). En effet, dans de nombreux pays en développement, le commerce informel peut représenter une part importante du commerce international ce qui est susceptible de fortement limiter l'efficacité de politiques domestiques qui ne seraient pas coordonnées au niveau régional (Tschirley et Jayne, 2010) ;
- la capacité de l'État et des opérateurs privés à s'appuyer sur des capacités d'expertise solides, à même d'orienter les arbitrages politiques, que ces arbitrages portent sur la mise en place de politiques en lien avec le commerce extérieur (définition des mesures tarifaires pour le contrôle des importations et exportations) ou avec le marché intérieur (définition du niveau optimal de stockage et des prix de déclenchement des opérations) (Timmer, 2010).

La mise en place de structures de concertation entre opérateurs publics et privés est également mentionnée comme constituant un élément permettant de favoriser les éléments précédemment cités (Fouilleux, 2010). Au-delà de ces études de cas, l'importance relative de ces conditions dans la capacité des politiques à limiter la volatilité des prix alimentaires reste à déterminer.

3. Utilisation des politiques commerciales pour faire face à la volatilité des prix

Si les interventions de politiques commerciales ont été largement commentées dans le contexte des crises récentes de prix agricoles, elles sont en fait courantes. En se basant sur une estimation du taux nominal d'assistance à l'activité agricole par secteur, Anderson et Nelgen (2010) ont ainsi montré que les mesures aux frontières sont négativement corrélées à l'évolution des prix mondiaux. La figure 8.3 illustre l'exemple du riz en Asie du Sud-Est, mais cette relation est observée d'une façon assez générale. Le lien est significatif aussi bien pour les pays industriels que pour ceux en développement, dans les années 1970 comme aujourd'hui. Il résulte de l'utilisation de restrictions ou incitations (fiscales le plus souvent, mais pas seulement) aux exportations ou aux importations. Pour comprendre leur mise en œuvre, il faut distinguer deux cas.

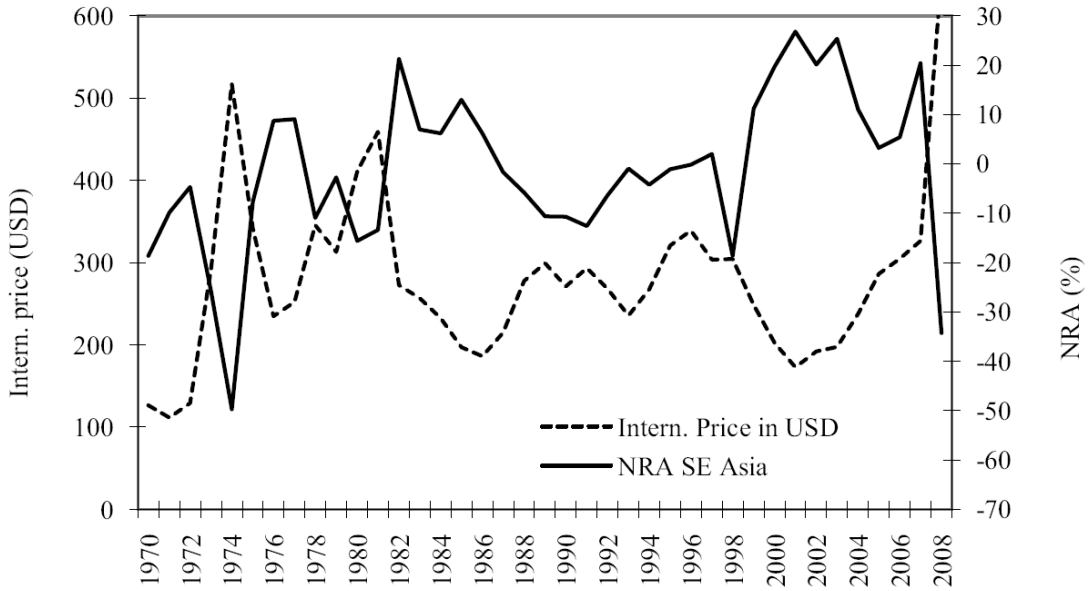


Figure 8.3. Prix interne et taux d'assistance par la politique commerciale : l'exemple du riz en Asie du Sud-Est (1970-2008) (d'après Anderson et Nelgen, 2012).

Le cas le plus classique correspond à ce que l'on peut qualifier de situation d'abondance. Il s'agit d'un épisode de prix relativement bas ou plus généralement d'un contexte où l'accent est mis sur la concurrence entre exportateurs pour l'accès aux marchés. Les interventions répondent à une demande de protection des producteurs et conduisent à utiliser une combinaison de restrictions aux importations et d'incitations aux exportations. Le lien avec la volatilité des prix est plus ou moins clair selon les cas, mais il est évident notamment lorsque ces mesures sont prises pour soutenir un mécanisme de prix minimum garanti. L'exemple le plus illustratif en est probablement la politique européenne avant la mise en œuvre de l'accord de Marrakech, où les prix d'interventions étaient maintenus à l'aide de droits variables à l'importation et de subventions à l'exportation. Des systèmes de « bandes de fluctuation de prix » (*price band*) sont également utilisés dans quelques pays, en particulier en Amérique latine. De façon plus générale, il est clair qu'un certain nombre de pays ajustent ponctuellement leur niveau de protection douanière en tenant compte du niveau et des perspectives des prix mondiaux.

Les préoccupations de sécurité alimentaires amènent à mettre l'accent sur un autre type de cas, correspondant au contraire à des situations de rareté. Ces épisodes sont marqués par des prix élevés ou plus généralement par la concurrence entre importateurs pour la sécurisation des approvisionnements à prix modérés. Il s'agit dans ce cas de répondre à une demande de protection des consommateurs, en particulier les plus vulnérables. La politique commerciale peut être utilisée dans ce contexte au travers de restrictions aux exportations ou d'incitations aux importations. Les mesures touchant les exportations ont connu un retentissement particulier, parce que certaines d'entre elles ont eu un impact soudain et considérable sur les marchés internationaux. C'est le cas en particulier des restrictions aux exportations mises en œuvre par la Thaïlande sur le riz en 1973, par l'Inde, le Vietnam et la Chine sur le riz en 2007-2008, par la Russie et l'Ukraine sur le blé en 2010-2011. Cependant, les mesures favorisant les importations sont également courantes. Les achats frénétiques de riz par les autorités philippines pour augmenter leurs stocks à l'automne 2007 sont un exemple du caractère potentiellement soudain de ces mesures (Timmer, 2010). Au-delà, Demeke *et al.* (2009) estiment que 25 pays ont diminué leurs droits de douane sur les denrées alimentaires de base en 2007-2008. Et la subvention directe ou indirecte des

importations est inhérente aux systèmes de prix garantis appliqués par un certain nombre de pays en développement sur les denrées de base, le cas le plus exemplaire étant probablement celui du pain, de la farine et des huiles végétales en Afrique du Nord.

La succession récente de deux crises des prix alimentaires amène d'ailleurs à s'interroger sur un possible changement de contexte : après des décennies de situations le plus souvent caractérisées par l'abondance, comme cela a été essentiellement observé depuis les années 1980, ces événements récents témoignent-ils d'une entrée dans une ère de rareté ? Il est trop tôt pour répondre de façon définitive à cette hypothèse, mais Wright (2009) souligne à propos de la crise de 2007-2008 qu'elle ne semble pas refléter une incapacité chronique de l'offre à répondre à la demande, même si celle-ci est dynamique dans les pays en développement ; à une exception près, toutefois, la demande supplémentaire liée au développement des agrocarburants. La capacité des politiques publiques à augmenter cette demande significativement et rapidement, comme cela a été le cas ces dernières années aux États-Unis et en Europe, dépasse les capacités d'ajustement de l'offre. Si ces politiques devaient être poursuivies durablement, elles pourraient en effet créer un contexte de rareté, soit par effet direct de demande sur certains produits alimentaires, soit par effet indirect lié à la concurrence pour l'usage des sols. Une question corrélative concerne l'entrée dans une phase de volatilité accrue des prix mondiaux. Mais là non plus, l'analyse des données actuellement disponibles ne permet pas de conclure à une telle augmentation durable, en dépit des épisodes récents. Gilbert et Morgan (2010) soulignent d'ailleurs que la volatilité des prix agricoles a d'une façon générale été plus faible au cours des deux dernières décennies que précédemment. Si la volatilité a tendu à augmenter récemment, elle n'est pas incohérente avec les observations historiques, à l'exception du riz. Leur principale conclusion est qu'il est trop tôt pour en tirer des leçons claires, ce qui signifie que de nouvelles recherches dans ce domaine seront utiles lorsqu'un peu plus de recul sera possible.

Quel que soit le contexte, la politique commerciale présente des attraits incontestables pour contrer la volatilité des prix. Elle est relativement simple à mettre en place et permet d'espérer des résultats substantiels et rapides. La stabilisation des prix internes à l'Union européenne jusqu'en 1992 a par exemple été incontestable et les pays ayant fortement restreint leurs exportations ont d'une façon générale largement réussi à s'isoler du marché mondial. Une politique de stockage demande d'anticiper et d'acquitter un coût de stockage et elle est limitée par le niveau des stocks ; rien de tel pour la politique commerciale. Mais les inconvénients de la politique commerciale sont réels eux aussi : leur caractère distorsif est à l'origine d'un coût d'efficacité ; en isolant des signaux de marché, leur utilisation systématique crée des problèmes d'allocation des ressources, favorisant la production dans un contexte de prix mondiaux faibles, tendant à la réduire dans le cas contraire ; enfin, leur mise en œuvre peut être problématique, soit parce qu'elle donne lieu à des fraudes ou des contournements, soit parce qu'elle est inadaptée dans sa conception et/ou dans l'information à son propos (Jayne et Tschirley, 2009). L'analyse des politiques et la conception de règles optimales sont des pistes de recherche importantes à cet égard. En outre, si elles permettent effectivement d'éviter les épisodes de prix extrêmes, les politiques commerciales ont des effets redistributifs très importants par rapport à la protection qu'elles apportent (Gouel et Jean, 2011). Par exemple, des restrictions aux exportations induisent un transfert de richesse important en termes relatifs des producteurs vers les consommateurs. De ce point de vue, des mesures ciblées sur les agents que l'on souhaite protéger sont préférables.

En terme de gouvernance internationale, cependant, le principal problème posé par l'utilisation des politiques commerciales pour combattre la volatilité des prix est son caractère non coopératif. Dans tous les cas, en effet, ce type d'intervention conduit à s'isoler, partiellement ou complètement, des fluctuations du marché mondial. Cela revient à limiter la

part que le pays prendra dans l'ajustement au déséquilibre sous-jacent entre l'offre et la demande. Les effets indirects sur le prix mondial vont d'ailleurs à l'encontre des effets directs sur les prix internes, ce qui diminue l'efficacité de telles mesures pour un grand pays et pourrait même l'annuler dans un cas extrême (Martin et Anderson, 2011). Plus généralement, il s'ensuit des conséquences négatives entre pays, les mesures prises par l'un opérant au détriment des autres.

Ce risque a depuis longtemps été identifié dans le contexte de la concurrence entre exportateurs et de prix mondiaux faibles. Le système commercial multilatéral, conçu dans un contexte marqué par le traumatisme de la guerre commerciale des années 1930, puis dominé par des préoccupations mercantilistes, a d'ailleurs été pensé pour le limiter. C'est ce qui explique que des disciplines contraignantes encadrent l'utilisation des restrictions aux importations et des subventions aux exportations. Dans un contexte de prix élevés et de concurrence pour les approvisionnements, en revanche, le système commercial multilatéral apparaît relativement démuni. Ainsi, aucune règle contraignante n'est fixée concernant les subventions aux importations. Les restrictions aux exportations sont quant à elles sujettes comme les autres mesures à l'interdiction d'usage de restrictions quantitatives (GATT, *General Agreement on Tariffs and Trade*, Article XI.1), mais des exceptions sont notamment prévues « pour prévenir une situation critique due à une pénurie de produits alimentaires ou d'autres produits essentiels » (Article XI.2.a) et pour assurer la stabilisation des prix (Article XX.i, ciblant les industries transformatrices).

Dans ce contexte, des voix se sont élevées pour demander une réglementation plus stricte des restrictions aux exportations. De fait, le sujet mérite un examen plus approfondi, sans toutefois restreindre son cadre. Il ne s'agit pas seulement des restrictions aux exportations, mais aussi des subventions (ou autres mesures incitatives) aux importations et, au-delà, des politiques commerciales dans un contexte de rareté. La réflexion doit aussi prendre en compte les particularités des pays les plus pauvres, tant il est clair que la question se pose de façon très différente selon la part des biens alimentaires concernés dans le budget global, la capacité des agents à se prémunir par eux-mêmes et les alternatives crédibles que le gouvernement peut mettre en œuvre. La réflexion doit également porter sur les conséquences de ces mesures sur l'occurrence de ces contextes de rareté.

Il s'agit d'un véritable défi pour le système commercial multilatéral, parce que les enjeux politiques sont souvent très lourds dans un contexte de rareté et d'incertitude grandissante en lien avec le défi du changement climatique, si bien qu'il est difficile de rendre crédibles les engagements éventuellement pris par les gouvernements des pays membres. En outre, le système actuel de règlement des différends est basé sur une temporalité relativement courte à l'échelle des conflits de droit international, ce qui explique une partie de son succès ; comparée à la soudaineté des crises alimentaires, cependant, les procédures apparaissent beaucoup trop lentes pour pouvoir prétendre influer en temps utile. Si les cycles de prix bas sont souvent durables, les prix hauts résultent le plus souvent de crises soudaines et brutales, tant dans leur genèse que dans leurs conséquences. Par nature, le commerce induit une dépendance réciproque ; la crédibilité des engagements des partenaires commerciaux est donc un sujet important, qui mériterait des recherches futures.

4. Barrières non tarifaires, échanges internationaux et standards pour la durabilité

L'interaction inhérente aux relations commerciales va bien au-delà des questions de prix, elle influe également sur la capacité des agents publics et privés à édicter des normes et à les faire respecter. De fait, ces dernières décennies ont vu se multiplier des normes de qualité des matières premières agricoles et des produits alimentaires échangés sur les marchés internationaux (il faut souligner que nous utilisons ici le mot « norme » dans un sens très extensif, puisque dans le langage administratif, une norme est volontaire, par opposition à un règlement technique, obligatoire). Ces normes ou standards ont concerné d'abord la qualité sanitaire des produits, notamment les résidus de pesticides et les teneurs en mycotoxines. Ces normes ont été initialement publiques, nationales, puis internationales (le *Codex Alimentarius,* où sont compilés des résultats scientifiques qui sont depuis 1995 des références dans le cas de différends commerciaux, en est un exemple). Si certains standards sont obligatoires, un ensemble croissant de procédures facultatives, souvent issues de consortiums privés, a émergé. Or, parce qu'elles sont imposées par l'industrie et par la distribution, ces normes privées s'imposent *de facto* aux producteurs de nombreux pays.

Les normes publiques peuvent constituer de nouveaux moyens pour les pays ou les régions de réguler leurs importations et de protéger leur production. Les obstacles au commerce qui résultent des normes publiques ont été illustrés dans de nombreux rapports (OCDE, 2000). Souvent, cependant, la frontière est floue entre une utilisation ouvertement protectionniste de ces réglementations publiques et des effets négatifs indirects sur le commerce qui résultent d'une protection des consommateurs ou de la faune et la flore. C'est pour établir des règles transparentes sur ce point que des accords sur les mesures sanitaires et phytosanitaires (Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires, ou accord SPS) et sur les barrières techniques au commerce (*Agreement on Technical Barriers to Trade* ou TBT, selon le sigle anglophone) ont été inclus dans l'accord de Marrakech. Ces accords imposent non pas une preuve scientifique (ce point a été clairement affirmé par la jurisprudence), mais des éléments étayés par des résultats scientifiques pour justifier de standards qui vont au-delà de références internationales acceptables (comme par exemple le *Codex Alimentarius*) encadrant les pratiques considérées comme légitimes. L'objectif de ces accords SPS et TBT est d'éviter des mesures arbitraires qui seraient utilisées exclusivement à des fins de restriction du commerce.

Les acteurs privés ont mis en place leurs propres standards, souvent initiés pour des raisons de conformité industrielle, pour organiser la chaîne d'approvisionnement et garantir la sécurité sanitaire, ou encore pour limiter les risques juridiques dans le cas d'un problème sanitaire mettant en cause leur responsabilité (Barrientos *et al.*, 2001 ; Fulponi, 2006 ; Meuwissen *et al.*, 2003 ; Nadvi et Waltring, 2003). Ces normes privées permettent aussi aux entreprises de mettre en place des procédures cohérentes sur le plan de la qualité et peuvent contribuer à favoriser le commerce international autour de produits, en particulier dans le cadre du commerce de biens intermédiaires. Néanmoins, ces standards privés ont aussi pour conséquence d'exclure certains producteurs et parfois certains pays du marché. Or, ces exigences privées ne font pas l'objet d'un cadre institutionnel comme l'OMC qui permet de régler les différends.

En plus de ces normes privées essentiellement techniques, les années 1990 ont vu une prolifération d'initiatives établissant des standards définis en référence au développement durable, dont la portée est d'emblée internationale. Les acteurs privés ont initié ce mouvement

par le biais des standards d'entreprises (codes de bonne conduite, directives aux fournisseurs, principes de conduite durable des affaires, etc.). De grandes entreprises souvent transnationales ont également eu recours à des ONG reconnues et réputées pour témoigner de leur prise de conscience des questions sociales et environnementales. Parallèlement, la définition de standards de durabilité dans le cadre d'initiatives multi-parties prenantes a débuté au milieu des années 1990, avec le *Forest Stewardship Council* (1993) et le *Marine Stewardship Council* (1997). Ce mouvement s'est accéléré durant les années 2000 avec l'apparition de plusieurs initiatives – souvent qualifiées de « tables rondes » – portant sur des cultures spécifiques (soja, huile de palme, coton, canne à sucre, café, tabac, etc.) et fondées sur le dialogue, le partenariat, la certification et la labellisation (Segerlund, 2010). Ces initiatives organisent la discussion, en vue de la définition des standards entre une variété d'acteurs aux intérêts supposés divergents (Fransen et Kolk, 2007 ; Pattberg, 2005). Les entreprises qui les mettent en œuvre les imposent à leurs nombreux fournisseurs. Ainsi, *Euro Retail Group* (Eurep), un réseau des détaillants européens ayant développé un standard privé de ce type portant sur les bonnes pratiques agricoles (*GlobalGap*) l'impose à un grand nombre de fournisseurs à travers le monde : plus de 102 000 producteurs dans 108 pays ont été certifiés en référence à ce standard en 2010. *GlobalGap* est ainsi devenu une réglementation de base pour le commerce international des produits agroalimentaires (Neilson et Pritchard, 2009). Les exigences de traçabilité des produits se développent également. Dans ce domaine, l'Union européenne est particulièrement en avance, à la fois sur le plan des exigences publiques mises en place sous l'impulsion des mouvements de consommateurs et sur le plan des exigences des distributeurs, qui vont souvent au-delà des standards publics, pour circonscrire rapidement tout problème potentiel, mais aussi pour se prévenir d'un risque juridique.

Au total, les normes publiques comme privées participent à une segmentation des pays et de fait à un protectionnisme sélectif, même lorsque la préoccupation initiale est la protection du consommateur (qui n'est pas contestable et permet la loyauté des échanges) ou celle des plantes et des animaux. C'est le cas en particulier pour les pays les plus pauvres où les infrastructures, les qualifications, le suivi administratif permettent difficilement de respecter les normes exigées dans l'UE. Ainsi, les exigences sanitaires (certification HACCP, *Hazard Analysis Critical Control Point*) ou le besoin de disposer de capacité de réaction face à une crise sanitaire (condition pour pouvoir exporter des produits animaux dans les pays développés) amènent à limiter de fait le nombre de pays capables d'exporter un bien vers l'Europe ou les États-Unis. Avec le renforcement des exigences de traçabilité, cet effet est amplifié par les normes privées. Le contraste est ainsi saisissant entre un groupe de pays latino-américains qui a su répondre rapidement aux exigences européennes publiques comme privées et un grand spectre de pays variés, allant de la Moldavie à la Mauritanie qui, malgré des droits de douane nuls et une aide technique spécifique, ne peuvent espérer exporter des produits animaux vers l'UE. Au Chili, les acteurs de ces pays reconnaissent ainsi fréquemment que l'imposition de normes de qualité, de traçabilité très élevées par l'Union européenne et le Japon a eu un effet structurant et a facilité leurs exportations vers les pays tiers.

5. Questions à la recherche

Au terme de cette analyse synthétique, beaucoup de questions restent à creuser pour mieux comprendre les interactions entre commerce international et alimentation durable.

Concernant la volatilité des prix, si les causes de la hausse récente des prix alimentaires ont été largement étudiées, ses conséquences mériteraient sans doute une analyse approfondie. En particulier, il semble nécessaire d'élargir le cadre d'analyse des coûts de l'instabilité pour intégrer ses effets sur la santé (liés aux aspects quantitatifs, mais aussi qualitatifs de l'alimentation) et ses conséquences sur l'éducation, voire sur la vie sociale et politique. De fait, une telle analyse concerne autant les coûts de l'instabilité que les défaillances de marché au regard de ces différents critères. Cette analyse peut aussi être élargie pour questionner les trajectoires de développement et les modalités de transmission des prix.

Les interventions publiques, lorsqu'elles sont décidées, méritent aussi d'être mieux étudiées pour approfondir la compréhension des conditions de leur efficacité, aussi bien au regard de la structure institutionnelle que des outils utilisés. Les conséquences de ces interventions posent aussi question, notamment quant à leur influence sur le développement, voire l'existence même, des marchés de partage du risque. Considérer le cadre institutionnel et la nature des marchés comme exogènes risquerait d'obérer une partie importante des conséquences de la mise en place ou de la suppression d'interventions publiques.

L'utilisation des politiques commerciales à des fins de stabilisation pose en particulier des questions de gouvernance internationale. En dépit de l'existence de coûts potentiellement importants de l'absence de coordination, aucune discipline multilatérale sérieuse n'existe dans un contexte de rareté. Une première question porte sur la pérennité de ce contexte de rareté ; les épisodes récents ne permettent pas de conclure pour l'instant à un changement de paradigme, mais cette hypothèse ne peut toutefois pas être exclue et à tout le moins le cadre de référence des analyses est à repenser, en explorant de nouveaux instruments. Les conséquences des politiques mériteraient aussi de plus amples travaux ; en particulier, si les restrictions aux exportations ont été l'objet d'une attention soutenue, cela n'est pas le cas des mesures d'incitation aux importations, qui jouent pourtant un rôle symétrique loin d'être négligeable. Quant aux disciplines multilatérales envisageables, la question a été jusqu'ici essentiellement posée en termes politiques, mais peu étudiée d'un point de vue économique. Un premier thème d'importance à cet égard est celui de l'asymétrie entre pays riches et pauvres, étant donné les différences concernant à la fois l'importance des denrées de base dans les budgets des ménages et la capacité des différents acteurs à faire face à l'instabilité des prix. Au-delà, c'est la question de la crédibilité des engagements éventuels qui est posée, dans la mesure où les questions alimentaires revêtent une importance politique majeure, qui rend très problématique la crédibilité d'engagements contraignants. Cette difficulté, partagée par toutes les parties, à s'engager de façon contraignante doit être inscrite d'emblée dans le champ de l'analyse pour pouvoir raisonner de façon plus constructive quant à l'élaboration éventuelle de disciplines internationales.

Le développement des normes de qualité pose quant à lui quatre grands types de questions à la recherche.

La première concerne les effets de ces barrières non tarifaires sur les échanges internationaux et leur géographie. Tous les pays ne sont pas dotés initialement des mêmes capacités à respecter les normes et leur application peut modifier la place de chaque pays sur les marchés. En outre, la capacité des producteurs à respecter ces exigences accrues peut être très hétérogène au sein même des pays. Par ailleurs, un certain nombre de pays tendent

à sortir du jeu mondial jugé trop contraignant pour investir des jeux régionaux moins contraignants, notamment en Asie. Quelles seraient les conséquences d'une telle fragmentation des marchés internationaux ? La question du rôle croissant des pays émergents dans cette gouvernance par les normes mérite ainsi une forte attention.

La deuxième concerne les effets de ces normes sur les formes d'agriculture. Certains auteurs considèrent que la mise en conformité de ces normes représente des coûts d'investissement et/ou de certification difficilement supportables pour les petits producteurs, notamment dans les pays des Suds (Berdegué *et al.*, 2005 ; Daviron, 2002). Ceci tendrait à accélérer leur exclusion du marché. Plusieurs auteurs ont souligné le fait que les crises sanitaires ont été des moyens d'accélérer l'industrialisation de l'agriculture au nom de la protection contre les risques d'épidémie (l'abattage des poulets fermiers au Vietnam lors de la crise de la grippe aviaire en est un exemple ; Figuié et Fournier, 2010). D'autres auteurs considèrent au contraire que ces normes, lorsque leur mise en œuvre est accompagnée de conseils techniques, de contrats d'achats et de crédits, sont des moyens d'inclusion dans le marché et de meilleure rémunération des petits producteurs (Minten *et al.*, 2009 ; Swinnen, 2007) ou des salariés agricoles (Maertens et Swinnen, 2009). Deux pistes apparaissent pour dépasser cette controverse : améliorer les méthodes d'évaluation des effets et développer des études sur panel pour une meilleure prise en compte des effets de moyen terme.

La troisième question concerne les effets de ces normes sur les objectifs qu'elles annoncent vouloir atteindre et sur leur efficacité comme instruments de développement durable. Les cahiers des charges de ces normes intègrent plus de questions sur leurs conditions de mise en œuvre que sur leur efficacité. Les évaluations d'impact sont encore beaucoup trop centrées sur l'évaluation de l'efficacité des normes « les normes font-elles ce qu'elles disent qu'elles font ? » et encore très peu sur leur pertinence qui renvoie aux impacts plus globaux : effets sociaux des normes environnementales, effets d'entraînement sur les activités non directement visées, effets pervers, etc.

La quatrième question concerne les conséquences politiques des formes de gouvernance associées à l'élaboration et la mise en œuvre de ces normes. Selon les normes, les formes de gouvernance apparaissent différentes sur certains points (rôle de l'État encore fort pour les normes sanitaires, plus en retrait sur les normes environnementales ou sociales) et similaires sur d'autres : elles sont désormais élaborées au sein de forum multi-acteurs associant entreprises privées, ONG, recherche et parfois État. De tels partenariats sont censés impliquer les parties prenantes de façon à éviter les critiques, mais s'avèrent parfois paralyser les débats d'options politiques en se concentrant sur les faisabilités des instruments. En sciences politiques, la gouvernance par les normes apparaît ainsi comme un champ fécond de recherche.

6. Conclusion

En se concentrant sur la dimension internationale des questions d'alimentation durable, ce chapitre souligne l'importance des questions relatives à la compréhension de l'origine et des conséquences de la volatilité des prix agricoles, ainsi que des réponses possibles pour les politiques publiques. Les conséquences possibles sur la malnutrition sont particulièrement importantes à prendre en compte, d'où l'importance d'identifier les populations les plus vulnérables et d'optimiser le ciblage et la mise en œuvre de l'intervention publique lorsque celle-ci est décidée. Toutefois, notre constat n'est pas aussi alarmiste que d'autres (par exemple celui de UK Foresight ; UK Government's, 2011) sur l'entrée dans une ère de volatilité accrue des prix agricoles : cette question reste posée, mais nous n'y répondons pas par l'affirmative. Nous préférons mettre l'accent sur la nécessaire collaboration internationale

en matière de politique commerciale pour répondre au mieux aux inévitables sources d'incertitude et d'aléa.

Ce chapitre souligne aussi le rôle des normes et standards, dont le rôle croissant présage de modalités de gouvernance différentes en relation avec les questions de développement durable. Les implications de ces mesures diverses et variées, tant publiques que privées, restent à mieux analyser, autant pour comprendre les conditions de leur efficacité que pour mieux cerner leurs implications potentielles.

Chapitre 9. Éléments de réflexion prospective sur l'alimentation durable

Auteurs : Tévécia Ronzon, Sandrine Paillard et Philippe Chemineau

Contributeurs : Christine Aubry, Nicolas Bricas, Paul Colonna, Catherine Esnouf, Stéphane Fournier, Hervé Guyomard, Pascale Hébel, Jean Hirschler, Claudine Joly, Céline Laisney, Bernard Maire, Jean-Louis Lambert, Sophie Le Perchec, Charles Pernin, Jean-Luc Pujol, Barbara Redlingshöfer, Vincent Réquillart, Marie Russel et Bruno Vindel

Les systèmes alimentaires du monde sont en constante évolution, ne serait-ce que si l'on considère les seuls paramètres que sont les échanges alimentaires, les techniques de conservation utilisées, les lieux de vente, etc. Ainsi, les éléments de contexte, présentés au chapitre 1, sont amenés à évoluer et les systèmes alimentaires à se transformer. Face à l'impossibilité de prédire ce que seront les systèmes alimentaires de demain, nous avons adopté une démarche prospective pour tenter d'appréhender les évolutions à venir. Ainsi, notre approche, présentée en première partie de ce chapitre, a principalement reposé sur l'identification des principaux facteurs de transformation des systèmes alimentaires. Ce travail a été le fruit d'une réflexion collective d'un groupe pluridisciplinaire composé d'une quinzaine d'experts. La pluralité de leurs visions et de leurs domaines de compétence leur a permis d'analyser les impacts potentiels des différentes évolutions identifiées sur la durabilité des systèmes alimentaires, dans ses dimensions nutritionnelle, économique, sociale, culturelle, environnementale et territoriale. Cette phase d'analyse a également permis de souligner un certain nombre de points de questionnement présentés dans la deuxième partie de ce chapitre. Ce dernier ne s'achève pas sur la présentation de scénarios comme il aurait pu être attendu, mais il conclut sur trois messages transversaux de la réflexion de cet atelier : les questions liées aux inégalités d'accès à l'alimentation, aux dynamiques territoriales et à la gouvernance des systèmes alimentaires.

1. Des systèmes alimentaires en évolution, sous l'effet de facteurs variés

La phase d'identification des facteurs de transformation des systèmes alimentaires a permis de souligner que si certaines tendances sont d'ores et déjà assez bien identifiées (voir en particulier le chapitre 1 sur le contexte et les enjeux alimentaires, ainsi que l'analyse rétrospective menée au chapitre 2), elles ne s'accompagnent pas moins d'un certain nombre d'interrogations et d'incertitudes, notamment sur la nature et l'ampleur de leurs effets potentiels. Ces incertitudes ouvrent alors le champ des futurs possibles des systèmes alimentaires dans le monde (voir figure 9.1).

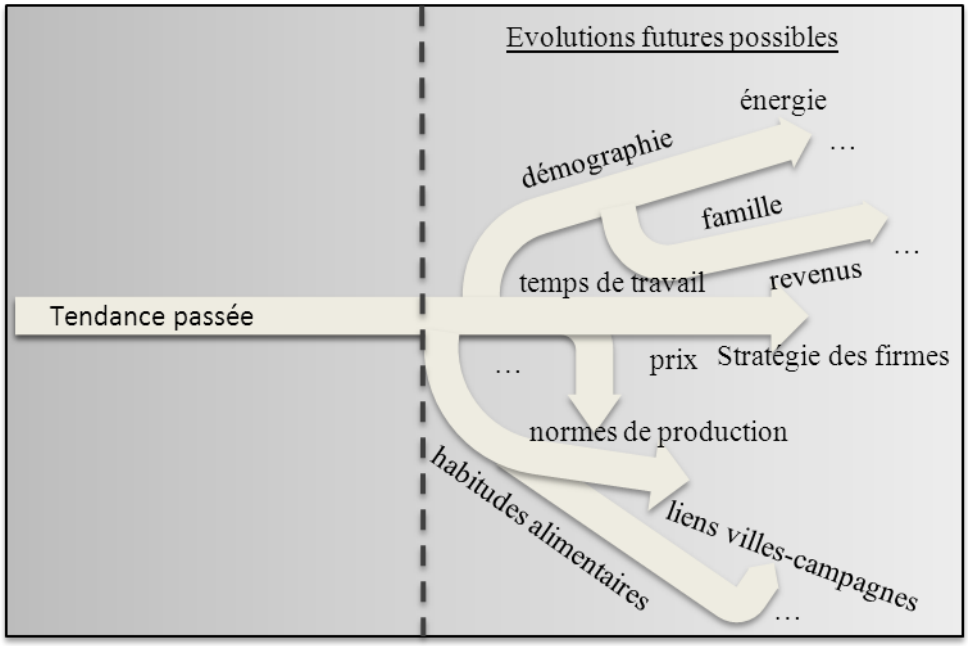


Figure 9.1. Multiples facteurs d'évolution des systèmes alimentaires mondiaux.

1.1. Dynamiques démographiques : quelle répartition des hommes et des femmes pour quelles organisations spatiales des filières alimentaires ?

La croissance démographique fait partie des tendances lourdes et laisse présager une stabilisation de la population mondiale entre 8 et 10 milliards d'habitants vers 2050 (9 milliards selon la projection médiane de l'ONU, la croissance étant la plus rapide dans les pays en développement et émergents (United Nations, 2008). Cette dynamique nous interroge sur la capacité des systèmes de production mondiaux à assurer la sécurité alimentaire, en quantité et qualité suffisante, de 9 milliards de personnes, élément fondamental de la durabilité du système alimentaire mondial.

Mais, plus directement, la configuration des systèmes alimentaires dépendra largement de la répartition de cette future population mondiale entre pays en développement et pays riches, entre zones littorales et arrière-pays, entre villes et campagnes. Autrement dit, l'incertitude sur les flux migratoires (d'origine climatique ou non) rend incertaine la répartition spatiale à venir des différents acteurs des systèmes alimentaires (consommateurs, producteurs, transformateurs, distributeurs, etc.) et par là même les organisations territoriales et les filières qui en découleront : quelle distance (géographique et nombre d'intermédiaires) entre producteurs et consommateurs ? Pour quelle taille des bassins de production ? Pour quels flux ?

Par ailleurs, il est difficile d'anticiper les contextes géopolitiques et économiques dans lesquels auront lieu ces évolutions démographiques. Ceci rajoute des éléments d'incertitude sur l'évolution de la pauvreté et des inégalités dans le monde, que ce soit dans les pays aujourd'hui riches ou pauvres. Or, ces variables concernent à la fois les hypothèses sur les moyens de production alimentaire (persistance de l'agriculture manuelle, développement de l'agriculture urbaine…), les comportements d'achat (sous contrainte budgétaire plus ou moins sévère), les canaux de distribution (nouveaux développements des canaux informels), la

santé publique (double fardeau alimentaire[34], prise en charge des coûts liés à la santé) et les régulations (politiques sociales, filets de sécurité…).

Enfin, si l'on anticipe dès à présent que les dynamiques démographiques modifieront grandement les pyramides des âges, nous nous trouverons confrontés à un vieillissement de la population mondiale[35], plus ou moins aigu selon les pays et les contextes locaux (lié à l'émancipation des femmes, l'exode des jeunes, les modalités d'urbanisation, le taux de mortalité, etc.). Mais quels seront les effets du vieillissement de cette population sur la demande et sur les comportements alimentaires ?

1.2. Urbanisation : selon quels modes ? Pour quels circuits d'approvisionnements urbains ?

Parmi les évolutions démographiques, l'urbanisation apparaît comme une tendance lourde. La population urbaine mondiale a dépassé la population rurale au cours de l'année 2009 ; elle pourrait atteindre presque 60 % de la population mondiale en 2030 et presque 70 % en 2050. Mais là encore, cette dynamique connaîtra une vitesse et une ampleur différenciées d'une région à l'autre du globe : 62 % d'urbains en 2050 attendus en Afrique, 65 % en Asie, 85 % en Europe, 89 % en Amérique latine et Caraïbes, et 90 % en Amérique du Nord (United Nations, 2010). On peut s'interroger sur les facteurs qui infléchiraient ou accéléreraient ces tendances, celles-ci n'étant pas sans poser de questions sur la durabilité des systèmes alimentaires et plus généralement des modes de développement (répartition des usages de l'eau, occupation des sols, misère urbaine et tensions sociales, pollutions, etc.).

Quoi qu'il en soit, ces projections statistiques suggèrent une poursuite de l'urbanisation des comportements alimentaires, caractérisée par une réduction du temps passé à l'achat, à la préparation et à la consommation des aliments induisant une consommation accrue de produits transformés, préparés et prêts-à-consommer achetés dans la grande distribution, la restauration hors foyer ou auprès de vendeurs de rue ou de livreurs à domicile (Stamoulis *et al.*, 2004 ; Padilla et Abis, 2007 ; Ciheam, 2008). L'urbanisation, à travers la sédentarisation et la modification des comportements alimentaires, s'est accompagnée d'une progression très significative des maladies non transmissibles liées à l'alimentation et des coûts de santé publique associés (Popkin, 1999 ; Schmidhuber, 2004 ; Tsolekile, 2007), sans pour autant que la causalité soit explicitée ni que ces maladies n'affectent que les urbains. La progression du surpoids et de l'obésité se fait dans des proportions telles qu'il faudrait, selon Butland *et al.* (2008), au moins 30 ans pour renverser cette tendance[36]. L'urbanisation des comportements alimentaires suppose aussi une orientation des systèmes alimentaires vers une massification des flux de produits saisonnés et non saisonnés, vers un élargissement des bassins d'approvisionnement de ces produits divers et vers le développement de cahiers des charges et normes de qualité publics et/ou privés adressés aux transformateurs et aux producteurs, ce qui élève le coût de connexion aux marchés urbains de ces derniers (Reardon et Gulati, 2008 ; Reardon *et al.*, 2007) (voir l'analyse proposée au chapitre 6).

Pourtant, selon les modalités de réalisation des urbanisations futures, les systèmes

[34] Coexistence d'individus sur et sous-nutris, au sein d'un même pays, voire d'une même famille (Doak *et al.*, 2000 ; Garrett et Ruel, 2003 ; Doak *et al.*, 2004 ; Tanumihardjo *et al.*, 2007).

[35] Selon les estimations moyennes de l'ONU, le nombre de personnes âgées de plus de 60 ans devrait passer de 670 millions en 2005 (soit 10 % de la population mondiale) à plus de 2 milliards en 2050 (soit presque 22 % de la population) (United Nations, 2006).

[36] En 2005, on comptait 1,3 milliard d'adultes en surpoids et 400 millions d'obèses, dont 200 millions dans les pays en développement (Kelly *et al.*, 2008) où obésité et sous-nutrition chronique coexistent. Les auteurs caractérisent ce renversement de tendance par un retour aux taux d'obésité qui prévalaient il y a 30 ans et une amorce de réduction des maladies liées à l'obésité.

alimentaires pourraient présenter des visages contrastés. Ainsi, une croissance des villes littorales favoriserait les approvisionnements maritimes, avec le risque de concurrence que cela comporte pour les producteurs des arrière-pays. Une autre conjecture serait une urbanisation de villes secondaires éparpillées dans les territoires plutôt qu'une urbanisation concentrée dans les principales métropoles du monde. Une telle évolution serait de nature à favoriser les liens entre villes et campagnes, et par là même les opportunités de connexion des petits producteurs aux marchés urbains (Bricas *et al.*, 2009 ; Satterthwaite *et al.*, 2010 ; Tacoli, 2003 ; 2004). Elle contribuerait à infléchir la tendance à l'urbanisation et à l'homogénéisation des comportements alimentaires. De même, la structure de gouvernance adoptée par une ville aura une incidence sur son propre système alimentaire (voir à ce sujet le chapitre 6), selon qu'elle met en place des moyens de sécurisation des approvisionnements (stockage, ceinture verte), des filets de sécurité contre le développement de la faim (circuits d'approvisionnement privilégiés, subventions alimentaires, etc.), des moyens de contrôle sanitaire des filières alimentaires ou qu'elle intègre ou non des espaces d'agriculture urbaine dans son plan d'urbanisme, par exemple (voir notamment World Future Council et Göpel, 2009). Autant d'options qui auront une incidence directe sur la durabilité de son système alimentaire. Ces considérations plaident en faveur d'une prise en compte multi-échelle des phénomènes en cours. Effectivement, si la tendance globale est bien à l'urbanisation des comportements, comment les dynamiques locales pourront-elles faire émerger de nouveaux modèles d'approvisionnement répondant aux enjeux politiques, sociaux et environnementaux locaux ? Cette problématique a été développée dans le chapitre 6.

1.3. Nouvelles opportunités et nouvelles contraintes sur la production ? Quelles stratégies d'adaptation des producteurs ?

Il est généralement admis que les contraintes pesant sur la production alimentaire tendront à se renforcer à l'avenir. Le changement climatique pourrait induire des déplacements de zones de production et accentuer ou créer des situations de dépendance alimentaire aux importations, notamment du simple fait de l'occurrence plus fréquente d'événements climatiques extrêmes. Les phénomènes d'acquisitions foncières à grande échelle pourraient exacerber encore la pression foncière. Les besoins en produits agricoles non alimentaires (agrocarburants, chimie verte) feront entrer en compétition les finalités alimentaires et non alimentaires des cultures et produits. Les normes sanitaires et de qualité des aliments tendraient à se développer. La volatilité des prix agricoles et de l'énergie pourrait accentuer les risques associés aux investissements agricoles et s'auto-alimenter des comportements spéculatifs qu'elle aurait ainsi provoqué. Enfin, les systèmes de production devront s'adapter à un contexte de concurrence pour les usages, de surexploitation ou d'épuisement qualitatif et quantitatif des ressources naturelles (eau, sol, énergies fossiles, biodiversité). En outre, les gains de productivité du travail (dans l'agriculture comme dans l'industrie) des dernières décennies étant associés à une incorporation croissante d'énergie fossile dans les procédés de production, l'épuisement à venir des ressources énergétiques fossiles porte (aussi) le risque d'entraîner une baisse de la productivité du travail (J.-M. Jancovici, communication personnelle, 2011).

Ici encore, l'anticipation de ces contraintes diverses nourrit la réflexion prospective dans le sens où les stratégies d'adaptation adoptées par les producteurs agricoles peuvent être variées (Adger *et al.*, 2005 ; Bebbington, 1999 ; Scoones, 2009) et laissent place à l'imagination de nouvelles configurations des filières alimentaires. Cette somme de contraintes jouera-t-elle dans le sens de l'émergence d'un nouveau paradigme agricole, fondé sur la résilience des systèmes de production et d'approvisionnement ? Ainsi se développent actuellement des stratégies « modernes » de limitation des risques, comme le recours aux

régimes assurantiels ou la contractualisation des exploitants avec une entreprise intégratrice ou un acheteur du commerce équitable à un prix de vente prédéterminé. Chacune de ces stratégies peut provoquer une nouvelle répartition du poids décisionnaire entre les acteurs de la filière, voire de la valeur ajoutée. En ce sens, elles pourraient induire des reconfigurations importantes des systèmes alimentaires. Dans l'optique d'une plus grande résilience des systèmes de production, l'agroécologie, récemment mise à l'agenda politique (voir De Schutter, 2010), se développe sur le terrain et constitue un champ prioritaire de recherche au Cirad[37] et à l'Inra (Inra, 2010). Par ailleurs, avec la démocratisation de l'accès aux informations, ces dernières décennies ont vu émerger une nouvelle image du producteur moderne au Nord comme au Sud : celui de producteurs « branchés » sur les systèmes d'alertes agricoles et sur les places boursières grâce aux technologies de l'information et de la communication ; de même que celle de producteurs des Suds qui, même isolés des services de conseil agricole, peuvent désormais se former et s'informer pour optimiser leurs systèmes de production dès lors qu'ils disposent d'un support de communication. Faut-il voir la diffusion des technologies de l'information et de la communication comme le signal faible d'une reconfiguration en profondeur des filières agricoles ou comme un simple nouvel outil au service de stratégies d'adaptation classiques ?

Les stratégies classiques vont de l'autonomisation des systèmes de production (réduction des intrants extérieurs, intégration dans une filière courte), à la contractualisation avec un intégrateur en passant par la diversification des revenus non agricoles ou bien d'autres options encore. Les paysanneries du monde ont déjà fait preuve de leurs capacités d'adaptation dans le passé (Adger, 2003), mais il convient de souligner ici que celles-ci, en plus du contexte climatique, seront largement dépendantes du contexte socio-économique et technique, soit du niveau d'investissement agricole, des possibilités d'accès aux moyens et techniques de production, ainsi qu'aux possibilités de formation auxquelles auront accès les producteurs. Pour le dire plus simplement, elles dépendront en grande partie du modèle agricole qui se développera.

1.4. Évolution des stratégies des firmes agroalimentaires, en particulier multinationales : intégration des attentes de durabilité des consommateurs ?

L'orientation à venir du système alimentaire dépendra largement des stratégies de l'industrie alimentaire et en particulier de leurs acteurs dominants, les firmes multinationales de l'agroalimentaire. La tendance lourde va aujourd'hui à la concentration et la financiarisation des entreprises, à la tertiarisation des activités (R&D, marketing, emballages, transports) et à l'hypersegmentation des produits. Selon Rastoin et Ghersi (2010), extrapolées à 2050, de telles orientations sont de nature à réorganiser en profondeur la structure des emplois puisqu'on ne compterait à cet horizon plus que « 500 000 firmes de l'agribusiness de 4 000 ha chacune [contre 500 millions de 3 ha aujourd'hui] […] et une centaine de firmes de l'agrofourniture, de l'agro-industrie et du commerce ». Elles pourraient permettre de limiter la transmission des instabilités de prix au consommateur, notamment *via* la reformulation des recettes et la substitution des ingrédients[38], et pourraient se coupler d'une acquisition de pouvoir d'influence (force publicitaire et de *lobbying*) de ces firmes au gré de leur croissance économique. Ainsi, dans leur scénario tendanciel, Rastoin et Ghersi (2010) pointent un risque de prise de contrôle par les firmes de la gouvernance mondiale du système alimentaire en

[37] http://www.cirad.fr/qui-sommes-nous/notre-strategie/strategie-scientifique.

[38] « La concentration dans l'industrie agroalimentaire entraîne un pouvoir de négociation vis-à-vis des fournisseurs et une capacité d'ajustement à l'augmentation du coût des matières premières par des gains de productivité et des modifications de produits qui existent moins dans les PME » (Rastoin et Ghersi, 2010).

2050, sur des questions comme les standards de qualité des produits, l'information du consommateur, la fiscalité, etc. La tendance lourde décrite plus haut vise l'augmentation de la productivité du travail et du capital. Elle pourrait donc tout à fait aller dans le sens d'une rationalisation de la logistique et vers la réduction des kilomètres parcourus (voir aussi chapitre 6). Pour autant, la durabilité de cette tendance est aujourd'hui largement questionnée. Elle participerait en effet à l'érosion de la biodiversité domestique (FAO et World Bank, 2010) et à une interdépendance planétaire rendant vulnérables les systèmes d'approvisionnement aux contaminations pathogènes ou invasives, qu'elles soient volontaires ou non. L'isolement d'une partie du système consécutif à des intempéries ou des pandémies affecterait en effet le système dans son ensemble.

Malgré cette tendance lourde, des transformations à venir des positionnements stratégiques sont concevables. En effet, le renforcement en cours de la notion de responsabilité sociale des entreprises et d'engagements vers un développement durable peut-il être perçu comme le signal faible d'une plus grande prise en compte des questions sociales et environnementales par les firmes ? La raréfaction des ressources naturelles pourrait également jouer dans le sens d'une plus grande intégration des activités agroalimentaires et industrielles liées à la biomasse, pour une optimisation des flux de biomasse *via* des circuits de recyclage et de revalorisation des sous-produits (voir chapitre 4).

1.5. Baisse du pouvoir d'achat : quels effets sur les comportements des consommateurs ?

Les consommateurs aussi pourraient devoir intégrer de façon croissante de nouvelles contraintes économiques dans leurs comportements d'achat. D'une part le prix des produits alimentaires finaux pourrait s'inscrire dans une tendance haussière en répercussion des tensions exercées sur les cours agricoles (Lambert, 2009), du fait des différentes pressions exercées sur la production énumérées plus haut, doublées d'une croissance des demandes alimentaires individuelles, en particulier en produits animaux. D'autre part, les biens alimentaires sont de plus en plus assimilés aux autres biens commerciaux et font l'objet de spéculations financières. Leurs prix pourraient connaître une volatilité accrue dont les acteurs de la grande distribution répercutent plus facilement les tendances haussières que baissières (Lambert, 2009). Ces nouvelles contraintes économiques induiront-elles des modifications significatives dans les comportements d'achat des classes pauvres et moyennes telles que des substitutions entre produits animaux et végétaux, entre produits bruts et transformés, entre produits de qualité différente ou encore entre restauration au foyer et hors foyer ? Quelles seraient les répercussions de tels effets de substitution sur les filières d'approvisionnement (importations) et sur les modes de distribution (augmentation des ventes en *hard discount*) ? La reformulation des recettes par la substitution de matières premières pourrait-elle avoir des impacts nutritionnels ?

1.6. Habitudes alimentaires : freins culturels et psychologiques au changement ou domaine d'innovation à venir ?

Si les observations sociologiques mettent en évidence des phénomènes de « résistances alimentaires » à l'homogénéisation des comportements alimentaires, liées au caractère culturel de l'alimentation (Bouly de Lesdain, 2002 ; Diasio *et al.*, 2009), les décennies à venir pourraient tout de même être le théâtre de modifications profondes des représentations liées à l'alimentation.

L'importance des flux migratoires pourrait-elle venir infléchir ces résistances ? En plongeant les individus dans des contextes complètement nouveaux, les migrations participent en effet à

la perte de repères alimentaires chez les populations déplacées et à la transformation de leurs styles alimentaires (Calvo, 1997). Mais il faut garder à l'esprit que ces périodes de transition entre un régime traditionnel et un nouveau régime alimentaire s'accompagnent souvent de déséquilibres nutritionnels, en particulier chez les enfants (Rovillé-Sausse, 1999). Dans le même temps, facteurs de mixité sociale et culturelle, les migrations sont porteuses d'innovations culinaires dans les sociétés d'accueil qui peu à peu intègrent de nouveaux ingrédients, de nouvelles recettes et techniques culinaires (Corbeau, 2000 ; Régnier, 2006). Cette « créolisation » alimentaire implique également une modification des canaux d'approvisionnement existants, voire de la distribution (nouvelle offre, nouvelles stratégies marketing) (Bouly de Lesdain, 2002 ; Maire et Mejean, 2008).

Par ailleurs, l'accélération du changement social au sein des générations (Rosa, 2010) pourra venir heurter les « résistances alimentaires ». Cette accélération s'appliquera-t-elle également aux habitudes alimentaires ? Se jouera-t-elle en tout point du globe ? Si tel est le cas, une multitude d'évolutions des comportements alimentaires deviennent envisageables d'ici 2050, allant de simples recombinaisons des recettes et pratiques alimentaires existantes dans le monde aujourd'hui, à l'intégration de substituts alimentaires actuellement inconnus rappelant les plats traditionnels (succédanés de viande à base de protéines d'insectes, par exemple) ou prenant des formes et textures nouvelles (gélules-repas, mousse coupe-faim…) ainsi que des fonctions nouvelles à l'instar des « alicaments ».

Enfin, dans un contexte de circulation facilitée de l'information et de diversification des possibilités de choix, l'alimentation est plus que jamais le creuset de l'expression de valeurs diététiques, éthiques, morales, culturelles et environnementales. Initiée par des consommateurs informés et au pouvoir d'achat suffisant, cette nouvelle recherche de signifiant des produits alimentaires s'est traduite par la nécessité de nouveaux indicateurs environnementaux, sociaux et nutritionnels accessibles au consommateur, mais aussi par la création de nouvelles filières de production et de distribution, de nouveaux créneaux de restauration et même de formation (voir l'université Slow Food en Italie[39]). Elle a participé à l'apparition de segments de marché supplémentaires et à l'émergence de nouvelles stratégies de recherche et développement et de marketing. Selon le mécanisme fréquent de diffusion des valeurs des classes aisées vers les classes moins aisées (voir Gojard, 2000, pour le cas de l'allaitement), faut-il anticiper une évolution des représentations de la nature, des rapports sociaux et du corps humain dans les différents contextes socio-culturels propres à favoriser la croissance d'une demande en contenu environnemental, éthique et diététique des aliments à travers le monde ?

L'analyse de cette sélection de facteurs de changement souligne le fait que l'avenir ne sera pas forcément l'accomplissement d'une prolongation des tendances actuelles de convergence des consommations alimentaires décrites au chapitre 2. Cette tendance à la convergence pourra tout aussi bien être accélérée, ralentie ou contrecarrée, selon l'expression que prendront les facteurs de changement évoqués ci-dessus ou d'autres que nous n'aurions pas développés ici. Il est d'ailleurs hautement probable que ces facteurs s'exprimeront de façon différente selon les contextes culturels, religieux, familiaux, économiques, géopolitiques locaux.

2. Questions de durabilité selon les types de mangeurs

Afin de structurer l'analyse de la durabilité des systèmes alimentaires futurs, le groupe de travail a choisi de distinguer cinq grands types de mangeur dans le monde de manière à

[39] University of Gastronomic Sciences, http://www.unisg.it/welcome_eng.lasso.

garder un équilibre dans les réflexions sur l'alimentation des individus à faible et à haut pouvoir d'achat, vivant dans des pays riches ou en développement[40] (voir tableau 9.1). Pour chacun de ces cinq types de mangeur, le groupe de travail s'est attaché à sélectionner les facteurs d'évolution les plus à même d'influencer la durabilité des systèmes alimentaires (cf. encadré 9.1). Les réflexions se sont faites à l'horizon de quelques décennies sans qu'un horizon temporel précis ait été déterminé dans la mesure où les effets de chacun des facteurs d'évolution n'obéiront pas tous à la même temporalité.

Tableau 9.1. Poids relatif des différents types de mangeur dans le monde.

	Mangeurs pauvres	Mangeurs aisés
Pays en développement	Mangeurs ruraux • 2 milliards de personnes en grande majorité producteurs agricoles[a] • 800 millions sont sous-alimentées (500 millions de petits paysans, 100 millions d'éleveurs et 200 millions de sans terres). Cet effectif global est en baisse depuis 40 ans, mais en hausse pour l'Afrique sub-saharienne[b] Mangeurs urbains • 750 millions de personnes[a] dont 200 millions de sous-alimentées[b] • 1 milliard d'urbains sont logés en conditions précaires soit 43 % des urbains (72 % en Afrique subsaharienne, 32 % en Amérique latine, 28-36 % en Asie)[c]. Ils pourraient être 2 milliards en 2030[c]	Mangeurs urbains principalement • 46 % de la classe moyenne mondiale (28 % en Asie et Pacifique, 10 % en Amérique latine, 6 % en Afrique du Nord–Moyen Orient et 2 % en Afrique sub-saharienne)[d] • + 1,2 milliard de personnes dans la classe moyenne entre 1990 et 2005 (4/5 en Asie, 50 % en Chine) même si la majorité ne gagne que 2 à 13 dollars/jour[e]
Pays industrialisés	• 1,7 % (Danemark) à 11,4 % (États-Unis) de personnes en grande pauvreté[f] • 16,6 % de personnes à risque de pauvreté dans l'UE-27 (en progression depuis 2005-2008, en stagnation en France)*[,g] • Augmentation des inégalités de revenus (sauf en Espagne, France et Grèce) du fait de la progression des revenus des plus riches**[,h]	• Peu de chiffres sur les populations aisées des pays industrialisés • Augmentation des revenus les plus riches et paupérisation de la classe moyenne[h]

[a] Au seuil de pauvreté de 2,15 $/j (Ravallion *et al.*, 2007) ; [b] FAO (2006), les derniers chiffres de cette étude datent de 2003 ; [c] United Nations Habitat (2003) ; [d] Kharas (2010) ; [e] Ravallion (2010) ; [f] Au seuil de pauvreté de 40% du revenu médian (OEDC, StatExtracts) ; [g] Atkinson et Marlier (2010) ; [h] OECD (2008b).

*En France, 4,2 millions de personnes étaient pauvres à 50 % du niveau de vie médian en 2008 (soient 7,1 % de la population). Alors que l'incidence de la pauvreté était en réduction depuis 1970, elle est repartie à la hausse entre 2002 et 2008. Les familles monoparentales (27 %), les personnes seules (16 %) et les familles nombreuses (15 %) sont les plus touchées par la pauvreté en conditions

[40] La simplicité de cette classification induit un certain nombre de limites dont les principales sont (i) le regroupement des mangeurs des pays émergents avec ceux des pays en développement et (ii) l'approche par le mangeur et non par les ménages, ce qui masque les rôles spécifiques du concepteur des repas et du cuisinier.

de vie. (ONPES, 2010).
**« L'écart de revenu entre les 10 % les plus riches et les 10 % les plus pauvres s'est creusé [dans les pays de l'OCDE]. D'autres indicateurs plus fins de l'inégalité des revenus étaient en hausse de 7 à 8 % au milieu des années 2000 par rapport au milieu des années 1980. Cette progression ne semble pas énorme, mais elle revient à prendre 880 $ aux 50 % les plus pauvres et à donner ces 880 $ aux 50 % les plus riches, même si, à tous les niveaux, les revenus ont augmenté ces deux dernières décennies. » (OECD, 2008b).

Encadré 9.1. Principaux facteurs d'évolution des modes de consommation et des systèmes alimentaires de cinq grands types de mangeur

Catégorie 1 (pays en développement, ruraux pauvres)

a) Capacités de résilience et d'innovation face aux facteurs d'insécurité alimentaire (changement climatique, acquisitions massives de terre, volatilité des prix, exode rural, etc.).

b) Connexion au marché, degré de monétarisation (part des produits consommés qui sont achetés).

Catégorie 2 (pays en développement, urbains pauvres)

c) Agriculture urbaine.

d) Politiques publiques (politiques commerciales internationales, politiques urbaines et filets de sécurité divers) et actions communautaires ou associatives de sécurisation alimentaire de ces populations.

Catégorie 3 (pays en développement, urbains riches)

e) Évolution des pratiques des consommateurs en lien avec le développement de la grande distribution.

Catégorie 4 (pays industrialisés, pauvres)

d) Politiques publiques et actions communautaires ou associatives de sécurisation alimentaire de ces populations (commun à la catégorie 2).

g) Transformation des stratégies d'approvisionnement de cette catégorie de consommateurs face à l'augmentation du coût relatif de l'alimentation (notamment relation aux pertes).

h) Créolisation, évolution des régimes alimentaires des populations immigrées.

Catégorie 5 (pays industrialisés, riches)

i) Évolution des modes de vie et ses effets sur les régimes alimentaires et les pratiques d'achat dont les évolutions de type « alimentation personnalisée ».

Nous n'avons retranscrit ici que les points critiques de durabilité qui ont été relevés, ainsi que les questions à la recherche soulevées par le groupe de travail.

Les intitulés des paragraphes suivants ne reprennent pas la terminologie proposée dans l'encadré 9.1 : cela reflète bien l'évolution qu'il y a eu au fil des réunions du groupe, entre la phase d'identification des facteurs d'évolution principaux et la formulation des questions à la recherche liées à l'analyse des conséquences en terme de durabilité que pouvaient causer ces facteurs d'évolution.

2.1. Quels sont les déterminants de la résilience et de la capacité d'innovation des mangeurs-producteurs ruraux pauvres des pays en développement face aux facteurs d'insécurité alimentaire ?

Parmi les déterminants majeurs de la capacité de résiliences des mangeurs-producteurs ruraux figurent :

- Les qualités individuelles d'entreprenariat et la capacité collective d'auto-organisation des acteurs locaux. Comment dès lors les favoriser ? Quel type d'accompagnement institutionnel mettre en place ? Quel rôle joue l'éducation sur ces compétences ? Comment favoriser l'innovation sociale en ce sens ?
- Les modes de gestion et d'accès aux ressources foncières et naturelles. Pour dépasser la dichotomie propriété individuelle/propriété collective ou communautaire, quels systèmes de régulations collectives alternatifs imaginer ? Et pour quelles échelles ? Quels modes de formalisation des droits coutumiers ? Et pour quel modèle de développement ?
- La qualité des services et infrastructures en milieu rural. Quelles priorités dans les investissements à réaliser dans ces zones (désenclavement et échanges commerciaux/ circuits de proximité et autoconsommation/stockage des intrants et denrées produites localement et/ou importées) ?
- La capacité d'innovation technique et d'investissement des entrepreneurs (y compris le développement de technologies de conservation adaptées). Comment favoriser l'émergence d'innovations locales et/ou les transferts technologiques et leur diffusion ? Comment favoriser l'accès au capital des exclus du système bancaire ?

Si les questions de durabilité sont soumises à des effets de seuil, il est important de mieux connaître les déterminants et les seuils de densité de population qui jouent sur les risques de conflits sociaux, de zoonose, de pollution diffuse par les effluents et les déchets en analysant leurs relations à l'organisation spatiale choisie (modèle de multifonctionnalité des espaces vs de spécialisation fonctionnelle, notamment).

Enfin, si la capacité locale de gouvernance d'un territoire rural et sa capacité de réorientation sont liées au dynamisme de son tissu rural, il conviendrait de mieux caractériser les tissus ruraux. Quelles sont les unités de ce tissu (famille, voisinage, village, syndicat…) ? Quelles sont les relations entre ces unités ? Qui détient le pouvoir politique ? Économique ? Et qui protège en cas de crise ? Quelle résilience caractérise ces relations ? Comment ces relations sont-elles susceptibles d'évoluer à l'avenir (décompositions et recompositions) ?

2.2. Quels sont les effets d'une connexion accrue des mangeurs-producteurs ruraux aux marchés urbains sur les dynamiques locales ?

L'évolution du degré de connexion au marché des mangeurs-producteurs[41] ruraux des pays en développement sera étroitement liée aux formes d'urbanisation futures (urbanisation diffuse *vs* concentrée) et aux liens économiques entre villes et arrière-pays. Le corollaire d'une plus grande connexion aux marchés urbains serait une tendance à la monétarisation des produits alimentaires (les produits antérieurement non monétisés ont tendance à être substitués par des produits commerciaux) et une relative urbanisation des comportements alimentaires, généralement associée à une diversification des diètes (accès à un plus grand nombre de produits), mais aussi à des difficultés d'équilibrage nutritionnel de ces nouveaux régimes (sucres et graisses cachées des produits transformés, délaissement d'aliments de l'agriculture traditionnelle et/ou de la chasse et de la cueillette).

[41] Nous avons préféré le terme de mangeur à celui de consommateur au sens économique, de sorte à inclure les personnes s'alimentant de leur autoproduction.

L'insertion au marché se double presque inévitablement d'une différenciation sociale au sein des communautés agraires. Cela renvoie à la question du traitement des inégalités dans les modèles de développement. Un développement axé sur la réduction des inégalités est-il profitable à l'ensemble de la société, à son essor culturel et à la prise en compte des contraintes de moyen et long terme (environnementales, par exemple) ? Quel est le modèle le plus efficace de réduction de la pauvreté monétaire et alimentaire : la poursuite d'une croissance globale ou celle de la réduction des inégalités ?

Enfin, les campagnes des pays en développement sont aujourd'hui le lieu d'investissements agricoles à grande échelle. Une gouvernance mondiale qui régirait ces investissements par un code de bonne conduite afin de réserver une part de la valeur ajoutée à la production et/ou la consommation locale est en cours de réflexion (Cotula *et al.*, 2009). Quels pourraient être les instruments politiques, diplomatiques ou économiques à même de rendre effective l'application de ces normes ? Le poids de l'image de marque est-il suffisant pour que les firmes s'engagent effectivement dans le respect de ces normes ?

2.3. Quels sont les effets d'un développement de l'agriculture urbaine et périurbaine dans les pays en développement ?

Le développement de l'agriculture urbaine et périurbaine est parfois avancé comme un facteur de durabilité des systèmes alimentaires urbains, car il jouerait dans le sens d'une diversification des régimes alimentaires des urbains les plus pauvres et de leur autonomie alimentaire (voir aussi chapitre 6). Intégrée dans une filière de production/transformation/ vente en milieu urbain, elle serait pourvoyeuse d'emplois formels et informels, et facteur d'intégration sociale. Néanmoins, les acteurs de cette agriculture restent soumis à une forte concurrence foncière. En outre, des questions majeures restent posées quant à l'insertion de ces systèmes agricoles dans le tissu urbain : quels risques sont associés à la proximité de ces systèmes pour les populations urbaines en terme d'exposition aux xénobiotiques, métaux lourds, microorganismes pathogènes ou tout autre composé utilisé dans la production ? Quels risques pandémiques ? Comment limiter ces risques ? Quoi qu'il en soit, l'évaluation quantitative de l'activité d'agriculture urbaine et périurbaine reste aujourd'hui très partielle (manque de données sur le nombre de ménages concernés, les revenus dégagés, la part du marché alimentaire, la part de la consommation alimentaire des urbains, etc.) et sa contribution au développement reste à préciser. L'agriculture urbaine et périurbaine participe-t-elle significativement au revenu et à la diète des plus pauvres ? Dans quels contextes économiques et urbains ?

De même, les circuits et marchés des produits de l'agriculture urbaine et périurbaine sont peu renseignés. Les produits de l'agriculture urbaine et périurbaine entrent-ils en concurrence avec ceux des arrière-pays ? Avec ceux du marché international ? Ou touchent-ils des segments de marché différents ?

Sur le plan de la biodiversité cultivée, l'agriculture urbaine et périurbaine utilise/produit-elle les mêmes espèces et variétés que celles disponibles sur le marché alimentaire classique ou est-elle source de diversification des espèces et variétés composant les diètes alimentaires urbaines en général ? Participe-t-elle à la sauvegarde de variétés domestiques vouées à l'oubli ?

2.4. Quels leviers pour une transition vers des systèmes alimentaires plus durables ?

Si le modèle industriel (spécialisation et grande distribution) triomphe aujourd'hui dans un certain nombre de pays développés et émergents, c'est en partie parce qu'il est efficace économiquement, qu'il a rendu les services attendus par les consommateurs et qu'il a directement ou indirectement généré de nouvelles demandes auprès de ces consommateurs. Quels seraient alors les déterminants et les mécanismes qui caractérisent la transition vers de nouveaux modèles plus durables ? On peut proposer les leviers suivants :

- Les politiques publiques susceptibles d'orienter les systèmes alimentaires sont très variées (politiques alimentaires, environnementales, commerciales, etc.). Elles se jouent aussi à différentes échelles : locale (*e.g.* stimulation des marchés locaux par la municipalité de Belo Horizonte, Brésil) comme internationale (*e.g*. établissement de standards internationaux). Quels seraient les mécanismes de coordination efficaces de ces multiples politiques sectorielles et des différentes échelles de conception et d'application ?
- La sensibilisation des consommateurs pose par ailleurs la question du choix des indicateurs sur lesquels appuyer la communication et notamment des méthodes de construction de ces indicateurs (cf. chapitres 2 et 10).
- Les engagements volontaires des firmes constituent un troisième levier, mais ne conduisent-ils pas dans certains cas à repousser l'échéance de la mise en place de politiques publiques contraignantes ? Quant aux questions liées à la place relative des normes privées et des politiques publiques, se référer au chapitre 5.

Enfin, si la souveraineté alimentaire occupe les débats sur la durabilité, ce concept même souffre de son imprécision. Cette souveraineté doit-elle être envisagée au niveau individuel (le consommateur souverain) ou à un niveau plus collectif (la nation souveraine) ? Le respect des choix alimentaires (depuis les modes de production jusqu'aux modes de distribution) d'une nation ne peut-il pas impliquer des effets non durables pour d'autres nations ? Dans quelle mesure la dépendance alimentaire aux marchés internationaux et donc vis-à-vis des pays exportateurs, est-elle un facteur de vulnérabilité de la souveraineté alimentaire du pays dépendant ?

2.5. Peut-on comparer/opposer la durabilité de filières industrielles longues et de filières artisanales d'approvisionnement ?

Il est probable que filières artisanales et filières longues industrielles continuent à coexister, interagir et coévoluer dans le futur (cf. chapitre 4), chacune porteuse d'atouts et de faiblesses quant aux trois points cruciaux de leur durabilité que sont les emplois créés, leur contrôle sanitaire et la régularité des approvisionnements. Sur le plan sanitaire, les risques d'accidents, en l'état des technologies, sont d'autant plus réduits que les filières sont traçables et aisément contrôlables. Ainsi, quelles seraient les conditions à mettre en œuvre pour que les circuits artisanaux puissent garantir à moindre coût une qualité sanitaire adéquate et contrôlée ? Néanmoins, les volumes concernés et la vitesse de diffusion des anomalies sanitaires sont d'autant plus grands que la filière est centralisée. Il en va de même pour les ruptures d'approvisionnement : si les filières locales sont vulnérables à toute coupure de la production locale, en cas d'accident climatique par exemple, la première vulnérabilité d'une production centralisée ne réside-t-elle pas dans un blocage de la mobilité des hommes et des marchandises qui peut avoir des répercussions à grande échelle ?

Dans les pays industrialisés, la restauration hors foyer est aujourd'hui marquée par une industrialisation croissante (cantines scolaires avec confection centralisée des repas,

approvisionnement des restaurants en produits transformés, etc.) et des approvisionnements de plus en plus contractualisés. Peut-on concilier approvisionnements locaux et restauration industrielle, *via* quels instruments d'organisation de la production et de la logistique ? Les petites unités de production sont-elles en capacité de répondre aux cahiers des charges de la restauration industrielle, ne serait-ce qu'en termes quantitatifs ?

La durabilité environnementale des différents types de filières est sujette à controverse (voir le chapitre 6). Il est aujourd'hui effectivement difficile d'établir un comparatif environnemental entre circuits courts et circuits longs ou entre filière artisanale et filière industrielle. Il serait intéressant de procéder à une telle évaluation sur les *teikei* et *sankocho* japonais, circuits contractuels directs entre producteurs et consommateurs pour lesquels on possède aujourd'hui suffisamment de recul. En outre, selon le type de produit considéré, le mode de production et de transformation d'un produit peut être plus déterminant sur son bilan énergétique que son circuit de commercialisation (Brenton *et al.*, 2009 ; Mila i Canals *et al.*, 2007 ; Müller-Lindenlauf *et al.*, 2010 ; Schlich et Fleissner, 2005), ce qui remet en cause la corrélation souvent supposée entre *food miles* et empreinte énergétique. Pour autant, la logistique de commercialisation présente de fortes marges de réduction de l'empreinte énergétique des produits alimentaires (plateformes régionales *vs* points de vente multiples). Quel serait alors le système de distribution durable du point de vue environnemental dans les pays en développement ? Comment évoluerait-il dans le temps ?

2.6. Dans quelle mesure crise économique et augmentation du coût relatif de l'alimentation sont-ils susceptibles d'affecter l'approvisionnement alimentaire des consommateurs pauvres et la durabilité des systèmes alimentaires ?

Une baisse du pouvoir d'achat des consommateurs pauvres a tendance à se répercuter directement sur leur comportement d'achat, par le choix de produits basiques et peu chers, souvent à haute densité calorique (Le Nechet *et al.*, 2006). Elle est donc corrélée à une dégradation de la santé de cette population *via* la progression des maladies non transmissibles liées à l'alimentation. Une meilleure transmission des connaissances et des compétences culinaires permettrait-elle d'éviter de tels déséquilibres ? Quels sont les canaux actuels d'acquisition et de transmission de ces compétences ? Quelle importance occupent les facteurs que sont la taille de la famille ou encore le temps libre dans l'incitation des individus à cuisiner ? Quel rôle jouent les femmes dans le choix des produits consommés et dans la transmission des compétences culinaires et ménagères en général ?

Par ailleurs, la déstructuration du temps de travail des travailleurs précaires, particulièrement prononcée en temps de crise, se traduit souvent par une déstructuration de l'organisation des repas sur la journée (Millet et Thin, 2005). Quelles en sont les conséquences sur le plan social et individuel (réduction du temps d'échange intra et interfamilles, réduction de la convivialité des repas et du bien-être associé…) ?

On pourrait également anticiper que, pour minimiser leurs coûts de production dans un contexte de crise, les industries agroalimentaires commenceront par relâcher leurs contraintes qualitatives (normes privées sur la composition et la qualité organoleptique, nutritionnelle, voire en toute extrémité sanitaire des produits notamment). Quelles seraient les conséquences si elles en venaient à réduire la qualité organoleptique, nutritionnelle, voire en dernière extrémité sanitaire des produits mis en vente ?

Si l'accès à l'alimentation des plus pauvres est garant d'une certaine paix sociale, la capacité des industries agroalimentaires à produire des aliments à haute valeur nutritionnelle et vendus à très bas prix, peut-elle leur conférer un pouvoir de lobbying exacerbé, notamment pour ce

qui concerne les régulations publiques qui régissent leur activité (dont les normes et les règles sanitaires) ?

Toujours sur le plan de l'accès à l'alimentation, existe-il des populations pour lesquelles cet accès est bloqué faute de mobilité (3e âge en milieu rural par exemple) à l'image des *food deserts* en milieu urbain décrits aux États-Unis ? Si tel est le cas, quels canaux d'approvisionnement mobilisent-ils ? Quels sont les impacts sur leur régime alimentaire ? Quels seraient les moyens pour les éviter ?

Au niveau des instruments de soutien à l'alimentation, le premier budget des populations urbaines défavorisées de pays industrialisés étant le logement, quel serait l'effet de politiques publiques visant à relâcher cette contrainte (prix du loyer) sur les pratiques alimentaires ? Dans quelles conditions la somme économisée serait-elle allouée à une alimentation de meilleure qualité ou vers d'autres types de dépenses ?

2.7. Dans quelles mesures les flux migratoires des pays en développement vers les pays riches induiront-ils des transformations dans les systèmes alimentaires du Nord ?

Les flux migratoires des pays en développement vers les pays riches viennent souvent abonder la classe des mangeurs pauvres des pays industrialisés. On retrouve d'ailleurs chez la plupart des migrants les mêmes caractéristiques que chez les non migrants pauvres et en particulier une incidence élevée du surpoids, de l'obésité et des maladies liées à l'alimentation. Les enfants et nourrissons sont particulièrement vulnérables dans les périodes post-migratoires car ils souffrent de la méconnaissance des produits du pays hôte par leurs parents et donc souvent de diètes inadaptées pouvant conduire à des cas de carence et de malnutrition.

Les migrations suscitent la formation de nouveaux circuits d'approvisionnement, formels ou informels. S'il existe une littérature sur ces filières (colis, épiceries spécialisées), il ne semble pas y avoir d'études permettant d'évaluer la part importée, par pays d'origine, dans le panier de denrées alimentaires des familles migrantes. Il serait en outre intéressant d'évaluer si internet constitue un nouveau canal d'importation d'aliments « ethniques » et s'il est susceptible de se développer significativement à l'avenir.

Par ailleurs, le prix relatif des produits exotiques est-il plus onéreux que celui des produits classiques lorsqu'on lui ajoute un coût de déplacement pour les trouver ? En ce sens, constituerait-il un facteur d'acculturation, notamment pour les nombreux migrants à faible pouvoir d'achat ?

Pour la société hôte, les migrations présentent de nouvelles opportunités économiques dans le secteur alimentaire, que ce soit par la création de restaurants, points de vente de rue ou l'émergence de nouvelles filières spécialisées entières (filières d'approvisionnement-transformation-distribution asiatiques par exemple). La professionnalisation des filières d'importation se double souvent d'une mise aux normes des pratiques et de la pérennisation des systèmes alimentaires. Les mises aux normes et contraintes sanitaires par la standardisation des produits qu'elles induisent sont-elles un facteur de limitation de la variété des denrées disponibles ? Constituent-elles un frein à la créolisation et aux innovations culinaires induites par les migrations ? Se traduisent-elles par un accroissement du niveau de transformation, d'emballage et de pertes, ou, au contraire, par une sécurisation sanitaire du produit tout en respectant ses caractéristiques originelles ?

2.8. L'évolution des modes de vie et normes sociales des mangeurs aisés est-elle susceptible d'impacter la durabilité des systèmes alimentaires ?

Les caractéristiques propres aux classes aisées résident principalement dans leur capacité de choix sans forte contrainte budgétaire. Cela en fait des mangeurs libres, autonomes, réflexifs pour reprendre les termes d'Ascher (2005). Ils peuvent tout à la fois choisir le contenu de leur diète, les circuits d'approvisionnement et lieux de consommation, comme la qualité des produits, au sens nutritionnel, organoleptique, environnemental, éthique, etc., aidés en cela par différents types d'indicateurs. Cependant, la disponibilité d'informations est-elle garante de la diffusion de comportements vertueux ? Dans le cas des États-Unis, il semble plutôt que ce sont les problèmes de surpoids qui aient causé le développement de la mise à disposition des informations nutritionnelles. Dans le même registre, la restauration scolaire est aujourd'hui très contrainte par des prescriptions nutritionnelles. Toutefois, on ne connaît pas suffisamment les « stratégies » développées par les usagers des cantines (échanges entre camarades, par exemple) pour savoir si ces prescriptions nutritionnelles se traduisent effectivement par des repas plus équilibrés. L'expérience d'affichage environnemental au niveau français qui a débuté en juillet 2011 nous permettra d'affiner les connaissances sur les réactions de consommateurs à l'argument environnemental. Enfin, à supposer que les vertus environnementales des produits seraient effectivement valorisées par le consommateur, cela n'exclut pas les démarches de *greenwashing* (marketing vert), à seule fin de création de valeur pour les industries agroalimentaires et/ou la distribution.

Sur le plan social, toute segmentation du marché sur la base d'une gamme de produits plus chers (labellisés, par exemple) exclut leur accès aux consommateurs les plus pauvres et questionne le caractère démocratique d'une gouvernance des systèmes alimentaires par des consommateurs souverains. Sur le plan qualitatif, la tendance à la labellisation pourrait-elle avoir comme effet pervers de multiplier les niches de marché et de ne mener à l'amélioration de la qualité des produits qu'à la marge des volumes commercialisés (et non pour l'essentiel des consommateurs) ? Le respect d'un cahier des charges suffit-il à résoudre le problème environnemental, social ou économique pour lequel il a été conçu au départ (par exemple, label FSC, *Forest Stewardship Council Label*, ou MSC, *Marine Stewardship Council label* ; voir Jacquet *et al.*, 2010) ? Ou ne sert-il qu'à permettre plus de transparence ? L'évaluation de l'efficacité, *ex-post*, d'un label devrait-elle être incluse a priori dans le cahier des charges ?

Par ailleurs, la compréhension plus large des impacts des différents types d'aliments sur la physiologie humaine dans un contexte de consécration du corps humain fait émerger des comportements d'orthorexie[42]. Or, le pendant d'une évolution vers une orthorexie poussée réside dans le risque de perte de plaisirs associés à l'alimentation : plaisir de la gourmandise, plaisir du temps passé ensemble, etc. Ce type de comportement pourrait être renforcé par le développement d'innovations technologiques futures. Il semble par exemple que les applications de téléphones portables permettant de détecter la présence de produits non souhaités par l'usager soient promises à un développement important. Il est pourtant difficile d'anticiper quelles seront les réactions des consommateurs face au développement de technologies d'information dans le domaine alimentaire. Toujours sur le plan technologique, peut-on s'attendre à l'avènement de produits « correcteurs » des méfaits d'une diète déséquilibrée ? N'impliqueraient-ils pas alors un risque de perte des régulations sociales et individuelles des comportements alimentaires, favorisant dans le même temps les

[42] L'orthorexie (du grec *orthos*, correct, et *orexis*, appétit) est considérée comme un trouble des conduites alimentaires caractérisé par une fixation sur l'ingestion d'une nourriture saine. Elle s'apparenterait à l'anorexie mentale et à la boulimie.

comportements excessifs ?

On pourrait également imaginer que les innovations technologiques rendent routinier l'établissement de profils alimentaires individuels, à l'incitation des pouvoirs publics ou d'acteurs privés tels que les assureurs. Cela n'irait pas sans poser des questions d'ordre éthique : à quel stade de la vie un tel profil devrait-il être réalisé ? À quel moment les facteurs de risque repérés seront-ils expliqués au patient ? Un tel diagnostic relève-t-il du secret professionnel ou doit-il être communiqué à la famille, au futur époux, aux pouvoirs publics ?

Dans la littérature, plusieurs scénarios prospectifs misent sur le développement des puces RFID (*Radio Frequency IDentification*) (Feillet, 2007 ; Premier ministre et Centre d'analyse stratégique, 2009). Cependant, la demande de ces puces émane actuellement principalement des producteurs et distributeurs, pour qui elles offriraient de sérieux avantages dans leur gestion logistique. Peut-on alors craindre que les opportunités qu'elles pourraient offrir aux consommateurs soient insuffisamment exploitées, même si *in fine* ces derniers pourront bénéficier (et payer) des services rendus par ces technologies (mesure des émissions carbone, détection d'aliments allergènes, propriétés nutritionnelles, etc.) ? Ce point souligne encore une fois le poids de la logistique et de l'organisation industrielle sur les évolutions qui marqueront l'alimentation à l'avenir.

Enfin, les technologies incorporées dans les aliments et emballages seront-elles consommatrices de ressources non renouvelables ? Est-il possible de développer massivement des emballages recyclables ou biodégradables ? Si toutefois les emballages produits à partir de biomasse remplaçaient l'essentiel des emballages (pour l'alimentation et les autres produits), quelles surfaces de production cela représenterait-il ?

L'analyse comparative de l'impact carbone de différents régimes alimentaires décrite au chapitre 3 souligne bien la complexité de la relation nutrition-environnement de l'alimentation.

3. Questions à la recherche

Le groupe de travail a identifié un certain nombre de points qui nous ont conduits à mettre en exergue trois problématiques principales incontournables dans une réflexion sur les questions de recherche relatives à l'alimentation durable : i) celle des effets des inégalités d'accès à une alimentation sur la durabilité des systèmes alimentaires, ii) celle de l'articulation entre dynamiques territoriales et logiques industrielles et iii) celle de la durabilité des modes de gouvernance.

3.1. Quels sont les effets des inégalités d'accès à une alimentation équilibrée en termes quantitatifs et qualitatifs sur la durabilité des systèmes alimentaires ?

Les tendances actuelles pointent des facteurs de fragilisation de l'accès à une alimentation équilibrée (augmentation du coût relatif de l'alimentation, volatilité des prix, problèmes d'accès liés au manque d'infrastructure et à la distance aux marchés dans les PED, *food desert* urbains aux États-Unis, ruraux en Europe[43], changement climatique, paysans sans terre, etc.). Cette fragilisation se traduit par des stratégies d'adaptation (changement de régime alimentaire et recherche des produits meilleur marché, récupération des invendus, agriculture urbaine, migrations/exode rural…), qui sont susceptibles d'avoir des effets importants sur la durabilité des systèmes alimentaires, que ce soit en termes environnementaux, nutritionnels,

[43] Par exemple, la paupérisation touchant les personnes âgées dans les zones rurales peut se traduire par une faible mobilité, qui aggrave les difficultés d'accès à une alimentation équilibrée.

ou socio-économiques. Il est important de mieux connaître ces stratégies (et leurs impacts en terme de durabilité), qui prennent souvent la forme de filières d'approvisionnement informelles, afin de concevoir des politiques nutritionnelles à la fois plus efficaces et davantage en phase avec l'objectif de développement durable.

Les ménages les plus aisés peuvent faire des arbitrages dans leurs choix alimentaires en fonction de préoccupations nutritionnelles et environnementales, la défense de ces « causes » apparaissant comme hors de portée des ménages à faible pouvoir d'achat (le raisonnement s'applique également dans une certaine mesure à la dichotomie Nord-Sud). Les facteurs de fragilisation évoqués plus haut sont susceptibles de renforcer cette « fracture ». La conception de démarches plus « inclusives » apparaît déterminante pour espérer relever le défi du développement durable.

La coexistence de malnutrition par carence, d'un côté, et par excès d'apport nutritionnel, de l'autre, devient ou redevient courante, que ce soit dans les pays en développement (double fardeau) ou dans les pays industrialisés (réapparition de malnutrition par carence). Appréhender des évolutions nutritionnelles aussi divergentes au sein d'une même entité cible est délicat et complique notablement la conception des politiques nutritionnelles.

3.2. Comment articuler dynamiques territoriales et logiques industrielles ?

L'origine territoriale des produits agricoles et sa reconnaissance par les consommateurs qui orientent leurs achats vers des produits d'origine connue et certifiée constituent un élément puissant pour l'organisation spatiale et humaine des territoires. En même temps, elles font partie des éléments essentiels du partage de la valeur ajoutée de la chaîne qui va du producteur au consommateur. À l'inverse, les industries de transformation et de distribution cherchent à maximiser leurs marges en s'approvisionnant au moindre coût et à qualité constante, préférant une standardisation de la matière première leur permettant d'optimiser les processus industriels de transformation et de distribution, privilégiant ainsi des approvisionnements indépendants des origines territoriales. Ces modèles d'approvisionnement divergents tant par la distance entre production et consommation que par leur organisation logistique dépendent aussi largement du type d'urbanisation des territoires et des connexions entre espace urbain et rural.

Aucun de ces deux modèles ne triomphera sans doute totalement et ces deux extrêmes devront s'articuler pour cohabiter et optimiser la durabilité des systèmes. Ainsi, cette articulation, qui porte surtout sur les complémentarités et non sur les oppositions entre ces deux systèmes, devra faire l'objet de travaux de recherche.

En outre, les territoires pourraient avoir à gérer de nouvelles fractures résultant de l'achat/location de terres à grande échelle. La recherche sera certainement interpellée pour analyser les changements économiques, sociologiques, etc. que ces transactions entraînent et informer les initiatives d'élaboration de codes de bonne conduite à l'échelle internationale.

3.3. Modes de gouvernance[44] du système alimentaire : entre « sur-responsabilisation » des consommateurs et réglementation de l'offre ?

La recherche participe activement à l'élaboration d'indicateurs de durabilité des produits, filières ou systèmes alimentaires. Les efforts de recherche doivent être poursuivis, notamment pour mieux intégrer la complexité des systèmes et la multitude des dimensions de la durabilité. Toutefois, l'idée d'une complète « objectivation » du développement durable

[44] Nous entendons par modes de gouvernance les mécanismes et les systèmes d'acteurs impliqués dans l'orientation des systèmes alimentaires.

conduit à considérer qu'une meilleure information du public (sur les caractéristiques nutritionnelles, éthiques, environnementales des produits) suffit à relever le défi du développement durable, en permettant aux consommateurs d'améliorer leurs comportements. Ainsi, la volonté d'objectiver le développement durable porte le risque de le sortir du débat et de l'action politiques.

Une meilleure information contribue à plus de transparence. Pourtant, elle pourrait se traduire par plus de confusion et avoir des effets anxiogènes, voire culpabilisants, en sur-responsabilisant les consommateurs[45]. Dans un scénario extrême, elle pourrait aller de pair avec une déresponsabilisation des entreprises de l'agroalimentaire vis-à-vis des effets délétères associés à leurs produits dès lors qu'elles en aient tenu informé le consommateur.

4. Conclusion

Ce premier travail d'exploration prospective, focalisé sur l'alimentation durable, avait pour vocation d'identifier des domaines de questionnement dont pourront s'emparer les équipes de recherche. Nous avons volontairement fait le choix de ne pas aborder la question alimentaire *via* des indicateurs très agrégés des niveaux de production et de consommation comme cela a souvent été le cas dans les prospectives internationales récentes (Carpenter *et al.*, 2005 ; Ciheam, 2008 ; Foresight Government Office for Science, 2011 ; McIntyre *et al.*, 2009 ; Paillard *et al.*, 2010 ; PNUE, 2007). Par rapport aux prospectives menées à l'échelle mondiale, nous avons également essayé de tenir compte des niveaux de la transformation, de la distribution et de la restauration. Enfin, l'accent porté sur la durabilité des systèmes alimentaires nous a également amenés à mettre en exergue les questions plus qualitatives liées aux inégalités et à la pauvreté, ainsi qu'à la gouvernance des systèmes alimentaires.

Les premiers éléments qui ressortent de ce travail sont originaux, en ce sens qu'ils sont spécifiques à l'alimentation et pourront contribuer à la mise en œuvre d'une prospective plus globale, prenant en compte d'autres déterminants et débouchant sur des scénarios.

[45] Les consommateurs dont la capacité de choix serait limitée par leur pouvoir d'achat se verraient privés de leur capacité de revendication de valeurs nouvelles et d'orientation du système alimentaire (voir chapitre 2, section 5).

Chapitre 10. Méthodes d'évaluation. Panorama critique

Auteurs : Joël Aubin, Catherine Donnars, Marketa Supkova et Bruno Dorin

Contributeurs : Gérard Gaillard, Frédérick Garcia, Lucie Gauthier-Deltour, Emmanuelle Henry Eric Labouze, Sophie Le Perchec, Sylvaine Lemeilleur, Catherine Macombe, Thuriane Mahé, Jean-Pierre Rennaud et Camille Rojot

Le projet duALIne a choisi d'examiner les méthodes d'évaluation de la durabilité dans un chapitre spécifique, indépendamment des approches sectorielles présentées précédemment, de manière à ce que cet examen soit le plus ouvert possible. Il s'intéressera en particulier aux questions spécifiques posées par l'alimentation au regard des méthodes actuelles de mesure de la durabilité. Dans cette logique, le chapitre appréhende d'abord la complexité des systèmes alimentaires, puis une manière de structurer les enjeux de durabilité qui leur sont associés, présente ensuite quelques méthodes et indicateurs, et enfin les questions de recherche qu'ils soulèvent.

1. Introduction

Mesurer la performance est devenu une activité majeure dans nos sociétés. C'est à son aune que les choix politiques et économiques sont régulièrement éclairés et/ou justifiés. Les indicateurs de performance, quel que soit l'objet visé, se sont multipliés, ainsi que les opérateurs qui les construisent. Évaluer la performance des styles alimentaires au travers du prisme du développement durable est une préoccupation encore récente qui nécessite une réflexion de fond tant sur le contour du ou des objets à évaluer que sur le choix des enjeux durables visés ou les méthodes d'évaluation à utiliser.

On peut d'abord s'interroger sur l'intention qui sous-tend l'évaluation. Selon les attendus, les modalités de réalisation vont être différentes. Si l'on veut réaliser un diagnostic, il s'agira de caractériser ou de qualifier des états, fonctions et dynamiques associés aux styles alimentaires. Si l'on s'inscrit dans le cadre d'approches normatives, l'évaluation vérifie l'adéquation des performances du système ou régime alimentaire à des standards ou à des normes. Parfois implicitement, l'évaluation peut viser une prédiction ou s'inscrire dans une démarche prospective. Il s'agit par exemple d'anticiper les conséquences de changements de pratiques ou de changements externes (climatiques, sanitaires…) ou encore de tester des scénarios contrastés ou plausibles pour le futur. L'évaluation cherche alors à mettre en évidence et à décrire des mécanismes. Elle peut conduire à modéliser des phénomènes (comme des modifications de procédés ou d'organisation) ou à simuler des comportements d'acteurs (les consommateurs par exemple). L'évaluation peut aider ensuite à faire des choix de développement techniques ou organisationnels ; elle « éclaire » les décisions notamment publiques et peut conduire à des applications pratiques : à l'issue du Grenelle de l'Environnement, elle a guidé la réglementation en matière d'affichage environnemental des produits alimentaires.

La montée en puissance du concept de développement durable a fait évoluer significativement les critères d'évaluation. Le rapport Brundtland (Brundtland, 1987), initiateur du concept, met nettement en évidence la nécessité de prendre en compte les besoins des générations futures et donc de ne pas se limiter au temps présent dans l'évaluation. De même, les échelles spatiales se sont élargies : considérant que les actions d'ici pouvaient avoir un effet global et/ou un effet ailleurs, l'évaluation doit prendre en compte à la fois des processus ou phénomènes locaux, régionaux ou globaux. Dans le même esprit, le développement durable confronte l'évaluation à la complexité : un produit, un service ou une

action s'insère dans un « système », dont il faut définir les contours, l'ensemble des composants, leurs propriétés et prendre en compte les interactions internes et externes avec le contexte spécifique social, économique, physique et biologique. Les évaluations fondées sur une seule échelle de temps, de lieu et sur un seul indicateur ne sont plus considérées comme suffisamment pertinentes, intervenir sur un composant pouvant générer des effets parallèles ou indirects non désirés. C'est pourquoi sont aujourd'hui privilégiées les approches multicritères qui supposent de qualifier conjointement les systèmes alimentaires selon leurs caractéristiques économiques, sociales, environnementales, nutritionnelles ainsi que leurs dynamiques spatiale et temporelle. Ces méthodes d'évaluation sont moins avancées, tant la combinaison des cadres d'évaluation demeure difficile.

Enfin, l'implication des acteurs participe à la gouvernance du développement durable. De la même manière que les styles, pratiques et choix alimentaires sont conditionnés par les caractéristiques culturelles, sociales, économiques, politiques, géographiques…, les démarches d'évaluation incluent de plus en plus les parties prenantes afin de « co-construire » leur cadre, leurs modalités et la hiérarchie entre les indicateurs.

Le champ de l'évaluation associé aux pratiques et styles alimentaires est donc particulièrement vaste. Le présent chapitre n'a pas pour vocation de balayer l'ensemble des questions associées aux méthodes d'évaluation, mais de poser un certain nombre de jalons et de questions clés sous l'angle de la durabilité de l'alimentation. Ce chapitre repose sur des éléments de bibliographie et sur l'expérience de praticiens.

2. De la complexité de l'objet « style alimentaire » dans un cadre d'évaluation

Le style alimentaire est une notion sise au carrefour entre des besoins physiologiques, des cadres sociaux et économiques, des pratiques et la combinaison de ces différents déterminants, eux-mêmes associés à des filières agroalimentaires (considérées comme la succession des étapes de transformation des produits) ou à des « arbres de processus » (combinaison) indépendants ou associés entre eux. Selon que l'on travaille à l'échelle d'un individu, d'une communauté, d'une catégorie socio-culturelle, d'un pays ou d'un continent, les déterminants du système vont varier.

La représentation simplifiée de la filière de production de poulet de chair présentée dans la figure 10.1 (da Silva *et al.*, 2010) illustre à elle seule la complexité que présente un aliment constitutif d'un style alimentaire. Bien au-delà de ses fonctions nutritionnelles, ce poulet représente un « système » dont les composants sont intriqués, participant à des échanges croisés et/ou à des phénomènes de compensation, de substitution, ou encore à des « boucles de recyclage ». De plus, ce système réagit à son environnement : l'évolution des cours des céréales qui interviennent dans l'alimentation du bétail ou, en amont, les dynamiques d'utilisation des surfaces terrestres, influent sur l'ensemble du système. De nouvelles caractéristiques issues de la recombinaison des éléments peuvent émerger. La performance évolue par conséquent. Le défi posé à l'évaluation est donc bien de prendre en compte cette complexité systémique sans la décomposer en différentes parties, ce qui lui ferait perdre ses caractéristiques.

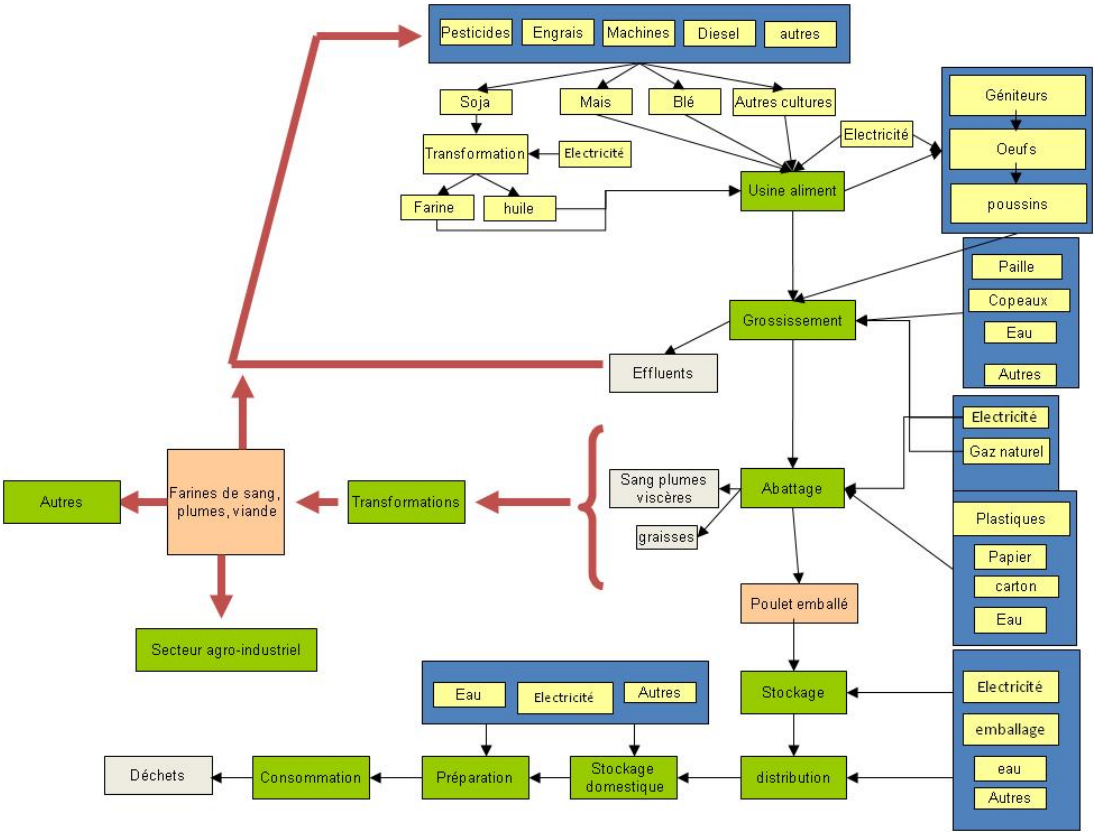


Figure 10.1. Représentation simplifiée de la filière « poulet de chair » définie comme système dans le cadre d'une ACV de poulet de consommation. D'après Da Silva (2010).

3. Définir des enjeux de durabilité avant de choisir des méthodes

Cette illustration de la chaîne alimentaire à partir d'un aliment ne reflète cependant pas les enjeux, pour le développement durable, des choix sociaux en matière d'alimentation. Or ceux-ci sont déterminants dans l'évaluation : quelles finalités, quelles priorités, quelles échelles privilégions-nous ?

C'est pourquoi il nous a semblé important de cadrer l'exploration des méthodes à partir d'enjeux définis pour les systèmes alimentaires composés de différentes filières. Pour ce faire, nous avons croisé les fonctions de l'alimentation – hédoniste, économique, environnementale, sociale, culturelle, nutritionnelle, éthique – avec les étapes ou grandes composantes du système alimentaire, depuis la production des ressources primaires jusqu'à la consommation et la fin de vie des aliments et coproduits. Il est alors possible de questionner des enjeux de durabilité pour chaque croisement entre fonctions et étape : conditions de production et d'échanges, choix alimentaires, forces externes agissant sur la gouvernance du système (régulations, encadrement juridique) ou *via* les marchés (marketing, discrimination entre produits alimentaires par les prix, effets de substitution, effets rebonds…), processus technologiques…

La figure 10.2 illustre la construction de cette réflexion : les fonctions forment les parts d'un polygone et les étapes en constituent les strates horizontales. Si l'échelle d'analyse est celle des aliments (représentés par une colonne), le système alimentaire correspond alors à la combinaison des polyèdres obtenus. Cette représentation illustre le degré élevé de la complexité de l'évaluation. On peut imaginer que ce schéma convienne à d'autres échelles

moins précises (alimentation d'une population, territoires régionaux, nationaux, monde).

Notons que les enjeux associés aux fonctions de l'alimentation sont diversement formulés et arbitrés selon les territoires et les cultures. De même, les frontières entre les étapes de la chaîne agroalimentaire peuvent être segmentées différemment, voire être fluctuantes, notamment entre transformation, distribution et services associés (différenciation retardée par les industries agroalimentaires, service de portage associé à la distribution…).

Cette démarche nous a permis de construire une matrice inventoriant, pour chaque combinaison de processus et de fonction, des questions et/ou enjeux pouvant perturber ou générer de la durabilité pour chacune des fonctions de l'alimentation (tableau 10.1). Par exemple, en quoi satisfaire les besoins en nutriments de l'ensemble de la population modifie-t-il les équilibres en terme de disponibilité en ressources ?

Ces enjeux illustrent la diversité des entrées et des échelles auxquelles l'évaluation peut intervenir (le terme enjeu étant ici entendu dans une acception large incluant des objectifs opérationnels et/ou des questions de recherche). Beaucoup de ces enjeux correspondent à des questionnements que l'on retrouve dans différentes études internationales. Ils correspondent à certaines des *Top 100 questions of importance to the future of global agriculture* (Pretty *et al.*, 2010), portant notamment sur le gaspillage, l'accessibilité et la gouvernance. La prospective britannique *The Future of food and farming: challenges and choices for global sustainability* (Foresight Government Office for Science, 2011) met également en relief ces enjeux. Le tableau 10.1 en présente certains, définis par le groupe de travail. Notre objectif est d'apprécier la pertinence des méthodes d'évaluation au regard des enjeux ainsi définis. Nous nous appuierons sur des enjeux proposés dans le tableau 10.1 (en gras) et illustrés par des méthodes dans le tableau 10.2.

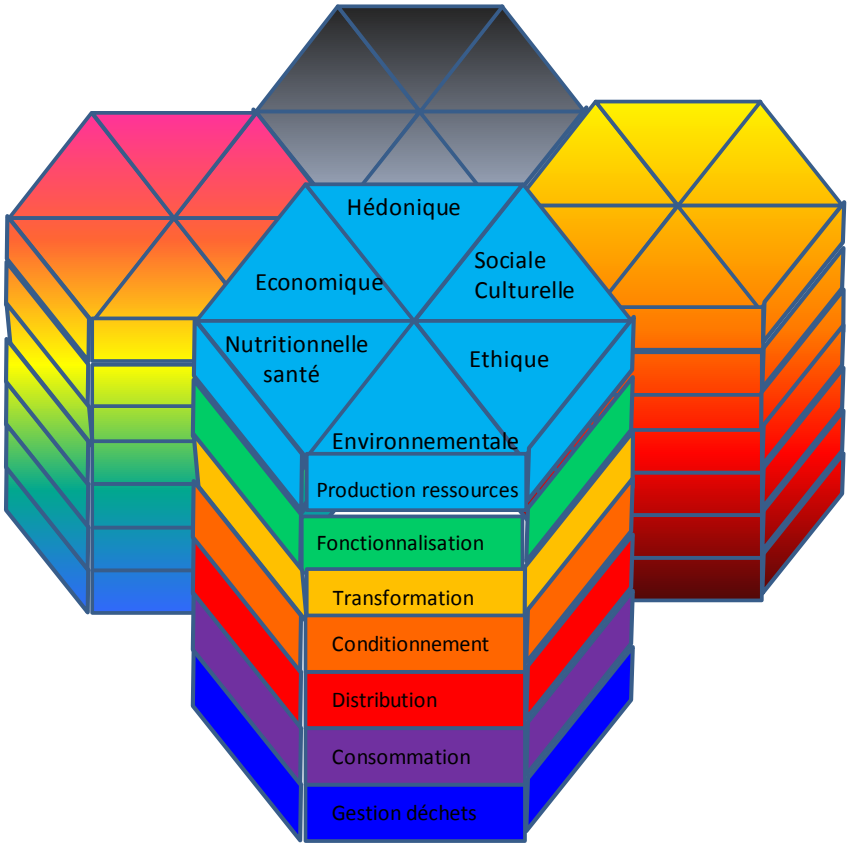


Figure 10.2. Représentation de la complexité d'un style alimentaire, associant plusieurs aliments issus de filières caractérisées par la combinaison des processus et des fonctions.

Tableau 10.1. Diversité d'enjeux de durabilité associés à des fonctions et à des étapes d'un système alimentaire : exemples illustratifs.

Phases du système alimentaire	Fonctions environnementales	Fonctions nutritionnelles et sanitaires	Fonctions socio-économiques	Fonctions sociétales (culturelle, religieuses, éthiques, hédonique)
Production	Optimiser la gestion des ressources naturelles, lutter contre la destruction des habitats et l'épuisement des espèces Valoriser les modes de production plus favorables à l'environnement, ceux plus proches du lieu de consommation Équilibrer le rapport entre les productions animales et végétales	Rechercher la diversité des ressources alimentaires Éviter ou diminuer le recours aux intrants chimiques Pour les paysanneries pauvres, encourager les systèmes de production qui couvrent les besoins nutritionnels familiaux ; évaluer les évolutions nutritionnelles lorsque les paysans migrent en ville	Faire en sorte que les modalités d'alimentation jugées durables créent des métiers de producteur primaire durables. Créer des effets de synergies dans l'utilisation et la production des ressources Atteindre la quantité et la qualité en produits alimentaires nécessaires pour toutes les populations de la planète	Promouvoir une valeur éthique et sociale de la provenance des produits pour rendre compte des conditions de vie des producteurs
Transformation	Optimiser la consommation en eau et en énergie lors de la transformation – mettre en place des processus innovants	Valoriser la préservation de la qualité nutritionnelle tout au long de la chaîne de transformation Limiter le recours aux additifs ou conservateurs chimiques dans la phase de la transformation	Orienter l'innovation industrielle vers plus de durabilité économique (produits et processus durables) Favoriser l'équité sociale	S'assurer de la valeur des innovations industrielles et la qualifier Promouvoir un contrôle social des innovations Promouvoir la « mixité » ou « porosité », ou les interactions entre des fonctions réalisées par la distribution et/ou par la transformation afin de mieux répondre aux besoins en termes de travail, énergie, création de valeur, etc. (élargissement de la « différenciation retardée » dans la transformation)
Emballage	Limiter le volume de l'emballage et privilégier l'écoconception	Adapter la taille des portions pour éviter la surconsommation Améliorer la protection sanitaire Augmenter la durée de vie des aliments en évitant le recours aux matériaux néfastes à la santé humaine	Optimiser les emballages (volumes, matières, fonctions, recyclages) Profiter de l'emballage comme d'une source d'information sur la responsabilité sociale et environnementale des produits et fournisseurs (affichage)	Comprendre comment la perception de l'emballage influe sur la valeur du contenu
Distribution-vente	Optimiser la logistique alimentaire (circuits de distribution, gestion des flux, partage des plates-formes de redistribution) Optimiser l'efficacité énergétique des	Qualifier le système alimentaire globalisé avec une offre standardisée (*global food*) et une offre diversifiée liée aux traditions alimentaires	Évaluer l'impact économique et social des différents circuits de distribution, à différentes échelles Mieux gérer l'impact de l'installation des grandes et	Valoriser les déterminants psychologiques, philosophiques, sociaux (appartenance sociale, au-delà de l'économique) qui orientent vers une façon « durable » de s'approvisionner et d'acheter

	magasins Préserver la biodiversité sur le territoire dans le cadre de son aménagement (urbanisme commercial) et diminuer l'empreinte carbone	locales	moyennes surfaces sur un territoire (diversité en tant que source de la robustesse du système alimentaire) Connaître le rôle des différents circuits de distribution dans la globalisation des systèmes alimentaires Favoriser les synergies possibles entre flux de matières et flux de services (les magasins ne sont pas centrés que sur les produits alimentaires)	les aliments Promouvoir des « mixités » ou « porosités » ou « interactions » entre des fonctions réalisées par la distribution et/ou par la transformation afin d'être au plus près des besoins de la population (travail, énergie, valeur, etc.) ; parallélisme avec la différenciation retardée qui vaut dans les étapes de la transformation Évaluer le niveau éthique d'un produit mis sur le marché (au-delà des normes de l'Office international du travail)
Consommation	Augmenter l'efficience énergétique de la dernière transformation à la maison Lutter contre le gaspillage alimentaire Sensibiliser le consommateur à l'impact environnemental de ses choix alimentaires Réduire l'impact environnemental de l'acheminement entre approvisionnement et lieux de consommation	Garantir l'équilibre nutritionnel aux différentes catégories de populations Favoriser les comportements alimentaires favorables à la santé (composition des menus, modes de préparation)	Assurer l'accessibilité économique des produits alimentaires pour les populations Mieux informer le consommateur (affichage, éducation de base) Permettre la viabilité d'une offre alimentaire diverse	Évaluer (quantitatif et qualitatif) le poids de la fonction hédonique dans l'alimentation Explorer les sources de « dématérialisation » de l'acte de consommation et de restauration ; pour quels effets (par ex. influence sur la satiété) ? Prendre en compte le respect des valeurs religieuses sans transformer la question en termes communautaristes (coûts induits, organisation collective)
Gestion des déchets finaux	Valoriser la filière de recyclage des déchets, revalorisation Transformer les déchets alimentaires en sources potentielles d'énergie (biomasse) ou les revaloriser en coproduits	Optimiser les flux dans les mégalopoles pour éviter au maximum le gaspillage alimentaire Revaloriser les déchets alimentaires en nourriture transformée (sans passer par le compostage et l'agriculture)	Développer et valoriser les filières de recyclage comme activité économique Intégrer la revalorisation de la matière dans la gestion des déchets	Approfondir la réflexion sur l'organisation du tri à l'échelle individuelle et collective des déchets à la maison (architecture, urbanisme) Promouvoir un état d'esprit et une organisation socioéconomique favorables à « l'économie de la 2e vie » (recyclage, revente d'occasion, réutilisation pour d'autres fins)
Processus transversaux	Limiter les impacts environnementaux des systèmes alimentaires Diminuer la dépendance aux énergies fossiles, optimiser les flux de matière et d'énergie, optimisation des volumes Limiter les émissions polluantes, les nuisances sonores	Optimiser les flux de produits transportés pour garantir leur fraîcheur et leur composition nutritionnelle	Équilibrer les compétences au sein du système alimentaire et veiller à ce qu'une étape ne tombe en dessous d'un seuil socialement/éthiquement acceptable (travail disqualifié…) Répartir la valeur dans toute la chaîne du système alimentaire ;	Améliorer les compétences et savoirs associés aux systèmes alimentaires (en particulier culinaires, mais pas seulement) Gestion durable des étapes du système alimentaire Mieux appréhender l'impact sociétal des risques sur la durabilité d'un mode alimentaire (transgression des

	Meilleure connexion et coopération entre étapes du système et aussi entre filières (gestion des coproduits)		répartir les compétences décisionnelles et sociales au sein de la filière Capacité de créer de l'emploi (quel lien y a-t-il entre complexité du système alimentaire et le besoin en emploi et la qualification de ces emplois ?) Capacité d'adaptation d'un système alimentaire face à des crises ou contraintes externes	règles culturelles ou éthiques ; risques santé (obésité, cancers, risques toxico/pesticides, fertilité…) ; risques sociétaux qui modifient les systèmes alimentaires (ex : accepter un réchauffement du climat de 2 °C)

4. Méthodes et indicateurs environnementaux, sociaux, économiques et nutritionnels

Les enjeux de durabilité définis socialement (arbitrage ou consensus) déterminent des critères que l'on cherchera à qualifier par des méthodes et indicateurs choisis en conséquence. Ce sont donc bien les enjeux qui orientent et privilégient telle ou telle méthode. Le tableau 10.2 illustre cette démarche. Les méthodes d'évaluation de la durabilité sont très nombreuses, mais peu d'entre elles concernent spécifiquement l'alimentation. Une méthode à elle seule ne répond jamais complètement à un enjeu complexe et il semble préférable de combiner différentes méthodes et indicateurs pour répondre aux objectifs de l'analyse, sans que l'on sache toujours comment le faire. La pertinence et les limites des résultats d'études et de recherches, comme le choix des indicateurs, s'évaluent aussi par rapport aux enjeux définis.

Tableau 10.2. Exemples de méthodes et d'indicateurs répondant à des enjeux ou problématiques de durabilité (Les numéros indiqués dans la colonne « méthodes » renvoient à des références bibliographiques listées en annexe).

Enjeu	Critères de durabilité	Méthodes	Exemples d'indicateurs
Atteindre la quantité et la qualité en produits alimentaires nécessaires pour toutes les populations de la planète	Disponibilité Accessibilité (dans le temps et l'espace) Qualité (gustative, sanitaire…) Équité Productivité Efficience	IDH (indice de développement humain) (1) Bilans de masse (2) Bilans matières (3) *Input/output* (4)	Espérance de vie Niveau d'éducation nutritionnelle Qualité nutritionnelle (calories, protéines, diversité…) Normes sanitaires Fréquence des pathologies de la surnutrition, malnutrition et sous-nutrition Rendements
Limitation des impacts environnementaux des systèmes alimentaires	Capital naturel critique Capacité d'accueil et conditions de vie d'un territoire Protection de l'environnement	Analyse du cycle de vie (5) Empreinte écologique (6) *Water footprint* (7) Bilan carbone (PAS 2050)(8)	Consommation en eau Consommation d'énergie Émissions de gaz à effet de serre Indicateurs de biodiversité Écotoxicité Utilisation et qualité des sols

		Carbon footprint (8)	Eutrophisation Quantité et qualité des déchets
Répartition de la chaîne de valeur dans le système alimentaire	Équité Répartition des bénéfices Création de richesse Productivité	Chaîne de valeur de Porter (9) *Life cycle costing* (10) Contribution à la richesse (PNB, Pl Doux….) (11)	Répartition de la valeur ajoutée Prix de marché (absolu ou relatif au salaire minimum légal (Smic)) Maillage économique et aménagements territoriaux Contribution au bien-être des populations
Capacité à créer de l'emploi (en quantité et/ou qualité)	Contribution à l'activité économique Insertion sociale Éthique	ACV sociales (12) *Global reporting initiative* (GRI) (13) Responsabilité sociale des entreprises (RSE, SA 8000) (14) ISO 26000 Normes de l'Office international du travail (15)	Nombre d'emplois produits Niveau de rémunération Liberté syndicale Équité, accessibilité Travail des enfants
Capacité d'adaptation d'un système alimentaire face à des crises ou contraintes externes	Efficience Stabilité Fiabilité Robustesse Résilience, adaptabilité	Analyse coût-bénéfice (16) Méthode croisant ACV et analyse de risque consommations (statistiques) (17) Étude d'impacts	Indicateurs de l'OCDE : pression, état, réponse Productivité des ressources

La plupart des méthodes d'évaluation génèrent des indicateurs. D'après Bockstaller *et al.* (2008), les indicateurs sont des grandeurs de nature diverse (données, calculs, observations, mesures), qui fournissent une information au sujet de variables plus difficiles d'accès ou de systèmes plus complexes. Ces indicateurs doivent permettre d'aider un utilisateur dans son action (prise de décision, construction de programme d'action, de modélisation). Leur utilisation se justifie pour des raisons métrologiques, en raison de la complexité de la mesure (ex : la biodiversité), du système (système alimentaire) ou du concept (la durabilité) ; ou des raisons opérationnelles comme des mesures trop coûteuses (Bockstaller *et al.*, 2010). L'OCDE (OECD, 1997) a défini des grands types d'indicateurs, dont la typologie reste largement utilisée : force motrice, pression, état, impact, réponse.

La Commission européenne (European Commission, 2005) a proposé de juger la qualité d'un indicateur en fonction de cinq critères (acronyme anglais : *racer*) : il doit être pertinent (*relevant*) par rapport aux objectifs attendus, acceptable (*accepted*) par les acteurs et porteurs d'enjeux, crédible (*credible*) pour les experts et interprétable sans ambiguïté ; facile (*easy*) à appliquer et enfin robuste (*robust*) aux sources d'erreurs et de manipulation.

Quelques familles de méthodes et indicateurs emblématiques sont présentées ci-après.

4.1. Les analyses de cycle de vie et méthodes dérivées

Les analyses de cycle de vie occupent actuellement une place centrale dans l'évaluation de la durabilité des systèmes alimentaires. Elles ont l'avantage de traiter des enjeux divers à des échelles qui vont du local au global, et d'appréhender toute la chaîne depuis l'amont de la matière première agricole jusqu'à l'assiette.

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode d'analyse environnementale désormais normalisée (Afnor, 2006a,b) qui quantifie les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service tout au long de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie des produits : destruction ou recyclage. L'ACV considère toutes les ressources utilisées et les polluants émis à chacune des étapes d'élaboration et de destruction des produits. Elle génère des indicateurs de durabilité environnementale qui sont agrégés à différentes échelles spatiales et ce, relativement à une unité fonctionnelle qui caractérise l'objectif du système étudié (kg de produit, ha × an, km parcouru…).

Cette méthode comporte de nombreux avantages. Elle est reconnue, standardisée et outillée (logiciels dédiés). Elle permet d'embrasser l'ensemble d'une filière en mettant en évidence les flux d'énergie et de matières, consommées et rejetées. Elle permet par ailleurs de prendre en compte des impacts environnementaux variés, et est, à l'heure actuelle, la seule dont la portée peut être *cradle to cradle*, c'est-à-dire prenant en compte le recyclage complet de tous les déchets et sous-produits. Elle aboutit à un résultat chiffré et permet de voir clairement les phases contribuant aux impacts environnementaux. Elle est ainsi pertinente pour hiérarchiser les problématiques (par exemple, comparer l'impact du transport par rapport à l'étape production) ou bien comparer deux itinéraires entre eux. L'ACV est, dans ce sens, un outil d'aide à la réflexion sur les performances environnementales d'un produit, d'un système ou d'un process. C'est un outil d'alerte, de sensibilisation, conçu comme outil d'aide à la décision et non de décision au sens strict.

Ces qualités sont néanmoins modérées par plusieurs limites. L'ACV classique (dite attributive) est une méthode statique qui ne prend pas en compte l'aspect dynamique des phénomènes. L'ACV repose sur un certain nombre de règles et d'hypothèses (frontières des systèmes étudiés, prise en compte des coproduits) influençant parfois de façon très significative les résultats (Dorin et Gitz, 2008, dans le cas des biocarburants). La norme recommande de mesurer l'impact de ces choix sur les résultats à l'aide d'analyses de sensibilité. L'ACV a été conçue pour une évaluation à l'échelle du produit et des services. Son extrapolation à l'échelle de l'exploitation (par exemple agricole) s'avère particulièrement utile en tant qu'outil de gestion environnementale (Rossier et Gaillard, 2004). Il en va différemment dès lors qu'une échelle régionale ou nationale est visée : la méthode des ACV est relativement difficile à mettre en œuvre pour des études de type « bilans nationaux » du fait de la multitude d'hypothèses de la délimitation des frontières, des règles d'agrégation et d'allocation entre produits (pour éviter de double comptage). Par ailleurs, pour ce type d'étude globale, il est difficile d'utiliser des bases de données d'origines diverses car elles prennent en compte des règles d'allocations des impacts qui ne sont pas forcément compatibles entre elles. Des tentatives ont néanmoins été faites dans le cas d'ACV « hybrides » à l'échelle d'un pays (Weidema, 2006). Dans ce type d'étude, le niveau des impacts est associé au rendement global du système (efficience). Par ailleurs, la question des pertes et de leur statut au sein du système est particulièrement importante : l'ACV se base sur des critères économiques, à savoir que tout ce qui a une valeur est considéré comme un produit (ou coproduit) et non comme un déchet.

L'usage (direct et indirect) des terres, l'altération des habitats et les impacts sur la biodiversité

sont peu pris en compte et leur appréciation (difficile) varie selon les études. Les impacts humains et écotoxicologiques sont souvent inclus, mais avec des fortes variations dans les modèles utilisés. Les impacts sur l'environnement de travail, l'organisation sociale manquent encore. L'harmonisation des méthodes d'ACV et de l'acquisition de données est nécessaire pour améliorer la comparabilité des résultats d'ACV. La combinaison d'ACV aux différentes échelles du système alimentaire permettrait d'aborder la complexité de ces systèmes et de renseigner la diversité des enjeux. Notons cependant que les limites des ACV sont souvent génériques et concernent aussi les autres méthodes.

L'ACV est le chef de file d'une série de méthodes qui dépasse le cadre de l'analyse environnementale pour s'ouvrir aux domaines économiques et sociaux : *Life Cycle Costing (LCC), Total Cost Accounting (TCA), Total Cost of Ownership (TCO), Hybrid Analysis, Life Cycle Activity Analysis (LCAA), Life Cycle Optimisation (LCO).* L'analyse comparée de ces différentes méthodes basées sur l'ACV a été conduite dans l'étude Calcas (Zamagni *et al.*, 2009).

Méthode encore en construction, l'« ACV sociale » relie le concept de l'évaluation par cycle de vie aux théories du développement. Ses fondements épistémologiques n'étant pas stabilisés, il n'y a pas consensus quant aux indicateurs d'inventaire, parmi les 200 (Reap, 2010) qui ont été proposés. Kruze *et al.* (2009) distinguent des indicateurs quantitatifs (*additive indicators*) comme les coûts de production, coût du travail ou accidents du travail, et des indicateurs qualitatifs (*descriptive indicators*) qui peuvent être l'absence de travail forcé, la liberté d'association, le respect de la législation… Si les indicateurs quantitatifs peuvent être traduits dans l'unité fonctionnelle choisie pour l'ACV, ce n'est pas le cas des qualitatifs : un champ de recherche s'ouvre donc. Des travaux s'intéressent aux relations de cause à effet (*pathways*) qui relient les indicateurs d'inventaire à des objectifs sociaux (par exemple, l'espérance de vie). Weidema (2006) est l'un des rares auteurs à ébaucher ces *pathways* pour générer des référentiels : il étudie l'utilisation d'une unité d'évaluation commune telle que le DALY (*Disability Adjusted Life Years*, indicateur d'espérance de vie en bonne santé créé par l'OMS). Néanmoins, il resterait beaucoup à faire pour convertir tous les impacts environnementaux, comme sociaux, en unités DALY et plus globalement cet indicateur est controversé. Enfin, les travaux sur les pratiques domestiques alimentaires par les consommateurs et le recyclage sont particulièrement rares ; or c'est l'un des aspects de l'ACV sociale les plus attendus (Jørgensen *et al.*, 2009).

Encadré 10.1. Un manque crucial de données disponibles

Une méthode ou un indicateur est choisi en fonction de la question initiale à éclairer, mais aussi selon la disponibilité de données. Or celles-ci sont aujourd'hui insuffisamment adaptées aux objectifs de l'évaluation de la durabilité des systèmes alimentaires. C'est notamment le cas des méthodes comme l'ACV qui nécessitent une démarche analytique et un renseignement précis et complet des étapes, matières et flux en jeu. À ce titre, la base de données Agri-Balyse en cours d'élaboration sous mandat de l'Ademe devrait faciliter l'évaluation environnementale de filières alimentaires pour ce qui a trait à la production primaire.

Les données proviennent pour une part des statistiques publiques (dans les pays du Nord) sur les achats des ménages et sur les importations, ventes et exportations de produits agricoles bruts et transformés. On dispose aussi de données d'inventaire de production et transformation des produits agricoles, avec un degré de précision variable selon les secteurs. Ces informations sont plus lacunaires dans les pays des Suds. Les données sur les pertes, gaspillages et sur la gestion des déchets manquent (cf. chapitre 7). On manque aussi de données post-distribution sur les pratiques domestiques. Des études d'observations permettent parfois de croiser des méthodes de type statique (bilans) et de type dynamique (évolutions). L'harmonisation des protocoles d'acquisition des données d'inventaire est une nécessité pour faciliter l'interprétation et la comparaison des résultats entre études. Cependant, l'usage de données moyennes ou construites pour effectuer des comparaisons dans le temps, entre filières, entre régions du monde, entre aliments ou entre styles alimentaires s'avère périlleux compte tenu de l'existence de grandes différences de contextes à divers niveaux (écosystèmes, technologies, socio-économies, etc.).

4.2. Des approches dérivées de l'économie

Ces approches ont l'intérêt de traduire en coût ou bénéfice pour la société les caractéristiques des systèmes alimentaires. La Commission européenne a exploré l'impact environnemental des produits consommés dans l'Union (Tukker *et al.*, 2006) à partir de méthodes fondées sur l'analyse des entrées-sorties (*inputs-outputs*) secteur par secteur. Ces tableaux sont produits par les agences statistiques au travers de la description de la production et de la consommation. La structure du modèle consiste à quantifier les relations entre les systèmes de production et de consommation en termes d'achats, de ventes, de ressources utilisées et d'émissions. Elle couvre tout le cycle de vie des produits. La matrice technologique pointe les interactions entre activités et la matrice environnement quantifie les entrées en terme d'usage des ressources et les sorties en termes d'émissions et d'impact environnemental (acidification, écotoxicité, changement global, trou d'ozone, oxydation…). Les tableaux entrées-sorties font ainsi ressortir la nature et le montant de l'impact environnemental par secteur.

Si le principe de l'analyse entrées-sorties est assez simple, les données analytiques ne sont pas toujours accessibles, homogènes ou non mesurables (les transactions financières ne recouvrent pas l'ensemble des usages).

Ces méthodes entrées-sorties peuvent être employées à des échelles environnementales globales, mais aussi détaillées. L'étude européenne met en exergue le fort poids de l'impact environnemental de l'alimentation et des boissons.

Certains auteurs se sont focalisés sur le coût de l'alimentation comme indicateur de son efficience et/ou de sa durabilité. Heller et Keoleian (2000) ont ainsi évalué le coût de l'alimentation en pourcentage de revenu disponible ou jours de travail nécessaires. Un consommateur américain moyen dépense par exemple 10,7 % de son revenu disponible pour l'alimentation, soit 40 jours de travail par an pour une famille (données 1996). Cet indicateur permet aussi de suivre l'évolution dans le temps de la part de l'alimentation dans le budget des ménages et de comparer les pays entre eux. Par exemple, les États-Unis sont une des nations où l'alimentation est la moins chère pour le revenu des ménages, l'Inde une des plus chères. Cuellar compare par ailleurs le coût énergétique de l'alimentation : l'énergie fossile nécessaire à l'alimentation varie (études dans les pays du Nord) selon les auteurs entre 8 % et 20 % de l'énergie nationale consommée. Ces calculs comportent des marges d'erreurs assez grandes (atteignant 20 %) (Cuellar et Webber, 2010). Les approximations soulignent néanmoins l'importance de la production (1/3) dans la chaîne allant jusqu'à la consommation et que les produits laitiers et filières légumes sont parmi les plus consommateurs en énergie. Le gaspillage énergétique lié aux pertes peut également être estimé : il est évalué à 27 % de l'énergie consacrée à l'alimentation et à plus de 2 % de l'énergie totale consommée aux États-Unis. Ces ordres de grandeur ont une vocation d'alerte : Cuellar en déduit par exemple que l'énergie totale gaspillée dans les pertes alimentaires est supérieure à l'énergie produite sous forme d'éthanol et de pétrole continental, aux États-Unis.

Un deuxième pan de méthodes compare le coût ou l'efficacité d'actions ou de politiques publiques. L'analyse coût-bénéfice traduit ainsi les impacts quantifiables en termes monétaires. Elle peut intégrer des critères environnementaux (CAS, 2009). L'analyse coût-efficacité compare également les impacts entre différentes options. Ces méthodes sont des outils d'aide à la décision lorsque les objectifs sont quantifiables. Les marges d'approximation sont cependant fortes, notamment celles liées aux risques.

Ces différentes méthodes posent une photographie de la situation : leurs indicateurs sont donc statiques. Certaines méthodes émergentes cherchent à prendre en compte l'évolution temporelle. C'est le cas, par exemple, de la théorie de la viabilité (Aubin, 1991) qui interroge la résilience d'un système par rapport à des contraintes de durabilité : « étant donné un ensemble de contraintes et un ensemble de situations initiales, existe-t-il une politique qui permette de respecter les mêmes contraintes de durabilité alors que les données évoluent ? » Dans cette méthode, l'ensemble des situations initiales viables sont qualifiées de noyau de viabilité. De la connaissance de ce noyau, on déduit des mécanismes de régulation (et des indicateurs) ; puis des modélisations visent à éclairer des choix de décision.

4.3. Les bilans rétroprospectifs d'emplois et ressources alimentaires

Les données de la FAO publiées depuis le milieu du XX^{e} siècle permettent d'évaluer, par produit et par pays, les niveaux et évolutions des consommations alimentaires dans le monde. Les productions plus les importations moins les exportations d'un pays permettent d'évaluer les ressources agricoles nationales qui, après retranchement des usages non alimentaires (semences, alimentation animale, biocarburants…) et division par le nombre d'habitants, conduit à l'évaluation des disponibilités alimentaires moyennes par personne. Les disponibilités sont supérieures aux quantités effectivement ingérées puisqu'elles comprennent ce qui est perdu après mise à disposition du consommateur. Le niveau et le contenu calorique des ressources nationales permettent d'approcher la pression sur les ressources de la demande d'une population en produits alimentaires, notamment des surfaces nécessaires (dans ou hors du pays) pour satisfaire cette demande.

La prospective Agrimonde (Paillard *et al.*, 2010) s'est appuyée sur ces données FAO et d'autres pour évaluer sur le passé (1961-2003) et simuler sur l'avenir (2050) des bilans

emplois-ressources de biomasses alimentaires exprimés en calories, avec des produits agrégés en cinq compartiments selon leur origine (végétaux, ruminants, monogastriques, eaux douces et marines (cf. modèle Agribiom pour plus de détails).

Le choix de la kilocalorie comme unité de bilan alimentaire facilite les raisonnements et la représentation des tendances à des niveaux très agrégés (macro-régions, monde) puisque les calories permettent d'additionner tout type de produit alimentaire (végétal, produits animaux issus de ruminants, monogastriques, poissons d'eau douce et marine). Le modèle utilisé a également permis de prendre en compte diverses sources d'alimentation des animaux (produits alimentaires et pâtures en particulier) pour mettre en exergue le poids des produits animaux dans l'utilisation de ressources végétales et, *a fortiori*, de terres cultivables. En revanche, cette quantification ne simule pas les comportements d'offre et de demande *via* les prix, et ne couple pas les productions/consommations avec leurs consommations en énergie fossile, eau, pesticide et autres. Dans Agrimonde, l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux des régimes alimentaires s'est appuyée sur des dires d'experts et la littérature.

4.4. Des indicateurs physiques et synthétiques de pressions environnementales

D'autres méthodes se sont attachées à convertir des impacts environnementaux en un indicateur synthétique ou composite. La nature de cet indicateur varie. La conversion des impacts en coût carbone (CO_2) bénéficie actuellement d'une large audience, dans le sillage des travaux du Giec sur le changement climatique.

Le Bilan Carbone® (www.ademe.fr/bilan-carbone) est un indicateur synthétique de l'émission de gaz à effet de serre. De façon indirecte, il évalue aussi l'énergie consommée par l'activité humaine. Fréquemment utilisé, il s'adapte à différentes échelles, mais se limite aux émissions de gaz à effet de serre. Ce bilan ou empreinte carbone des pressions humaines sur le climat, a été retenu parmi les 15 indicateurs de développement durable associés à la stratégie nationale de développement durable 2010-2013 (Commissariat général au développement durable, 2010). Il est également repris par de grandes enseignes de la distribution à vocation d'affichage environnemental des produits de consommation (Casino, Leclerc, Tesco).

L'*emergy*, appelée aussi « *emergy* solaire » ou « mémoire de l'énergie » est une méthodologie basée sur les principes de la thermodynamique, développée par H.T Odum au début des années 1980 pour prendre en compte les besoins en énergie pour obtenir un produit (Odum, 1996). Odum définit le concept d'*emergy* comme étant l'énergie solaire disponible utilisée directement et indirectement pour réaliser un service ou un produit. Elle est exprimée en joules d'*emergy* solaire (abréviation sej, *solar emergy joule*). Elle est utile pour mieux identifier les flux d'énergie issus de l'environnement, de la sphère technique et de l'économie. Néanmoins, cette méthode n'est pas encore normalisée et l'origine de certaines valeurs de référence est peu transparente.

L'eau virtuelle associe les biens de consommation à une quantité d'eau nécessaire à leur fabrication. C'est un des rares indicateurs à appréhender la ressource en eau ; le Conseil mondial de l'eau l'a utilisée pour alerter sur l'écart de consommation d'eau entre un régime alimentaire riche en viande (5 400 litres d'eau virtuelle par jour) ou végétarien (2 600 litres) chez des mangeurs américains (Hoekstra, 2002).

L'empreinte écologique (www.footprintnetwork.com) convertit des tonnes de produits nécessaires à la vie d'une population en hectares (la « biocapacité »). Le principe de base du calcul repose sur l'utilisation d'un rendement moyen mondial appliqué à une production nationale en fonction de ses caractéristiques physiques (soleil, eau et sol) et humaines. L'empreinte écologique – surface obtenue – permet de comparer des données qui ne sont

pas comparables par ailleurs. Cet indicateur synthétique, utilisé par la communauté scientifique, a atteint une portée politique et acquis une popularité certaine. Sa valeur pédagogique est incontestable à une échelle globale (van den Bergh et Verbruggen, 1999), mais elle est critiquée (Levett, 1998 ; van den Bergh et Verbruggen, 1999 ; Ayres, 2000 ; entre autres) dès lors qu'on aborde des échelles infra. En effet, l'empreinte écologique ne qualifie pas les impacts. Elle n'est par ailleurs pas toujours transparente et complète : les ressources minérales extraites du sous-sol ou les prélèvements d'eau douce sont ainsi (et par exemple) exclus des calculs (Boutaud et Gondran, 2009).

Certaines méthodes estiment le coût environnemental du développement des activités ou productions. L'*Environmentally Weighted Material Consumption* (Van der Voet *et al.*, 2005), développé par la Commission européenne, propose un indicateur croisant les impacts environnementaux de l'utilisation des ressources naturelles avec la croissance économique européenne. Cette méthode agrège des ACV avec la consommation intérieure de l'UE par catégorie de produits. Elle établit des scores, sans pour autant qualifier les niveaux qui seraient durables.

La Banque mondiale propose, elle, un indicateur monétaire de durabilité intitulé l'« épargne nette ajustée », qui intègre le capital physique, le capital humain et les ressources naturelles échangées sur des marchés.

Ces indicateurs synthétiques sont critiqués lorsqu'ils constituent un indicateur unique car, quel que soit l'indicateur envisagé, l'agrégation de données disparates ne va pas de soi et ne saurait rendre compte à la fois de la complexité des activités humaines, de la qualité de la vie et de sa durabilité. Ces indicateurs présentent aussi l'inconvénient d'être normatifs puisqu'ils agrègent des informations de nature hétérogène en leur donnant une note et une pondération. Enfin, ces différents indicateurs sont statiques, c'est-à-dire qu'ils ne prennent pas en compte l'adaptation et la résilience des systèmes étudiés.

Encadré 10.2. Mesurer la biodiversité associée aux styles alimentaires ?

Il est admis que la biodiversité est un facteur important pour la sécurité alimentaire et l'amélioration de la nutrition (Toledo et Burlingame, 2006). Trois niveaux sont à considérer : les écosystèmes, les espèces et la diversité génétique intraspécifique. La biodiversité en tant que telle est encore méconnue. L'impact des activités humaines sur la structure fonctionnelle de la biodiversité est devenu une préoccupation globale, mais peu de méthodes le documentent. Quelques études tentent d'introduire la biodiversité dans le cadre conceptuel de l'ACV (Curran *et al.*, 2011). Jeanneret *et al.* (2008) ont proposé une méthode d'évaluation pour les grandes cultures, surfaces herbagères et semi-naturelles dans le cadre de l'ACV, mais qui ne reste applicable que dans le contexte suisse. Des approches sur l'utilisation de surfaces d'écosystèmes pour les activités humaines ont été initiées, mais sont encore peu appliquées (Koellner et Scholz, 2008). Relier alimentation et biodiversité apparaît comme un enjeu de recherche.

4.5. Approches nutritionnelles et épidémiologiques

Les coûts sociaux en matière de santé publique sont une préoccupation majeure de nos sociétés et le rôle de l'alimentation dans la santé est particulièrement questionné (sous- et malnutrition, obésité, maladies cardio-vasculaires…). Si les relations de l'alimentation avec la santé sont attestées, leur évaluation globale reste à faire. L'épidémiologie explore les combinaisons entre certains groupes d'aliments et des indicateurs de santé. Des méthodes statistiques mesurent alors les corrélations et identifient des typologies de consommateurs « à risque » (Kesse, 2010).

Les méthodes se répartissent entre des méthodes qui comparent les données de consommation à un référentiel « santé » et celles fondées sur de l'observation des consommations. Les premières construisent des indices de qualité et de variété de l'alimentation ou encore des scores d'adéquation à des recommandations nutritionnelles (par exemple, régime de type méditerranéen). La construction de ces scores repose sur des connaissances ou hypothèses scientifiques dans le domaine de la nutrition. Une revue récente de la littérature a fait état d'une vingtaine de scores existant dans la littérature, dont beaucoup sont dérivés de quatre scores principaux : le *Healthy Eating Index* (Kennedy, 1995), le *Diet Quality Index* (Patterson *et al.*, 1994), le *Healthy Diet Indicator* (Huijbregts *et al.*, 1997) et le *Mediterranean Diet Score* (Trichopoulou *et al.*, 1995). Les apports en lipides (totaux, saturés/mono-insaturés, cholestérol) ou bien la consommation de fruits et légumes sont des paramètres récurrents. Mais les disparités dans le recueil des données et la construction des scores rendent la comparaison entre études difficile (poisson isolé ou non des autres produits animaux, poids alloué aux différentes composantes, prise en compte ou non de l'apport énergétique…).

L'utilisation des méthodes épidémiologiques inclut par ailleurs une certaine subjectivité et des biais largement discutés dans la littérature (par exemple, choix du nombre de facteurs à conserver).

4.6. Méthodes pour évaluer les freins et les motivations à la consommation durable

Rares sont les travaux qui ont étudié les motivations et attitudes des consommateurs envers l'alimentation durable. Le rôle des consommateurs engagés est d'ailleurs appréhendé diversement : une première approche (Cohen, 2003) pointe leur rôle actif dans la diffusion d'intérêts environnementaux auprès des autres consommateurs. Elle est critiquée par les tenants d'une approche plus politique dans laquelle s'inscrit le développement des labels alimentaires (Boström et Klintman, 2008). Une troisième approche remet en cause le concept de « consommateur actif » et souligne l'ambivalence et la routine des pratiques alimentaires. L'institut de recherche sur les consommateurs norvégiens (Sifo) porte notamment cette approche. Les pratiques alimentaires alternatives représenteraient alors une contestation sociale reflétant des valeurs alternatives (Terragni *et al.*, 2009). Les Amap (Associations pour le maintien d'une agriculture paysanne) ou les *community shared agriculture* (CSA) en Norvège indiqueraient ainsi un tournant de conscience écologique et sociale. Bente Halkier (2009) remarque que la consommation d'aliments respectueux de l'environnement résulte d'ambivalences, tensions et dilemmes entre des pratiques sociales routinières et un engagement « conscient » envers l'environnement. Cette réflexion invite à s'interroger sur les initiatives institutionnelles qui permettraient de rendre plus « normales » et routinières la consommation alimentaire durable.

Dans cette optique, l'Isoe (Institute for Social Ecological Research, Allemagne) analyse la manière dont les styles alimentaires (*nutrition styles*) sont liés aux modes de vie et en particulier les points d'introduction de changements d'attitude favorables à l'environnement (Schultz et Stieß, 2008). Les données empiriques soulignent que les motivations pour intégrer en routine des questions environnementales dans les pratiques sont ambivalentes. Les nombreux travaux sur les circuits courts (ou *local food*) par différentes disciplines (sociologie rurale, économie géographique, écologie, consumérisme, anthropologie) ont également tendance à pointer les ambiguïtés entre approches culturelle *vs* environnementale : la *local food* en réaction à l'organisation mondialisée du commerce a ainsi fait émerger le néologisme de « glocalisation » (Holt et Amilien, 2007).

4.7. Des indicateurs sociaux et éthiques composites

Quelques initiatives de portée internationale s'intéressent à la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et ont développé des indicateurs de référence. On peut citer le référentiel GRI (*Global Reporting Initiative*, www.globalreporting.org), le référentiel de l'Organisation internationale du travail (www.ilo.org/global/lang--en/index.htm, rapport 2009 sur les indicateurs de OIT[46] : la norme ISO 26000 (www.iso.org/wgsr) ou encore la norme SA 8000 (www.sa-intl.org/) élaborée par le *Social Accountability International,* organisation privée américaine qui s'appuie aussi sur les conventions et droits des travailleurs définis par l'OIT (travail des enfants, discrimination, liberté d'association, temps de travail, salaire…). Ces outils, fondés sur la consultation des parties prenantes, couvrent les trois volets du développement durable plus la gouvernance. Ils sont destinés à mesurer l'impact des organisations plus que les processus et activités.

Dans le même esprit, les critiques à l'encontre du PIB ont incité la communauté internationale à recourir à d'autres indicateurs pour mesurer le bien-être des populations. L'indice de développement humain (IDH) proposé en 1990 par Amartya Sen, Mahbub ul Haq et le PNUD en est un exemple. Plus récemment, l'indice de pauvreté multidimensionnel (*Multidimensional Poverty Index,* MPI) créé au sein de l'Université d'Oxford en 2010 (Alkire, 2010 ; Alkire et Santos, 2010), est aussi porté par le PNUD. L'approche du MPI est intermédiaire entre considérer qu'une personne est pauvre dès lors qu'elle est privée d'une quelconque dimension et compter les privations dans toutes leurs dimensions (revenu, santé, éducation, etc.). Publié dans 104 pays en développement, il évalue à l'aide de 10 indicateurs le seuil de pauvreté, l'incidence de la pauvreté (pourcentage de personnes multi-dimensionnellement pauvres) et l'intensité de la pauvreté (proportion moyenne de privations pondérées qu'une personne pauvre subit).

Ces démarches reposant sur des critères quantitatifs et qualitatifs et aboutissant à ce type d'indice multidimensionnel pourraient utilement inspirer les méthodes d'évaluation de la durabilité de l'alimentation (cf. point 3.6).

4.8. Les approches multicritères de plus en plus recommandées

Il ressort de ce panorama l'intérêt croissant d'aborder de front différents champs de la durabilité par des analyses utilisant des indicateurs portant sur des objets différents, avec des échelles différentes, et qui peuvent être quantitatifs ou qualitatifs. Il est alors crucial de trouver la balance entre couvrir le plus largement les champs du développement durable par des indicateurs nombreux, délimiter le champ d'information afin de garder une vision intelligible de la situation… et pouvoir émettre un avis ou prendre une décision. C'est l'enjeu des approches multicritères.

Plusieurs étapes de gestion de l'information sont classiquement utilisées : la normalisation permet de rapporter différents indicateurs à un référentiel commun et donc de les considérer sur une base commune ; la pondération permet de donner un poids aux indicateurs en fonction de la pertinence qu'on leur accorde ; l'agrégation rassemble enfin les indicateurs autour d'une notion commune afin de limiter le nombre de notions qui entrent dans l'évaluation. C'est, par exemple, le cas dans l'emboîtement « Principes, Critères et Indicateurs » : *Principe* (qui relève des concepts ou des valeurs), *Critères* (qui déclinent les *Principes* en notions opérationnelles) et *Indicateurs* (qui mesurent les critères). Les deux niveaux d'agrégation combinent les informations du niveau inférieur. Selon le type d'indicateurs et les méthodes employées, les informations seront exprimées sous forme

[46] www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_emp/documents/publication/wcms_110512.pdf

chiffrée ou de façon graphique : feux vert, orange, rouge, par exemple.

Il est possible de sélectionner et de combiner certains indicateurs pour élaborer un indicateur composite visant alors à prendre en compte le caractère multidimensionnel de l'objet étudié. Sur le modèle du *Multidimensional Poverty Index*, il pourrait être envisageable de proposer un cadre d'analyse de la durabilité des régimes alimentaires (tableau 10.3) en lien avec les différentes dimensions (enjeux) précédemment identifiées (cf. tableau 10.1). Néanmoins, la construction d'un tel cadre est moins simple qu'il n'y paraît car cette approche nécessite de trouver une cohérence entre indicateurs. Le défi est donc en premier lieu de définir l'objet de l'étude de telle façon que des indicateurs provenant de domaines aussi divers que la santé, l'environnement ou l'éthique soient applicables dans un cadre scientifique cohérent.

Tableau 10.3. Proposition d'un cadre d'analyse pour construire un indicateur multidimensionnel de la durabilité de l'alimentation.

Dimensions (enjeux)	Indicateurs (domaine)	Exemples
Santé, nutrition	(Sous-nutrition)	Disponibilités caloriques ; équilibre macro-nutritionnel ; sous-nutrition infantile…
	(Surpoids, obésité)	Indice de masse corporelle…
	(…/…)	…
Économie	(Accessibilité)	Dépenses alimentaires/totales ; prix (montants, variabilité…) ; développement marchés…
	(Emplois)	Heures travaillées…
	(…/…)	…
Hédonisme	(Produits animaux)	Protéines animales/totales…
	(Variété de choix)	Indice de variété…
	(…/…)	…
Culturel, Religieux	(Productions locales)	Importations/consommations totales…
	(Respect tabous)	…
	(…/…)	…
Environnement	(Carbone)	*Carbon footprint* & co…
	(Eau)	*Water footprint* ; teneurs en nitrate…
	(Biodiversité)	…
	(…/…)	Fertilité des sols ; potassium ; phosphates ; …/…
Éthique	(Conditions de vie)	Indice de développement humain…
	(Équité)	Indice de Gini ; chaîne de valeur…
	(…/…)	….

Même multicritères, les méthodes d'analyses de la durabilité ne sont pas facilement utilisables par les décideurs : départager des réponses contradictoires entre indicateurs ou arbitrer entre

des notions portant sur différents champs appellent à un jugement qui ne relève pas des méthodes d'évaluation à proprement parler.

4.9. Associer les acteurs à l'évaluation de la durabilité favorise aussi les changements de pratiques

Nous avons vu précédemment qu'il était important de hiérarchiser les indicateurs au regard de choix sociaux. Cela implique, si l'on se place dans une perspective participative, la mise en débat de ces choix et aussi des outils d'évaluation. Cette posture nouvelle pour la recherche, ne signifie pas le désengagement du scientifique au profit du politique, mais doit l'inciter à prendre en compte dans sa démarche les utilisateurs potentiels de ses travaux.

Autrefois seulement objets d'étude dans les évaluations, les acteurs, parties prenantes et/ou, selon une notion plus large, porteurs d'enjeux (*stakeholders*) sont dorénavant régulièrement associés au dispositif d'évaluation. Ils sont le plus souvent sollicités dans la définition des objectifs de l'évaluation, dans l'interprétation des résultats et dans la formulation de pistes d'action.

Leur intervention ne règle pas les questions relatives aux limites méthodologiques ; néanmoins elle offre une grille de lecture complémentaire (opinions), en hiérarchisant, pondérant ou contextualisant les évaluations scientifiques.

La participation des parties prenantes n'est toutefois pas univoque : la représentativité et la légitimité des acteurs convoqués, ainsi que le statut de leur prise de position sont des questions récurrentes posées aux méthodes participatives : les acteurs s'expriment-ils à titre personnel ou comme représentants d'une institution ou d'un groupe plus ou moins formel ? De même, une mauvaise gestion de groupe ou une prise de parole confisquée par quelques-uns peuvent nuire à la pertinence des résultats obtenus.

Malgré ces remarques, associer les acteurs à la définition des modalités de l'évaluation peut avoir des effets d'entraînement au-delà de l'évaluation. Par exemple le projet Evad (Rey-Valette *et al.*, 2008) a montré que « la démarche de co-construction d'indicateurs favorise l'apprentissage organisationnel et facilite la concertation » et que, de ce fait, il est plus facile de construire des pratiques de développement durable partagées par les différents niveaux d'acteurs si elles ont été analysées avec des approches concertées (Rey-Valette *et al.*, 2008). Les travaux menés en sciences de gestion (Pesqueux, 2006) montrent plus généralement que les dispositifs d'évaluation sont des leviers importants de l'apprentissage organisationnel. L'évaluation n'est alors plus seulement envisagée comme un objectif, mais aussi comme un moyen de faire évoluer les organisations, les communautés territoriales et/ou les individus.

Ces approches participatives n'ont guère été menées à l'échelle d'une filière agroalimentaire complexe (ni *a fortiori* sur des régimes alimentaires). La multiplicité des intervenants devient un écueil majeur et les modalités de consultation et d'intervention des acteurs seraient à construire. L'apport des sciences sociales pour stabiliser des méthodologies à la fois robustes et opérationnelles semble ici capital. Il faut noter l'existence de quelques outils pouvant servir à la sélection d'indicateurs ou de croisement d'avis d'experts, issus notamment de la recherche opérationnelle. En particulier, on peut citer la méthode Electre (élimination et choix traduisant la réalité) qui permet de trier, hiérarchiser et choisir des indicateurs par une approche de pondération (Roy, 1968), la méthode Delphi qui permet de faire converger des avis d'experts (Rowe et Wright, 1999) ou l'utilisation de modèles multi-attributs pour décomposer la prise de décision, comme la méthode DEXi (Bohanec *et al.*, 2000).

5. Questions à la recherche

Il est pratiquement impossible de lister l'ensemble des questions de recherche associées aux méthodes d'analyse de la durabilité des styles alimentaires, compte tenu du nombre des méthodes et de la multiplicité des objets et des enjeux. Sont listées ci-dessous des questions qui apparaissent importantes, en particulier sur l'analyse du cycle de vie et méthodes associées (en raison de leur large utilisation).

5.1. Le choix du système d'indicateurs

Le système d'indicateurs est la boîte à outils qui permet d'évaluer puis d'orienter le système que l'on étudie. L'ensemble des indicateurs doit être cohérent, les uns et les autres complémentaires et indépendants. Ils doivent être suffisamment nombreux pour couvrir tous les champs jugés stratégiques pour l'évaluation et d'un nombre restreint pour être interprétables. Suivant la vocation de l'étude et son champ d'application géographique, le choix des indicateurs pourra être différent. Mais qui détermine le choix de ces indicateurs ? Obtient-on le même type de réponse en utilisant un système d'indicateurs normatifs éprouvés ou en travaillant en co-construction du système d'indicateurs avec des représentants des différents niveaux d'acteurs ? Dans le second cas, comment déterminer les niveaux d'acteurs à impliquer dans un système aussi complexe que le système alimentaire avec des échelles spatiales imbriquées ?

5.2. Des indicateurs complémentaires

Certains piliers du développement durable sont lacunaires en termes d'indicateurs opérationnels.

L'arsenal des indicateurs existants n'est pas encore suffisant pour répondre à l'ensemble des questions posées. En particulier, on peut citer le cas de la biodiversité qui fait l'objet de demandes régulières de la part de la société civile. Comment intégrer la notion de biodiversité dans l'analyse des systèmes alimentaires ? Quels niveaux de biodiversité prendre en compte (génotypes, espèces, écosystèmes) ? Est-il possible de les agréger ? Comment les agréger à différents niveaux géographiques ?

Sur les indicateurs existants, il existe aussi des adaptations de concepts à faire pour aborder la durabilité des systèmes alimentaires. C'est le cas pour les différentes approches de la consommation ou de l'utilisation de l'eau.

5.3. L'unité fonctionnelle

Les analyses basées sur le cycle de vie sont appliquées à une fonction ou à un produit (d'où le terme unité fonctionnelle). C'est à cette unité que font référence les calculs de tous les indicateurs. Quelle est l'unité fonctionnelle qui rend compte le mieux de la qualité d'un régime alimentaire (calories, protéines, oméga 3…) ? Peut-on proposer des unités fonctionnelles combinant différents aspects ? Quelle est l'influence du choix de l'unité fonctionnelle sur les résultats et la signification des analyses à l'échelle des systèmes alimentaires ?

5.4. Le recyclage dans les systèmes alimentaires et les allocations

Différentes études à l'échelle des systèmes alimentaires font état des pertes tout au long de la chaîne. Il est nécessaire de connaître le devenir de ces pertes et de comprendre en quoi elles peuvent contribuer à l'amélioration du bilan économique, social et environnemental du système alimentaire par des phénomènes de recyclage ou de valorisations externes au

système (particulièrement dans les pays en développement). Le choix des règles d'allocation des impacts devient alors crucial entre les produits principaux et les différents coproduits, comme c'est aussi le cas dans les productions à vocations multiples (par exemple, entre lait, vache de réforme, veau ; voir Cederberg et Stadig, 2003). Doit-on suivre une règle basée sur les masses (prorata des propriétés physiques), sur certaines caractéristiques (par exemple, contenu énergétique) ou sur des règles économiques (valeur des différents produits de substitution) ? En quoi ces choix influent-ils sur les résultats (par exemple, affectation partielle ou totale d'un impact évité par un procédé de substitution) ? Comment concevoir une approche uniforme combinant l'unité fonctionnelle et les règles d'allocation, et ce sur l'ensemble du système alimentaire ?

5.5. Le cas des ACV sociales

Si les évaluations économiques peuvent être rendues compatibles avec les analyses du cycle de vie, parce que fondées sur des flux monétaires (cf. *life cycle costing*), la question de l'intégration de volets sociaux dans l'ACV reste ouverte. Plusieurs niveaux de questions se posent : quels sont précisément les fondements épistémologiques de l'évaluation sociale du cycle de vie ? Quel consensus sur les indicateurs d'inventaire ? Comment rapporter des indicateurs sociaux à l'unité fonctionnelle ?

5.6. Échelles et représentativité des indicateurs

Comment prendre en compte le contexte local pour en apprécier la pertinence de certains indicateurs (définir des indicateurs contextualisés, intégrant la sensibilité des milieux récepteurs dans le calcul des impacts et le niveau de disponibilité des ressources) ? C'est nécessaire pour les consommations de ressources (par exemple, eau) où les niveaux de disponibilité sont essentiels pour juger de leur intérêt (échelle géographique et temporelle) ou pour les indicateurs d'émission (par exemple, eutrophisation) où la sensibilité du milieu récepteur est importante pour la réalisation de l'impact. Des parallèles sont possibles dans la sphère économique. Des combinaisons de méthodes comme ACV et analyses de risque sont possibles, mais pas encore développées.

5.7. L'incertitude

Les données utilisées pour renseigner les indicateurs sont d'origines multiples et souvent hétérogènes. Elles sont pour la plupart basées sur des enquêtes dont les représentativités sont variables, sur des données publiées, des statistiques ou des mesures de terrain, des descriptions de cas particuliers (individus, systèmes…). À chacune de ces données est associé un niveau d'incertitude lié aux méthodes d'observation et de mesure. Ces incertitudes se propagent au travers du système étudié et vont influer sur la qualité des résultats. La prise en compte de l'incertitude est souvent négligée dans les analyses multicritères et les conséquences dans la prise de décision probablement sous-évaluées. Dans des systèmes complexes comme les styles ou systèmes alimentaires, les modalités de calcul et d'analyse de la propagation sont encore difficiles à mener et doivent être approfondies.

5.8. Disponibilité des données et besoins en infrastructure

Les études évoquées dans ce document reposent sur un volant important d'information qui croisent des échelles différentes : celle du commerce mondial, celle des pays ou régions, celle des filières, celle des exploitations agricoles, celle des individus (consommateurs par exemple)…

Beaucoup des objets d'études ne sont pas renseignés à ces différentes échelles et l'absence de données fiables, vérifiées et documentées est un écueil majeur pour la réalisation des

travaux scientifiques. De ce fait, il existe un véritable besoin d'observatoires (sur la consommation ou le comportement), de statistiques et de bases de données mutualisées sur les produits, les filières, les modes de transformation et de commercialisation (comme celles utilisables pour les ACV). C'est le cas dans les pays développés et c'est crucial dans les pays en voie de développement, où le besoin en observatoire est plus grand compte tenu d'une situation initiale déjà moins documentée. Dans beaucoup de travaux, le recours à l'enquête de terrain est incontournable et doit demeurer une pratique régulière pour s'assurer de la qualité des informations et appréhender de façon précise les contextes (physiques, sociaux, économiques…). Comme dans toute discipline scientifique, l'évaluation de la durabilité requiert le recueil et l'évaluation de la qualité des données. Une stratégie de recherches en la matière qui ne se baserait que sur l'exploitation de données existantes est discutable.

6. Conclusion

Cette réflexion sur les méthodes pour l'analyse de la durabilité des systèmes alimentaires s'est vite confrontée à l'immensité du champ à couvrir. L'alimentation est un objet multidimensionnel que l'on a tenté de simplifier au travers de logiques marchandes et qu'il convient d'appréhender comme un phénomène social complexe (Dhérissard et Viel, 2007).

De ce fait, approcher l'évaluation des systèmes alimentaires au travers d'enjeux attribués à ces systèmes semble plus adapté, car cette démarche permet de choisir les outils de l'évaluation en fonction d'arbitrages sociétaux, de la sensibilité du territoire aux pressions environnementales, des perspectives de changements globaux, etc. La définition même de ces enjeux pose question : qui a la légitimité pour les définir ? Et comment le scientifique-évaluateur se positionne-t-il face aux préoccupations sociétales ?

L'approche privilégiée ici a consisté à aborder les méthodes d'évaluation à partir d'une grille structurant les enjeux de la durabilité de l'alimentation. Cette démarche se distingue, d'une part des approches par avis d'experts qui traitent des questions associées à l'alimentation sans aborder les méthodes d'évaluation, telles que rencontrées dans les travaux de la FAO par exemple (Pretty *et al.*, 2010). D'autre part, elle se différencie des travaux centrés sur les méthodes, comme la synthèse Calcas sur les analyses de cycles de vie (Zamagni *et al.*, 2009) et les méthodes dérivées, mais qui ne traitent pas de l'objet « alimentation ». De ce fait, cette réflexion, bien que sommaire, offre un regard singulier sur la problématique étudiée.

La tendance dans l'évaluation est ainsi au « multi » : multicritère, multidimension, multiapproche… L'appréciation de la durabilité ne peut en effet se réduire à un angle de vue et il faut composer entre différents types de méthodes statiques ou dynamiques, mathématiques ou participatives, etc. Les échelles à aborder, qu'elles soient temporelles ou géographiques, sont aussi multiples, de même que les acteurs concernés à impliquer. Émerge ainsi la nécessité de travaux transdisciplinaires dont les cadres sont encore inédits, y compris dans les liaisons à construire entre la recherche et les mondes de la production, de l'industrie, de la distribution, de la consommation et du développement. Ces partenariats sont à la fois déterminants pour rendre disponibles des informations pertinentes et fiables sur les systèmes alimentaires, lesquelles manquent cruellement, et parce qu'ils déterminent les systèmes de valeurs (éthique) dans lesquels s'inscrivent les évaluations de la durabilité.

Les seules rationalités économiques ou environnementales ne sont donc plus suffisantes pour répondre à des enjeux aussi complexes et il est possible que la recherche aille vers des ruptures de pensées. Dans cette veine, Elghali *et al.* (2008) déclarent que « la perte de certitude et l'intrusion de l'éthique détruit les bases des approches scientifiques "normales". »

Conclusion

Auteurs : Catherine Esnouf, Marie Russel et Nicolas Bricas

La réflexion menée au sein de duALIne avait pour objectif, au travers d'entrées choisies en fonction de leurs liens et impacts potentiels sur la durabilité de l'alimentation, de dresser un état des lieux des déterminants majeurs qui ont présidé aux évolutions passées des systèmes alimentaires, d'identifier les points critiques de ces systèmes au regard de l'environnement, du social, de la santé et de l'économie et, enfin, de dégager des questions à la recherche pour de futurs programmes. Cette conclusion présente les principaux acquis de cette analyse, une synthèse des thèmes de recherche répertoriés, les sujets qui restent à explorer et les perspectives ouvertes.

1. Acquis et questions à la recherche

Le constat de la non-durabilité des systèmes alimentaires

L'élément majeur est que les sources bibliographiques sont consensuelles sur le constat : les systèmes alimentaires de type occidental et, *a fortiori*, leur extension mondiale, ne sont pas durables, en termes de consommation de ressources, d'impacts sur les écosystèmes et d'effets sur la santé (surpoids, obésité et pathologies associées). La question centrale est donc de savoir quelles évolutions, quelles transitions, voire quelles ruptures peuvent faire émerger des systèmes plus durables (intégrant à la fois l'offre des produits et la demande des consommateurs/mangeurs).

Comportement des consommateurs

L'élément majeur à retenir est que, selon l'analyse rétrospective, la consommation est prévisible sur le long terme et, en particulier, que la quantité de calories puis la consommation de calories d'origine animale augmentent avec le développement économique, pour aboutir à une stabilité. Cette évolution, à l'échelle de la planète, a des conséquences négatives sur la durabilité. Ces transitions alimentaires sont en outre plus rapides aujourd'hui (pays émergents) qu'hier (pays de l'OCDE).

On peut s'interroger sur le lien entre cette augmentation et la satisfaction des besoins physiologiques, mais l'analyse a montré que ces besoins ne sont pas déterminants.

Toutefois, si on examine les consommations et les dépenses à un niveau désagrégé, c'est-à-dire au niveau des produits au sein des grandes catégories, des différences significatives et persistantes apparaissent entre des pays par ailleurs relativement proches en terme de développement économique. Par exemple, la forme de consommation des produits laitiers au sein de l'Europe est très variable ; le poids de l'histoire et de la culture paraît ici déterminant.

En termes d'actions sur les comportements, des travaux tendent à montrer que les politiques de soutien agricole passées n'auraient pas eu d'effet négatif par rapport au suivi des recommandations nutritionnelles. Les politiques d'information nutritionnelle n'ont d'effet que si l'information est validée et consensuelle pendant une longue durée. Des travaux préliminaires semblent également montrer qu'on ne peut pas compter, du moins à court terme, sur un consentement à payer des consommateurs suffisant pour financer le probable surcoût d'une alimentation plus durable, leur influence se manifestant davantage par une propension à sanctionner les produits n'intégrant pas ces options. Ces résultats méritent d'être confirmés ; ils montrent qu'il faut également conduire des recherches sur des modèles économiques intégrant ce surcoût ailleurs dans le système alimentaire.

Les questions majeures à la recherche sont alors celles des niveaux et modalités de modifications des consommations, ainsi que celles relatives aux impacts sur la durabilité de l'accélération des transitions nutritionnelles dans les pays émergents et de l'augmentation des inégalités alimentaires.

Systèmes et filières

Le système alimentaire dominant des pays industrialisés a reposé sur une réduction de la gamme des matières premières agricoles produites et sur une spécialisation des opérateurs sur deux étapes successives : le fractionnement de cette matière première, puis une reformulation pour aboutir à une grande diversité d'aliments, produits finaux de qualité régulière.

L'évolution des procédés par l'addition de critères successifs (sécurité sanitaire, qualité organoleptique, qualité nutritionnelle) a réduit les marges de manœuvre et les degrés de liberté au niveau industriel. Les contraintes de durabilité pourront-elles être satisfaites sans avoir à reculer sur certaines des contraintes intégrées précédemment ? Pourra-t-on y répondre par l'optimisation des technologies existantes ou faudra-t-il reconcevoir de façon plus fondamentale les procédés alimentaires et l'organisation des filières agroalimentaires ?

La production agricole doit actuellement faire face à des aléas accrus (climatiques, environnementaux…). Ces aléas se traduisent notamment par une plus grande variabilité en termes de prix. Dans un tel contexte, les filières vont être contraintes de développer des systèmes plus flexibles mais également robustes par rapport à des situations extrêmes. Le renchérissement durable des coûts, la raréfaction des ressources en énergie et en eau, l'accumulation des contraintes environnementales sur l'ensemble de la filière vont conduire à réviser la conception des procédés (fractionnement, changements de phases…) et de l'organisation logistique (stockage, transport et chaîne du froid).

À ce titre, une prospective scientifique sur les déterminants, les caractéristiques et les multiples conséquences de la variabilité (quantité, qualité et prix) des matières premières mérite d'être conduite.

Des systèmes alternatifs existent ou sont en émergence. La question est de savoir en quoi leurs évolutions observées, possibles ou souhaitables et leurs interactions avec le système agro-industriel contribueraient (ou non) à plus de durabilité. À ce jour, les analyses divergent sur cette contribution à la durabilité. Dans ce cadre, les recherches à développer devront mieux caractériser les grandes options possibles en dégageant, sur la base d'une vision intégrée, les nouveaux schémas de filières possibles, et cela selon les hypothèses et selon les contextes de niveau de développement atteints dans les divers pays à ce jour.

La prise en compte des besoins alimentaires, énergétiques et chimiques nécessite une vision systémique des systèmes alimentaires. L'enjeu de cette approche systémique est de définir comment étudier un système complexe constitué d'opérations de production et de transformations, et d'hommes intervenant fortement sur l'ensemble. La bonne question est de savoir comment obtenir le petit nombre d'informations qui seront déterminantes. Dans ce cadre, construire les stratégies expérimentales sur la base de la compréhension des opérations apparaît essentiel et déterminant. Le corollaire est le besoin d'assemblage et d'intégration des connaissances pour faciliter les choix opérationnels conciliant les trois défis alimentaire, énergétique et chimique dans une biosphère durable.

En particulier, l'extension des « bioraffineries » vers de nouvelles générations, qui optimiseraient la valorisation de toute la matière première et des facteurs de production pour des débouchés alimentaires et non alimentaires, mérite d'être explorée. Les conditions de leur

intégration dans les territoires doivent être simulées pour minimiser les atteintes aux écosystèmes, voire pour contribuer positivement à la qualité de l'environnement.

Il faut éclairer les choix en matière de voies technologiques et agronomiques, de façon à dégager des pistes pour rendre plus efficaces les divers schémas possibles au regard de critères économiques, environnementaux (eau, émission de gaz à effet de serre, biodiversité, limitation des pertes…), énergétiques et sociaux (emploi).

En termes de méthodes, les liens entre choix industriels et productivité justifient des investigations croisées sur les plans économiques et technologiques.

Plus généralement, les bases théoriques et outils pour intégrer des processus biologiques, physiques, chimiques, économiques dans les indicateurs et modèles aux différentes échelles (de temps, d'espace, d'organisation) et les lois de changement d'échelles sont un enjeu central.

Mieux appréhender les enjeux liés aux pertes et gaspillages

Une analyse de la recherche actuelle sur les pertes et gaspillages montre l'étendue du travail qui reste à faire pour mieux cerner le sujet et en interpréter les conséquences en terme de durabilité. Le chapitre 7 dégage des pistes de recherche qui diffèrent selon les régions du monde et les échelles considérées. Elles s'organisent autour de deux points majeurs : la réduction des pertes et gaspillages, et l'utilisation de ce qui est aujourd'hui gaspillé ou perdu pour l'alimentation humaine par rapport à d'autres débouchés (alimentation animale, énergie, chimie, recyclage…).

Influence réciproque entre systèmes et comportements alimentaires ; cas des migrations

Les flux migratoires des pays des Suds vers ceux du Nord, mais surtout entre pays des Suds, génèrent des innovations dans les systèmes alimentaires : de nouveaux produits circulent, de nouveaux circuits de commercialisation et de distribution se développent parallèlement à la pénétration d'entreprises multinationales de transformation et de distribution, et ce, désormais, dans un très grand nombre de pays. Comment, dans ce contexte, vont se côtoyer, voire se confronter des filières globales et spécifiques ? Quelles seront les conséquences sur les cultures alimentaires entre uniformisation, affirmation des identités spécifiques et innovations ? Ces évolutions seront-elles favorables ou défavorables vis-à-vis du statut nutritionnel des individus concernés ?

Urbanisation et localisation

Nourrir durablement les grandes agglomérations sans impacter négativement, voire en contribuant à améliorer la situation alimentaire des populations rurales, représente un défi majeur. Le point central est qu'une société urbanisée en évolution interroge la durabilité des systèmes alimentaires, en termes de transport et de modes d'approvisionnement, mais aussi de modification des pratiques alimentaires. Elle met en question la possibilité d'un développement local durable, l'introduction de l'agriculture dans les villes et les déplacements des consommateurs vers les lieux d'achat. Elle conduit enfin à s'interroger sur l'exclusion spatiale et nutritionnelle de certaines populations et la capacité de résistance des approvisionnements des villes à des chocs ou crises.

Les questions posées à la recherche concernent l'évaluation de la durabilité des différents scénarios possibles de reconfiguration des systèmes alimentaires urbains. Elles pointent, entre autres, l'impact du prix de l'énergie sur la relocalisation et l'organisation des acteurs des

filières agroalimentaires et des territoires dans un contexte d'urbanisation croissante. Ces recherches doivent ainsi faire le lien entre l'alimentation et d'autres dimensions : énergie, transport et infrastructures de transport, politiques urbaines et aménagement du territoire, organisation spatiale des activités – travail, résidence, approvisionnement, loisir. Elles doivent donc mobiliser des communautés de disciplines très diverses.

Gouvernance

Doivent être renseignées les caractéristiques des modes de gouvernance du système alimentaire permettant d'ouvrir des options possibles entre les deux extrêmes que sont la « sur-responsabilisation » des consommateurs et le recours systématique à la réglementation de l'offre. Le point majeur réside dans l'identification et l'évaluation les leviers d'action publics et privés susceptibles d'orienter vers les schémas tenant compte au mieux des diverses dimensions de durabilité. Comment peut-on articuler dynamiques territoriales et logiques industrielles ? Quel impact a l'intervention de nouveaux acteurs, telles les collectivités locales, dans l'émergence de systèmes locaux alimentaires ? Enfin, dans quelle mesure le développement d'options plus durables repose-t-il sur une remise en cause du partage de la valeur et du pouvoir de décision et de prescription tout au long de la chaîne de valeur ?

La question du glissement entre information et sur-responsabilisation du consommateur, soulevée dans les chapitres 2 et 9, conjugue les risques d'augmentation des exclusions et d'évitement du débat politique sur le développement durable. Elle trouve un prolongement nouveau si l'on considère que l'on peut caractériser les systèmes alimentaires par les flux d'information qui les parcourent – au même titre que les flux d'énergie ou de matière –, mais par des canaux différents : on peut aborder la vulnérabilité des systèmes en passant par la vulnérabilité des flux d'information. Les multiples facettes de cette question des flux d'information nécessitent une réflexion conjointe des sciences et techniques de l'information autant que des sciences économiques, sociales et politiques.

Marchés internationaux : contexte de rareté, impact des normes, vulnérabilité et volatilité

L'accroissement rapide de la demande en produits agricoles, à des fins alimentaire ou énergétique, conjuguée avec les contraintes d'exploitation des ressources fossiles et de protection de l'environnement, risque de tendre durablement les marchés internationaux et d'augmenter la volatilité des prix alimentaires. Il importe donc d'analyser l'impact des flambées de prix sur la sécurité alimentaire, non seulement en considérant le producteur rural et le consommateur urbain, mais aussi l'ensemble des systèmes alimentaires (et notamment la transmission des prix depuis les marchés internationaux vers les marchés intérieurs), d'évaluer la capacité de résistance aux chocs des différents systèmes alimentaires et d'identifier les moyens de gérer ces situations.

En corollaire, il faut évaluer les effets des acquisitions de terres à grande échelle qui se développent aujourd'hui et préciser le lien entre ce phénomène et la prise de conscience de ces tensions durables sur les marchés. De même, dans les pays du Nord, les exigences sanitaires, environnementales et sociales des marchés se traduisent par la multiplication de standards de qualité. Ces normes peuvent jouer comme autant de barrières non tarifaires aux échanges ; elles ont également d'importantes conséquences sur les formes d'agriculture dans les pays en développement et tendent à se traduire, comme les achats de terre à grande échelle, par le développement d'une agriculture industrielle à salariat. Quelles seront les conséquences de ces changements sur l'environnement et la biodiversité, sur l'équité sociale, sur les pertes et gaspillages liés aux non-conformités ? Quelles seront les réelles conséquences sur les objectifs de développement durable que ces normes sont censées

permettre d'atteindre ?

Méthodes d'évaluation des impacts

L'exercice duALIne a rappelé que la durabilité de l'alimentation est une notion multidimensionnelle. Elle doit être envisagée à différentes échelles temporelles et spatiales, et se montrer robuste lors des changements d'échelle : un système local apparemment durable peut avoir en fait des conséquences négatives sur sa périphérie, voire sur des systèmes alimentaires plus lointains. L'élément majeur est qu'il existe de nombreuses méthodes et des indicateurs (tout aussi nombreux) pour l'évaluation, mais qui sont tous inaptes individuellement à couvrir tous les enjeux de la durabilité des styles alimentaires. Trois caractéristiques sont importantes pour les évaluations : elles doivent porter sur des enjeux définis de façon précis et adéquat à la question posée, prendre en compte la vision des acteurs et de la société, et tendre vers des approches multicritères. Une des méthodes d'analyse des impacts sur l'environnement dont l'utilisation se développe est l'analyse de cycle de vie (ACV). Son cadre méthodologique s'étend aujourd'hui en intégrant les dimensions économiques et sociales. L'amélioration de la méthode et de l'application de l'ACV à des systèmes complexes comme l'alimentation soulève encore des questions de recherche à la fois de façon générique sur la pratique de l'évaluation (unité fonctionnelle, incertitude, allocations…) et sur des volets plus appliqués liés aux objets (agriculture, filières, approches territoriales nationales).

L'analyse multicritères peut permettre de relier les divers enjeux, même si le grand nombre et les différentes dimensions de ces enjeux rendront difficiles une agrégation objective et que des arbitrages d'ordre politique pourront s'avérer nécessaires. Les méthodes et les critères doivent également être développés pour permettre de simuler des évolutions des systèmes alimentaires et d'évaluer des scénarios ou des expérimentations. Ils peuvent également permettre d'évaluer des incitations à mettre en œuvre, les critères devant alors être utilisés comme indicateurs de suivi et d'efficience de ces incitations.

Le nombre et la complexité des outils doivent nous conduire à repenser et décliner les questions de durabilité et ne doivent pas viser à s'affranchir de l'arbitrage politique et social, mais au contraire l'éclairer.

2. Un éclairage neuf sur des controverses

Une exploration de la compatibilité entre qualités nutritionnelle et environnementale qui conduit à reformuler les questions à la recherche sur les produits animaux et la frugalité

La controverse sur l'impact environnemental et nutritionnel de la croissance de la part des produits animaux dans les régimes alimentaires s'avère plus complexe qu'il n'y paraît, à la lumière de l'étude de cas réalisée dans le chapitre 3 (même si celle-ci ne s'intéresse qu'aux gaz à effet de serre (GES) et que d'autres indicateurs environnementaux, comme les impacts quantitatifs et qualitatifs sur les ressources en eau, devraient également être considérés). Cette étude, basée sur des régimes réels classés selon leur adéquation aux recommandations nutritionnelles, montre que les régimes nutritionnellement adéquats sont caractérisés par la prédominance d'aliments végétaux, tels que les féculents et les fruits et légumes, qui émettent moins de GES par kilogramme que les produits animaux ; cependant, ces régimes adaptés sur le plan nutritionnel contiennent des quantités importantes de ces aliments peu impactants, si bien qu'ils sont associés *in fine* à des émissions de GES aussi importantes (cas des hommes), voire plus (cas des femmes), que les régimes

nutritionnellement inadéquats. L'élément majeur est que l'étude suggère que la réduction des GES associés aux régimes alimentaires dépendrait plus fortement d'une baisse des quantités totales ingérées que d'une modification de la structure des consommations. Ce constat, s'il était confirmé par des études plus poussées, remettrait en question les éléments du débat actuel et une partie de la bibliographie qui ne prend pas en compte ce facteur. Il pose la question des conditions et de la faisabilité d'un modèle économique respectant la limitation des quantités consommées : dans quelle mesure les acteurs économiques du secteur agroalimentaire (*via* un nouveau modèle économique de création de valeur) et les consommateurs sont-ils prêts à de tels changements, sous quelles conditions et à quel horizon ?

En outre, les émissions de GES dépendent de la nature des produits animaux et de leurs modes de production : selon qu'il s'agisse de bovins, en élevage extensif ou intensif, de volaille ou de porcs, les émissions sont très différentes. Dans quelle mesure des améliorations des performances environnementales du côté de l'offre, depuis la production de la matière première jusqu'au produit fini, permettront-elles de limiter les émissions de GES et, ce faisant, de réduire la nécessité d'un changement profond des modes de consommation ?

Une démarche qui conduit à se réinterroger sur la prise en compte de l'amont des filières

L'exercice duALIne a montré l'intérêt d'étudier spécifiquement l'aval des filières agroalimentaires, mais aussi la limite d'une approche n'intégrant pas l'amont de ces filières. Les émissions de GES en aval des exploitations agricoles sont peu connues, mais estimées au moins aussi importantes que celles de l'amont. Or l'attention a été jusqu'à présent plutôt portée sur l'amont, sur la production agricole. Il existe d'ailleurs des alternatives fédérées autour du concept d'agroécologie qui n'ont pas leur équivalent dans le système agroalimentaire de l'aval, l'utilisation (ou la production) de services écosystémiques au stade de la transformation/distribution agroalimentaire étant *a priori* limitée. Pour l'aval, les questions à la recherche ne sont pas aussi avancées : le paysage scientifique est parcellaire, morcelé, probablement car il implique de nombreuses communautés aux disciplines plus variées que celles liées à l'agriculture.

Dans le secteur agroalimentaire, la part des budgets consacrés à la recherche-développement (0,25 % du chiffre d'affaires des industries agroalimentaires européennes) représentait en 2003 environ le tiers de ceux consacrés au marketing. Ce faible ratio, comparé aux autres secteurs, et notamment l'amont agricole (semences, produits phytosanitaires et matériel agricole) explique en partie le relatif retard du secteur pour innover dans le sens d'une plus grande durabilité.

3. Quel cadre conceptuel pour les méthodes de recherche ?

Quelle que soit l'entrée choisie, qu'il s'agisse des méthodes d'évaluation des impacts, de l'analyse des systèmes ou des questions de localisation des filières, l'analyse a montré l'importance des échelles de temps et d'espace, et la nécessité de prendre en compte les dynamiques d'évolution pour appréhender les enjeux et les comportements des acteurs. Cette conclusion est explicitée ci-dessous.

Prendre en compte les interconnexions et combinaisons

L'exercice duALIne a montré l'importance des interconnexions et combinaisons entre

différentes dimensions, à différents niveaux : par exemple, les combinaisons d'aliments dans les régimes ou l'agencement de ces régimes dans le temps et dans l'espace. Cette combinaison est également observée dans les systèmes alimentaires qui cohabitent, interagissent et évoluent dans le temps ; elle prend aussi la forme de connexions entre les filières et entre différents acteurs de la gouvernance des systèmes à différentes échelles et pour différents enjeux, politiques, économiques et sociaux. Cette observation interroge les méthodes de la recherche pour appréhender les enjeux dans leur complexité, sans les isoler. Cette complexité des combinaisons et des agencements pose également des questions de gouvernance des transformations et transitions des systèmes alimentaires, ce qui nécessite la production de concepts et d'outils spécifiques.

De plus, seule une telle approche peut permettre d'analyser la question de la diversité des systèmes, en termes de comportements et d'organisation des filières, comme source de durabilité ou au moins de résilience.

Échelles

Les questions liées aux échelles de gouvernance du système devront être approfondies. À quelles échelles faut-il rechercher la durabilité d'un système ?

- Faut-il rechercher la durabilité à l'échelle locale (entreprise, filière, région) ? Cela impliquerait des efforts d'innovation, d'investissement et de compétitivité de chacun des secteurs ;
- ou bien faut-il rechercher une durabilité plus globale ? L'effort le plus soutenu devrait alors être fait là où les marges de manœuvre sont les plus importantes, quitte à réduire cet effort là où elles sont plus faibles.

Dans ce cadre d'analyse, il faut se demander s'il est possible de compenser à une échelle plus large les externalités positives et négatives.

Pour chaque niveau d'analyse, des frontières ont été définies. Par rapport à chacune de ces définitions, il faudra s'assurer que l'étude de la durabilité sera robuste. Ceci implique, d'une part, de prendre en compte, lorsque l'attention est portée sur un niveau donné, ce qui est hors de ce niveau, et, d'autre part, d'« enchaîner » des niveaux emboîtés d'analyse avec des possibilités de compensation inter-niveaux.

Comment appréhender et analyser la durabilité de systèmes alimentaires à la fois imbriqués dans des écosystèmes complexes et eux-mêmes composites ? La difficulté réside dans la double visée nécessaire, anthropocentrique et écocentrée. L'échelle du biome est un grain d'étude qui permet de considérer l'ensemble des mécanismes pertinents sans tomber dans une complexité ingérable.

Comment prendre en compte également les échelles temporelles dans ces analyses, les engagements présents ne devant pas compromettre la durabilité future ? La combinaison des dynamiques temporelles (année pour la production, semaine pour la transformation, journée pour la distribution, avec des fonctions de stockage adaptables) est un challenge.

Des besoins de méthodes

On l'a vu tout au long de cette analyse et au regard de ces derniers questionnements, il sera nécessaire d'adopter résolument une approche interdisciplinaire de ces questions et une animation de la communauté scientifique pour éviter le morcellement des approches.

Des besoins en infrastructures

Le développement de ces recherches, les travaux de simulation et d'expérimentation

nécessitent de disposer de nombreuses données et des dispositifs pour les obtenir, aujourd'hui insuffisants : des bases de données sur les produits, sur les étapes unitaires de transformation, en intégrant les pratiques domestiques des consommateurs. On manque aussi d'analyses quantitatives longitudinales de la consommation dans des pays des Suds, ainsi que d'une quantification précise des pertes et gaspillages et de leurs causes. La réalisation d'études de consommation répétées, de grande ampleur, intégrant les populations précaires, dans les pays développés et dans les pays en développement, est nécessaire. Elles doivent intégrer des données permettant des approches combinées des dimensions santé et environnement (au minimum). Ces études doivent être harmonisées à l'échelon international tant au niveau des méthodes que de l'identification des produits.

4. Des angles à explorer, des lacunes à combler

Sont rassemblées dans cette partie les problématiques qui n'ont pas pu être traitées dans l'exercice duALIne et qui nécessiteraient donc une analyse bibliographique et une formulation des questions à la recherche.

La pauvreté et la sécurité alimentaire

Réduire les inégalités sociales entre pays et au sein des pays n'apparaît plus aujourd'hui comme une question seulement morale. La précarité économique et la marginalisation sociale génèrent des coûts pour la société en terme de santé, les populations pauvres étant plus exposées notamment aux risques nutritionnels. Elles augmentent les risques de déstabilisation sociale (par exemple, les émeutes de la faim), de développement d'économies parallèles – voire de cultures illégales – et de négligences environnementales. La pauvreté est donc à la fois la conséquence et la cause d'un système économique non durable.

Si on peut ajouter des attributs environnementaux, sociaux, sanitaires ou nutritionnels aux aliments, peut-on le faire pour réduire les inégalités sociales ? La labellisation « commerce équitable » vise à mieux rémunérer les producteurs agricoles pauvres. Mais elle ne règle pas la question des consommateurs pauvres. Et la perspective d'une offre alimentaire dédiée aux populations précaires, sous forme d'aide, de subvention ou de produits conçus en fonction de leurs besoins apparaît comme une compensation d'un système économique qui génère de la précarité sans s'attaquer au processus de paupérisation.

Si le pilier social est théoriquement inclus dans le projet de développement durable, il est en pratique souvent négligé au profit des piliers environnemental et économique. Un effort de recherche est nécessaire pour se doter d'outils de mesure et de références sur les effets des changements du système alimentaire sur les inégalités et la pauvreté. Mais il faut aussi mieux caractériser les ressources et les leviers activables pour réduire la vulnérabilité des populations précaires et les inclure davantage dans la société. Ceci suppose à la fois d'identifier et de comprendre leurs moyens de résilience et de tester et d'évaluer des interventions et des politiques de réduction des inégalités.

Les questions de gouvernance

Une première question concerne les rôles respectifs des différents acteurs concernés : États, secteur privé, collectivités locales et organisations non gouvernementales de la société civile. Que ce soit pour l'environnement, le sanitaire et l'équité sociale, on constate une montée en puissance des acteurs non étatiques, entreprises privées ou ONG en matière de normes volontaires. La gouvernance du développement durable n'est plus le monopole des pouvoirs publics. Dans de nombreux pays des Suds, les États n'ont même pas les moyens techniques, humains, législatifs et financiers d'intervenir. Quelle est l'efficacité de ces nouvelles formes de

gouvernance pour atteindre les objectifs qu'ils sont censés viser ? S'agit-il seulement de communication ou cela permet-il véritablement de changer les pratiques ?

Une deuxième question concerne le mode participatif de cette forme de gouvernance. L'intégration des acteurs concernés et, en particulier, des représentants de la société civile et du secteur privé dans la définition des interventions, à l'échelle locale comme à l'échelle globale, n'est pas sans poser problème. Elle est souvent considérée comme vertueuse, mais se révèle aussi ambivalente : d'un côté, elle est censée réduire les conflits, de l'autre elle diminue la possibilité de mesurer les rapports de force, de créer un véritable débat public, autrement dit d'aborder les questions politiques. C'est en ce sens que l'on peut parler de risques de dépolitisation de l'action publique.

D'autres questions à traiter

L'eau et la biodiversité doivent être intégrées dans les analyses d'impact, mais génèrent également d'autres questions à la recherche.

L'eau

L'eau a été évoquée dans les chapitres 6 et 10. Alors que sa gestion est capitale au niveau de la production et des filières, tant comme ressource que comme élément constitutif ou ingrédient des produits, de trop rares indicateurs la prennent en considération. Sa disponibilité quantitative et qualitative doit être intégrée dans l'analyse des dynamiques spatiales et de la stratégie des acteurs d'un système donné ; par exemple, dans les territoires où l'on choisit de développer les industries alimentaires et le maraîchage, la gestion durable de la ressource en eau sera déterminante. On voit que si l'on se place à l'échelle locale, l'eau peut devenir un facteur déterminant dans les arbitrages, un point d'entrée prioritaire. Dans un contexte de raréfaction annoncée des ressources, la réflexion sur l'eau, qui n'a pas été développée plus avant dans duALIne, doit être approfondie.

La biodiversité

Souvent évoqués dans les réflexions sur l'évolution de l'alimentation, les liens entre modes alimentaires et biodiversité sont en fait peu documentés dans la littérature scientifique, qu'il s'agisse de la diversité au sein et entre les variétés, de celle des espèces cultivées ou sauvages des systèmes de culture ou de la diversité des écosystèmes et des paysages ruraux. Il existe également peu d'acquis dans la mesure de la biodiversité et dans la caractérisation de sa relation aux systèmes alimentaires, comme signalé dans les chapitres 4 et 10. Tout reste à faire pour comprendre comment développer des systèmes alimentaires (de l'amont jusqu'à l'aval) qui maintiennent les services écosystémiques et la biodiversité, et savoir à quel seuil se situe leur maintien.

La sécurité sanitaire

La question de la sécurité sanitaire pour les pays des Suds, explicitée dans le chapitre 4, mais non directement abordée dans l'exercice duALIne, n'est pas réglée dans ces pays et doit rester à l'agenda de la recherche. Elle pose la question du caractère universel ou relatif des normes sanitaires dans des contextes très différents.

D'autres questions n'ont pas été traitées dans duALIne et c'est sous l'angle de leur lien avec la durabilité qu'elles devraient être étudiées : il s'agit notamment de la traçabilité des produits et de la maîtrise sociale des innovations technologiques telles que les nanotechnologies et les biotechnologies.

5. Quelles perspectives ?

Une problématique par forcément partagée par les pays des Suds

La question de l'alimentation durable trouve d'abord son origine dans la prise de conscience des limites du système actuel dominant vis-à-vis de ses impacts sur la planète. Elle devient récurrente dans les pays industrialisés. Mais comme ce système tend à se généraliser à l'ensemble de la planète, la tentation est de porter ce débat également à l'échelle de la planète, et donc dans les pays des Suds. Les difficultés y sont là plus nombreuses : si ces pays commencent à être confrontés aux mêmes problèmes de durabilité que les pays anciennement industrialisés – et notamment au développement rapide de l'obésité dans une partie de leur population –, ils doivent encore gérer les problèmes de leur récente ou persistante situation de sous-alimentation : dans le secteur agroalimentaire, les questions de malnutrition par carences, de pertes post-récolte, de qualité sanitaire des aliments, de productivité du travail, de performance énergétique sont loin d'être réglées. Ces questions ne doivent donc pas être oubliées des stratégies de recherche au profit des seules nouvelles questions de durabilité telles que posées dans les pays les plus industrialisés. De plus, ces questions ne sont pas forcément une préoccupation unanimement partagée par des pays qui considèrent que les efforts pour limiter les dégâts environnementaux, sociaux ou sanitaires incombent d'abord à ceux qui les ont provoqués. La pression citoyenne pour des systèmes meilleurs pour l'environnement, la santé ou l'équité est – encore ? – relativement faible, comparée à celle des pays les plus industrialisés.

Que peut-on en déduire ?

Il faut se mettre en capacité d'établir un dialogue sur les perspectives d'évolution tendancielle du système alimentaire avec les acteurs des pays des Suds, ce qui suppose d'entendre les questions d'évolution de long terme telles qu'ils les posent. Il faut renforcer les capacités d'analyse de ces pays, là où elles sont limitées, pour qu'ils puissent évaluer et orienter leurs politiques en connaissance de cause. La transformation de leurs systèmes alimentaires se fait à une vitesse très rapide et le risque est qu'elle génère des irréversibilités. Mais ces pays ne sont pas les seuls acteurs des évolutions puisque les systèmes alimentaires sont de plus en plus interconnectés.

Une recherche pour le débat et l'arbitrage dans un contexte d'incertitudes croissantes

Du fait de l'incertitude croissante du contexte, de la complexité des systèmes et des méthodes d'évaluation des impacts, du fait de la multiplicité des acteurs, nous aurons de moins en moins de prescriptions claires pour les acteurs. La question ne sera plus seulement de clarifier la justification des mesures prises, mais de trouver comment gouverner en situation d'incertitudes croissantes et sans connaître totalement les conséquences des décisions ou du choix d'une option plutôt qu'une autre.

Dans cette perspective, il nous apparaît nécessaire de lancer une étude prospective sur l'alimentation pour éclairer les marges d'incertitude des évolutions potentielles des systèmes alimentaires et leurs conséquences. Cette prospective serait complémentaire d'Agrimonde, en se focalisant sur l'aval des systèmes et en particulier sur l'évolution des consommations.

Il sera nécessaire d'arbitrer entre les enjeux du développement durable, parce qu'il est très probable qu'on ne pourra pas trouver d'option qui permette de gagner sur tous les enjeux en même temps. Le rôle de la recherche sera de fournir des outils permettant de décrire ces

enjeux et des éléments pour réaliser des arbitrages.

L'exercice duALIne propose un panorama de questions à la recherche, identifiées suite à un processus de synthèse de références scientifiques adossé à des études spécifiques menées dans un cadre de rigueur académique. Parmi toutes ces questions, l'identification des questions prioritaires doit être le fait d'un processus d'ordre politique, au sens premier du terme, c'est-à-dire ce qui concerne l'ensemble des acteurs de la cité.

Néanmoins, des points forts ressortent de ce panorama, des besoins majeurs, précisés ci-dessus, qui selon nous doivent se retrouver au plus tôt dans l'agenda de recherche. Leur confrontation aux fronts de recherche déterminera leur prise en compte par les équipes de recherche.

Pour ce qui concerne l'Inra, ces problématiques seront intégrées dans la nouvelle stratégie de création de métaprogrammes, qu'il s'agisse du programme sur les comportements alimentaires comme de ceux relevant du défi sur les systèmes alimentaires durables ou du défi sur la sécurité alimentaire mondiale et les changements globaux.

Pour le Cirad, les résultats de cet exercice seront versés à l'actualisation de la stratégie scientifique de l'établissement, en particulier concernant ses axes « Alimentation accessible, diversifiée et sûre » et « Politiques publiques, pauvreté et inégalités ».

Une diffusion à l'international

Les questions à la recherche et les besoins en infrastructures pointés par duALIne seront relayés et mis en débat à l'échelle internationale, notamment au sein de la *Joint Programming Initiative FACCE* (*Agriculture, Food Security and Climate Change*) et de l'ERA-net *SusFood* (*Sustainable Food*), réseau de la recherche européenne sur le thème de l'alimentation durable. Elles feront également l'objet d'une mise en débat avec des pays des Suds, dans le cadre d'instances de gouvernance de la sécurité alimentaire mondiale.

Références bibliographiques

Abbott P., 2010. Stabilisation policies in developing countries after the 2007-2008 food crisis. 52. Session of the Working Party on Agricultural Policy and Markets. Paris: 2010/11/15-17. OCDE, 54 p.

Ademe, 2007. *Campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères 2007*. Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie.

Ademe, 2010. *Guide des facteurs d'émission,* Paris: Ademe, 240 p.

Adger W.N., 2003. Social capital collective action and adaptation to climate change. *Economic Geography,* 79 (4): 387-404.

Adger W.N., Arnell N.W., Tompkins E.L., 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 15 (2): 77-86.

Adoue C., 2007. *Mettre en œuvre l'écologie industrielle*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 128 p.

AFD-FFEM, 2010. *Indications géographiques : qualité des produits environnement et cultures*. Paris: AFD (Agence française de développement) – Fonds français pour l'Environnement mondial (FFEM) (Savoirs Communs), 1-100.

AFNOR, 2006. *ISO 14040:2006. Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre*. Paris: AFNOR, 23 p.

AFNOR, 2006. ISO 14044:2006. Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices. Paris: AFNOR, 49 p.

Ajslev T.A., Andersen C.S., Gamborg M., Sorensen T.I.A., Jess T., 2011. Childhood overweight after establishment of the gut microbiota: the role of delivery mode pre-pregnancy weight and early administration of antibiotics. *International Journal of Obesity,* 35 (4): 522-529.

Alkire S., 2010. Multidimensional Poverty and its Discontents. AFD-EUDN Conference. Paris, 28 p.

Alkire S., Santos M.E., 2010. Acute Multidimensional Poverty: A New Index for Developing Countries. Oxford: Oxford Poverty & Human Development Initiative (OPHI Working Paper n°38), 139 p.

Almond D., Edlund L., Li H., Zhang J., 2010. Long-Term Effects of Early-Life Development: Evidence from the 1959 to 1961 China Famine. In: Ito T., Rose A. eds. *The Economic Consequences of Demographic Change in East Asia*. University of Chicago Press, 321-345.

Alston J.M., Sumner D.A., Vosti S.A., 2006. Are Agricultural Policies Making Us Fat? Likely Links between Agricultural Policies and Human Nutrition and Obesity and Their Policy Implications. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 28 (3): 313-322.

Alston J.M., Sumner D.A., Vosti S.A., 2008. Farm subsidies and obesity in the United States: National evidence and international comparisons. *Food Policy,* 33 (6): 470-479.

Anastas P., Eghbali N., 2010. Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews,* 39 (1): 301-312.

Anderson K., Nelgen S., 2012. Trade Barrier Volatility and Agricultural Price Stabilization. Adelaide: Centre for International Economic Studies CEPR Discussion Paper (n°1016), 40 p.

Anderson P.C., Cummings L., Schippers T., Simonel B., 2002. Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité du néolithique au présent. Actes des XXIIIèmes rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes XXIIIèmes rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 17-19 octobre 2002. Antibes: Editions APDCA, 524 p.

Anderson S., Allen J., Browne M., 2005. Urban logistics--how can it meet policy makers' sustainability objectives? *Journal of Transport Geography*, 13 (1): 71-81.

Aounallah-Skhiri H., Traissac P., El Ati J., Eymard-Duvernay S., Landais E., Achour N., Delpeuch F.,

Ben Romdhane H., Maire B., 2011. Nutrition transition among adolescents of a south-Mediterranean country: dietary patterns association with socioeconomic factors overweight and blood pressure. A cross-sectional study in Tunisia. *Nutrition Journal*, 10 (1): 38.

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

Appadurai A., 1986. The Social life of things: commodities in cultural perspective. Ethnohistory Workshop 1983-84 – Symposium on the Relationship between Commodities and Culture May 23-25. Philadelphia. Cambridge-New York: Cambridge University Press, 329 p.

Arnoult M.H., Jones P.J., Tranter R.B., Tiffin R., Traill W.B., Tzanopoulos J., 2010. Modelling the likely impact of healthy eating guidelines on agricultural production and land use in England and Wales. *Land Use Policy*, 27 (4): 1046-1055.

ARP ADAGE. ADaptation de l'Agriculture et des Ecosystèmes anthropisés au changement climatique. Site Web visité le 11 juillet 2011.

Arumugam M., Raes J., Pelletier E., Le Paslier D., Yamada T., Mende D.R., Fernandes G.R., Tap J., Bruls T., Batto J.-M., Bertalan M., Borruel N., Casellas F., Fernandez L., Gautier L., Hansen T., Hattori M., Hayashi T., Kleerebezem M., Kurokawa K., Leclerc M., Levenez F., Manichanh C., Nielsen H.B., Nielsen T., Pons N., Poulain J., Qin J., Sicheritz-Ponten T., Tims S., Torrents D., Ugarte E., Zoetendal E.G., JunWang, Guarner F., Pedersen O., de Vos W.M., Brunak S., Dore J., Consortium M., Weissenbach J., Ehrlich S.D., Bork P., 2011. Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature,* 474 (7353): 666-666.

Ascher F., 2005. Le mangeur hypermoderne : une figure de l'individu éclectique. Paris: Odile Jacob, 330 p.

Atkinson A.B., Marlier E., 2010. *Income and living conditions in Europe.* Luxembourg: European Commission, 424 p.

Aubin J.P., 1991. *Variability Theory*. Boston: Birkhäuser, 543 p.

Ayres R.U., 2000. Commentary on the utility of the ecological footprint concept. *Ecological Economics,* 32 (3): 347-349.

Bagoulla C., Chevassus-Lozza E., Daniel K., Gaigné C., 2010. Regional Production Adjustment to Import Competition: Evidence from the French Agro-Industry. *American Journal of Agricultural Economics,* 92 (4): 1040-1050.

Bairoch P., 1997. Victoires et déboires : histoire économique et sociale du monde du XVI^{e} siècle à nos jours. Paris: Gallimard (Collection Folio Histoire n°78-80), 662 p.

Balasubramanian P.R., Bai R.K., 1992. Recycling of biogas-plant effluent through aquatic plant (Lemna) culture. *Bioresource Technology,* 41 (3): 213-216.

Barbosa-Canovas G.V., Mortimer A., Lineback D., Spiess W., Buckle K., Colonna P., 2009. *Global issues in food science and technology*. Amsterdam, Boston, Burlington MA: Elsevier, Academic Press, 520 p.

Baributsa D., Lowenberg-DeBoer J., Murdock L., Moussa B., 2010. Profiteable chemical-free cowpea storage technology for smallholder farmers in Africa: opportunities and challenges. Stored products conference 10th International Working Conference on Stored Product Protection. 27 June to 2 July 2010 Estoril, Portugal. Julius-Kühn-Archiv, 1046-1052.

Baris P., Cordier J., 2011. Evaluation de l'intérêt porté par les Etats africains à la mise en place d'outils de couverture du risque « prix » des produits de base alimentaires importés. Paris: Agence française de Développement.

Barker D.J.P., 1998. *Mothers babies and health in later life*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 217 p.

Barnett A., Pyle L., Subramanian S.K., 1978. *Biogas technology in the third world: a multidisciplinary review*. Ottawa: International Development Research Centre, 132 p.

Baroni L., Cenci L., Tettamanti M., Berati M., 2006. Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. *European Journal of Clinical Nutrition,* 61 (2): 279-286.

Barrett C.B., 2010. Measuring Food Insecurity. *Science,* 327 (5967): 825-828.

Barrientos S., Dolan C., Tallontire A., 2001. *Gender and ethical trade: a mapping of the issues in african horticulture* (Project No. R7525), 41 p.

Basset-Mens C., van der Werf H., 2004. *Evaluation environnementale de systèmes de production de porc contrastés*. 36es Journées de la Recherche Porcine. Paris: 2004/02/03-05. Institut Technique du Porc, 165-172.

Bebbington A., 1999. Capitals and capabilities: A framework for analyzing peasant viability rural livelihoods and poverty. *World Development*, 27 (12): 2021-2044.

Bellon S., Gautronneau Y., Riba G., Savini I., Sylvander B., Hervieu B., 2000. L'agriculture biologique et l'Inra : vers un programme de recherche. *Inra Mensuel* (sup 104): 1-25.

Berdegué J.A., Balsevich F., Flores L., Reardon T., 2005. Central American supermarkets' private standards of quality and safety in procurement of fresh fruits and vegetables. *Food Policy,* 30 (3): 254-269.

Bere E., Brug J., 2009. Towards health-promoting and environmentally friendly regional diets? a Nordic example. *Public Health Nutrition*, 12 (01): 91-96.

Bio Intelligence Service, 2010. *Preparatory study on food waste across EU 27. Final report*: European Commission (DG ENV) Directorate C – Industry. (Contract n°07.0307/2009/540024/SER/G4), 210 p.

Blackman A., Rivera J., 2010. *The evidence base for environmental and socioeconomic impacts of "sustainable" certification*. Washington: Resources for the future, 31 p. Discussion paper.

Blanford D., 1984. Changes in food consumption patterns in the OECD area. *European Review of Agricultural Economics*, 11 (1): 43-64.

Blas J., 2009. Food security fuels land grab says report. *Financial Times*.

Bockstaller C., Espagnol S., Guichard L., Petit J., Raison C., Vertés F., 2010. Synthèse 1. Stratégies de choix des méthodes et outils d'évaluation environnementale en systèmes d'élevage. In: Espagnol S., Leterme P. eds. *Élevages et environnement*. Versailles: Quae (Sciences en partage), 15-65.

Bockstaller C., Guichard L., Makowski D., Aveline A., Girardin P., Plantureux S., 2008. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28 (1): 139-149.

Bohanec M., Zupan B., Rajkovic V., 2000. Applications of qualitative multi-attribute decision models in health care. *Journal of Medical Informatics,* 58-59: 191-205.

Boiffin J., Hubert B., Durand N., 2004. Agriculture et développement durable. Enjeux et questions de recherche. Paris: Inra Editions, 91 p.

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

Bonnet C., Réquillart V., 2010. Does the EU Sugar Policy Reform Increase Added Sugar Consumption? An Empirical Evidence on the Soft Drink Market Toulouse: Toulouse School of Economics (TSE). TSE Working Papers (n°10-197), 18 p.

Bontemps C., Maigné E., Réquillart V., 2010. La productivité de l'agroalimentaire français de 1996 à 2006. Toulouse: Toulouse School of Economics (TSE). TSE Working Papers (n°10-143), 31 p.

Boserup E., 1975. The Impact of Population Growth on Agricultural Output. *The Quarterly Journal of Economics,* 89 (2): 257-270.

Boström M., Klintman M., 2008. *Eco-standards product labelling and green consumerism*. New York: Palgrave Macmillan, 256 p.

Bouly de Lesdain S., 2002. Alimentation et migration une définition spatiale. In: Garabuau-Moussaoui I., Palomares E., Desjeux D. eds. *Alimentations contemporaines*. Paris: L'Harmattan, 173-189.

Boutaud A., Gondran N., 2009. *L'empreinte écologique*. Paris: La Découverte (collection Repères), 122 p.

Bove C.F., Sobal J., 2006. Foodwork in Newly Married Couples: Making Family Meals. *Food Culture and Society: An International Journal of Multidisciplinary Research,* 9: 69-89.

Bowen S., Valenzuela Zapata A., 2008. Designations of origin and socioeconomic and ecological sustainability: the case of tequila in Mexico. *Cahiers Agricultures*, 17 (6): 552-560.

Branger A., Richer M.-M., Roustel S., 2007. *Alimentation et processus technologiques*. Dijon: Educagri, 293 p.

Braudel F., 1979. Civilisation matérielle économie et capitalisme XV^{e}-XVIII^{e} siècle. Paris: Armand Colin.

Bray D.B., Sanchez J.L.P., Murphy E.C., 2002. Social dimensions of organic coffee production in Mexico: lessons for eco-labeling initiatives. *Society & Natural Resources*, 15 (5): 429-446.

Brenton P., Edwards-Jones G., Jensen M.F., 2009. Carbon Labelling and Low-income Country Exports: A Review of the Development Issues. *Development Policy Review*, 27 (3): 243-267.

Bricas N., Seck P.A., 2004. L'alimentation des villes du Sud : les raisons de craindre et d'espérer. *Cahiers Agriculture*, 13 (1): 10-14.

Bricas N., Thirion M.-C., Zoungrana B., 2009. Bassins de production et de consommation des cultures vivrières en Afrique de l'Ouest et du Centre – Rapport provisoire: Cirad AFD CILSS, 51 p.

Brondel L., Romer M., Van Wymelbeke V., Pineau N., Jiang T., Hanus C., Rigaud D., 2009. Variety enhances food intake in humans: Role of sensory-specific satiety. *Physiology & Behavior,* 97 (1): 44-51.

Brown C., Miller S., 2008. The Impacts of Local Markets: A Review of Research on Farmers Markets and Community Supported Agriculture (CSA). *American Journal of Agricultural Economics,* 90 (5): 1298-1302.

Brown L.R., 2011. World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse. New York: W.W. Norton, 240 p.

Bruinsma J., 2003. World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective. London: Earthscan Publications Ltd, 432 p.

Bruinsma J., 2009. The resource outlook to 2050: by how much do land water and crop yields need to increase by 2050? How to feed the World in 2050. Proceedings of a technical meeting of experts, Rome, Italy, 24-26 June 2009, 1-33.

Brundtland, 1987. *Notre avenir à tous*. Oxford: Oxford University Press – United Nations World Commission on Environment and Development, 400 p.

Butault J.-P., 2008. La relation entre prix agricoles et prix alimentaires. *Revue Francaise d'Economie*, 23 (23-2): 215-241.

Butland B., Jebb S., Kopelman P., McPherson K., Thomas S., Mardell J., Parry V., 2008. *Tackling Obesities: Future Choices – Summary of Key Messages* London: Government Office for Science, 4 p.

Byerlee D., Jayne T.S., Myers R.J., 2006. Managing food price risks and instability in a liberalizing market environment: Overview and policy options. *Food Policy,* 31 (4): 275-287.

Caillavet F., Lecogne C., Nichèle V., 2009. La consommation alimentaire : des inégalités persistantes, mais qui se réduisent. *Cinquante ans de consommation en France*. Paris: INSEE 49-62.

Calvo E., 1997. Toujours Africains et déjà Français : la socialisation des migrants vue à travers leur alimentation. *Politique africaine* 67 (3): 48-55.

Capitaine M., David C., Freycenon R., 2009. Evaluation et amélioration de la durabilité de l'agriculture biologique : éléments de débats. *Innovations Agronomiques* 4: 209-215.

Capt D., 2008. Permanence et changement dans la production et la commercialisation des produits fermiers. Une approche économique. Séminaire Inra AgroParisTech : Filières courtes de distribution développement durable et territoires. Paris : 2008/04/08. Communication orale 33 p.

Capt D., Wavresky P., 2010. Evolution des exploitations agricoles françaises en vente directe et circuits. Colloque National Circuits Courts alimentaires. Paris : 2010/05/05-06. AgroParisTech.

Carlsson-Kanyama A., Ekström M.P., Shanahan H., 2003. Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. *Ecological Economics* 44 (2-3): 293-307.

Carlsson-Kanyama A., Gonzalez A.D., 2009. Potential contributions of food consumption patterns to climate change. *American Journal of Clinical Nutrition* 89 (5): S1704-S1709.

Carpenter S.R., Pingali P.L., Bennett E.M., Zurek M.B., 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Scenarios Volume 2*. Washington DC USA: Island Press (*Millennium Ecosystem Assessment*), 560 p.

Carpio C.E., Isengildina-Massa O., 2009. Consumer willingness to pay for locally grown products: the case of South Carolina. *Agribusiness*, 25 (3): 412-426.

CAS, 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosytèmes : contribution à la décision publique. Paris: La Documentation française (Rapports et documents), 399 p.

Cederberg C., Stadig M., 2003. System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production. *International Journal of Life Cycle Assessment* 8 (6): 350-356.

Cépède M., Lengellé M., 1953. *Économie alimentaire du globe, essai d'interprétation*. Paris: Librairie de Médicis, M.-T. Génin, 654 p.

Cépède M., Lengellé M., 1970. *L'économie de l'alimentation*. Paris: PUF, 123 p.

Chantrel E., Lecocq P.E., 2009. Les marges dans la filière agroalimentaire en France. *Economie et Prévision*, 189: 141-149.

Chapoto A., Jayne T., 2010. Do market interventions promote food price stability? Evidence from Eastern and Southern Africa. Awakening the Sleeping Giant: Making Grain Markets Work for Smallholder Farmers and Consumers in Eastern and Southern Africa. Lusaka Zambia. May 10 2010. ACTESA/ COMEA.

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

Chen Y., Zhou L.-A., 2007. The long-term health and economic consequences of the 1959--1961 famine in China. *Journal of Health Economics*, 26 (4): 659-681.

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

Ciheam, 2008. Mediterra 2008 – Les futurs agricoles et alimentaires en méditerrannée. Paris France: Presses de Sciences Po, 360 p.

Cohen L., 2003. A Consumers' Republic: The Politics of Mass Consumption in Postwar America. New York: Alfred A. Knopf, 567 p.

Coley D., Howard M., Winter M., 2009. Local food food miles and carbon emissions: A comparison of farm shop and mass distribution approaches. *Food Policy* 34 (2): 150-155.

Coley D.A., Goodliffe E., Acdiarmid J., 1998. The embodied energy of food: the role of diet: viewpoint. *Energy Policy*, 26 (6): 455-459.

Collier P., 2007. The bottom billion: why the poorest countries are failing and what can be done about it. Oxford: Oxford University Press, 205 p.

Colonna P. (coord.), 2006. *La chimie verte*. Paris: Éditions Tec & Doc, 532 p.

Combes P.-P., Lafourcade M., 2005. Transport costs: measures determinants and regional policy implications for France. *Journal of Economic Geography* 5 (3): 319-349.

Combris P., 2006. Le poids des contraintes économiques dans les choix alimentaires. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 41 (5): 279-284.

Commissariat général au développement durable, 2010. *Les indicateurs de la stratégie nationale de développement durable 2010-2013*. Paris: Commissariat général au développement durable, 48 p.

Conner D., 2004. Beyond organic: information provision for sustainable agriculture in a changing market. *Journal of Food Distribution Research* 35 (1): 34-39.

Corbeau J.-P., 2000. Cuisiner, manger, métisser… Révolution dans les cuisines. *Revue des Sciences Sociales* (27): 68-73.

Cotula L., Vermeulen S., Leonard R., Keeley J., 2009. Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa. London Rome: FAO IIED and IFAD, 120 p.

Coulter J., 2010. Warehouse Receipting Loss Reduction and the Development of Value Chains for Grains. Reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa. FAO Headquarters Rome 18-19 mars 2010. Rome: FAO-The World Bank, 16-18.

Coulter J., Shepherd A.W., 2001. Le crédit sur nantissement des stocks – Une stratégie de développement des marches agricoles. *Bulletin des services agricoles de la FAO* (120): 69 p.

Coursey D.G., Booth R.H., 1972. The postharvest phytopathology of perishable tropical produce. *Review of Plant Pathology* 51 (12): 751–765.

Coveney J., 2005. A qualitative study exploring socio-economic differences in parental lay knowledge of food and health: implications for public health nutrition. *Public Health Nutrition* 8 (3): 290-297.

Cowell S.J., Parkinson S., 2003. Localisation of UK food production: an analysis using land area and energy as indicators. *Agriculture Ecosystems & Environment* 94 (2): 221-236.

Craig W., Mangels A., 2009. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American Dietetic Association*, 109 (7): 1266.

Cuellar A.D., Webber M.E., 2010. Wasted Food Wasted Energy: The Embedded Energy in Food Waste in the United States. *Environmental Science & Technology* 44 (16): 6464-6469.

Curran M., de Baan L., De Schryver A.M., van Zelm R., Hellweg S., Koellner T., Sonnemann G., Huijbregts M.A.J., 2011. Toward Meaningful End Points of Biodiversity in Life Cycle Assessment. *Environmental Science & Technology* 45 (1): 70-79.

D'Andrea A.C., 2003. Social and technological aspects of non-mechanised emmer processing. In: Anderson P.C., Cummings L.S., Schippers T.K., Simonel B. eds. *Le Traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent*. Actes des Rencontres 17-19 octobre 2002 Antibes: Editions APDCA, 41-60.

Da Silva V.P., Van der Werf H.M.G., Soares S.R., 2010. LCA of french and brazilian broiler poultry production systems. VII international conference on Life cycle assessment in the agri-food sector Bari 22-24 septembre 2010. oral communication n.p.

Darby K., Batte M.T., Ernst S., Roe B., 2008. Decomposing Local: A Conjoint Analysis of Locally Produced Foods. *American Journal of Agricultural Economics* 90 (2): 476-486.

Darmon M., Briend A., 2001. Contraintes et coût d'une alimentation équilibrée. *Cuisine Collective* (140): 1-2.

Darmon N., Ferguson E.L., Briend A., 2006. Impact of a cost constraint on nutritionally adequate food choices for French women: An analysis by linear programming. *Journal of Nutrition Education and Behavior* 38 (2): 82-90.

Daviron B., 2002. Small Farm Production and the Standardization of Tropical Products. *Journal of Agrarian Change*, 2 (2): 162-184.

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 p.

De Bon H., Parrot L., Moustier P., 2010. Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30 (1): 21-32.

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.

De Schutter O., 2008. Building resilience: a human rights framework for world food and nutrition security. New York: Unites Nations Human Rights Council, 43 p.

De Schutter O., 2010. *Rapport du Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation du 20 décembre 2010.* New York: Nations Unies. (GE.10-17850 (F) 280111 020211 – A/HRC/16/49), 23 p.

De Schutter O., 2011. G20 : cinq priorités pour améliorer la sécurité alimentaire mondiale. *Le Monde* (08/06/2011).

Delisle H., 2010. Findings on dietary patterns in different groups of African origin undergoing nutrition transitionThis is one of a selection of papers published in the CSCN–CSNS 2009 Conference entitled "Can we identify culture-specific healthful dietary patterns among diverse populations undergoing nutrition transition?" *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 35 (2): 224-228.

Delormier T., Frohlich K.L., Potvin L., 2009. Food and eating as social practice understanding eating patterns as social phenomena and implications for public health. *Sociology of Health and Illness* 31 (2): 215-228.

Demeke M., Pangrazio G., Maetz M., 2009. Country responses to the food security crisis: Nature and preliminary implications of the policies pursued. Rome: FAO, 29 p.

Desclaux D., Chiffoleau Y., Nolot J.M., 2009. Pluralité des agricultures biologiques: Enjeux pour la construction des marchés le choix des variétés et les schémas d'amélioration des plantes. Diversity of organic farming systems: Challenges for the construction of markets varieties and plant breeding techniques. *Innovations Agronomiques* 4: 297-306.

Deverre C., Lamine C., 2010. Les systèmes agroalimentaires alternatifs. Une revue de travaux anglophones en sciences sociales. *Economie rurale* (317): 57-73.

Dhérissard G., Viel D., 2007 À problème complexe, solutions complexes. *Economie et Humanisme* (380): 9-12.

Diasio N., Hubert A., Pardo V., 2009. Alimentations adolescentes en France : principaux résultats du programme de recherche AlimAdos. Paris, France: OCHA ed. (Cahiers de l'Ocha), 220 p.

Doak C., Adair L., Monteiro C., Popkin B., 2000. Overweight and underweight coexist within households in Brazil China and Russia. *Journal of Nutrition*, 130 (2): 2965-2971.

Doak C.M., Adair L.S., Bentley M., Monteiro C., Popkin B.M., 2004. The dual burden household and the nutrition transition paradox. *International Journal of Obesity*, 29 (1): 129-136.

Donald B., Gertler M., Gray M., Lobao L., 2010. Re-regionalizing the food system? *Cambridge Journal of Regions Economy and Society* 3 (2): 171-175.

Dorin B., Gitz V., 2008. Ecobilans de biocarburants : une revue des controverses. *Natures Sciences Societes*, 16 (4): 337-347.

Drewnowski A., Popkin B.M., 1997. The Nutrition Transition: New Trends in the Global Diet. *Nutrition Reviews* 55 (2): 31-43.

Dubuisson-Quellier C., 2008. Consumer involvement in fair trade and local food systems: delegation and empowerment regimes. *GeoJournal* 73 (1): 55-65.

Dubuisson-Quellier C., 2009. La consommation comme pratique sociale. In: Steiner P., Vatin F. eds. *Traité de sociologie économique*. Paris: PUF, 727-776.

Dubuisson-Quellier C., 2009. *La consommation engagée*. Paris: Les presses de Sciences Po (*Collection Contester*), 143 p.

Dubuisson-Quellier S., 2008. Pluralité des formes d'engagement des consommateurs sur les marchés : le cas des produits issus du commerce equitable. Different types of consumer's involvements within fair trade in France. *Les nouvelles figures des marchés agroalimentaires*. Versailles-Montpellier: 2006/03/23-24. Editions Quae, 41-54.

Dubuisson-Quellier S., 2010. From Consumerism to the Empowerment of Consumers: The Case of Consumer Oriented Movements in France. *Sustainability*, 2 (7): 1849-1868.

Duchin F., 2005. Sustainable Consumption of Food: A Framework for Analyzing Scenarios about Changes in Diets. *Journal of Industrial Ecology* 9 (1-2): 99-114.

Dury S., Medou J.C., Foudjem-Tita D., Nolte C., 2004. Limites du système local d'approvisionnement alimentaire urbain en Afrique subsaharienne : le cas des amylacées au Sud-Cameroun. *Cahiers Agricultures*, 13 (1): 116-124.

Earles J., Halog A., 2011. Consequential life cycle assessment: a review. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16 (5): 445-453.

European Environment Agency, 2007. *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2007*. Copenhagen: European Environment Agency (*EEA Report n° 5/2007*), 102 p.

EFSA, 2010. Scientific Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines. *EFSA journal* 8 (3): 42 p.

Elghali L., Clift R., Begg K.G., McLaren S., 2008. Decision support methodology for complex contexts. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability*, 161 (1): 7-22.

Elinder L.S., 2005. Obesity hunger and agriculture: the damaging role of subsidies. *BMJ* 331 (7528): 1333-1336.

Environmental Protection Agency, 2011. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2009*. Washington: Environmental Protection Agency (US Greenhouse Gas Inventory Report n°430-R-11-005), 459 p.

Ertug F., 2006. Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany *ICEB 2005*. Yeditepe University Istanbul 21-26 August 2005. Zero Prod. Ltd. Istanbul, 536 p.

Escalon H., Bossard C., Beck F., Bachelot-Narquin R.P., 2009. *Baromètre Nutrition Santé : Edition 2008*. Paris : INPES, 419 p.

Estaquio C., Castetbon K., Kesse-Guyot E., Bertrais S., Deschamps V., Dauchet L., Peneau S., Galan P., Hercberg S., 2008. The French National Nutrition and Health Program score is associated with nutritional status and risk of major chronic diseases. *Journal of Nutrition*, 138 (5): 946-953.

Etievant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etile F., Guichard E., Padilla M., Romon-Rousseaux M., 2010. Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions pour quels effets ? Rapport de l'expertise scientifique collective, Paris: Inra., 277 p.

European Commission, 2005. *Impact assessment guidelines*. Brussels: European Commission.

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

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

Fan X., Bourg D., Erkman S., 2006. L'économie circulaire en Chine. Vers une prise en compte de l'environnement dans le système économique chinois ? *Futuribles* (324): 21-41.

FAO, 1981. Food loss prevention in perishable crops. Rome: FAO, *Agricultural Service Bulletin* 43, 72 p.

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

FAO, 1998. The state of food and agriculture 1998. Rome: FAO, *Agriculture Series* 31, 371 p.

FAO, 2001. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome: FAO. Food and Nutrition Technical Report Series, 103 p.

FAO, 2006. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2006. Rome: FAO, 44 p.

FAO, 2007. Post-harvest loss compendium – base de données d'information sur les pertes post-récolte de différents produits.

FAO, 2008. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Les biocarburants : perspectives risques et opportunité. Rome: FAO, 156 p.

FAO, 2008. Les silos métalliques familiaux : alliés essentiels de la FAO dans la lutte contre la faim. Rome: FAO, 8 p.

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

FAO, 2009. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture – Le point sur l'élevage. Rome: FAO, 202 p.

FAO, 2009. More people than ever are victims of hunger. Rome: FAO, Press release, 4 p.

FAO, 2010. *Bioenergy and food security: the BEFS analytical framework*. Rome: Bioenergy and food security Project Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Environment and Natural Resources Management Series*.

FAO, 2010. Definition of sustainable diets. International scientif symposium Biodiversity and sustainable diets United againts hunger. Rome. FAO, 2 p.

FAO, 2010. Food for the Cities: Aliments pour les Villes – Accueil.

FAO, 2010. Statistiques de la faim FAO. Site Web visité le 11 juillet 2011.

FAO, World Bank, 2010. Reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa: Lessons learned and practical guidelines. Rome,Washington: FAO,World Bank, 120 p.

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

Faye B., 2011. Quelles espèces pour quels espaces ? Quels systèmes pour quels territoires ? Les enjeux de la durabilité en élevage laitier. Actes du colloque de l'Ocha, Cultures des Laits du Monde 6-7 mai 2010. Paris. Paris: OCHA, 160-173.

Faye B., Duteurtre G., 2009. *L'élevage richesse des pauvres*. Versailles: Editions Quae, 288 p.

Feagan R., 2007. The place of food: mapping out the 'local' in local food systems. *Progress in Human Geography* 31 (1): 23-42.

Feeney E., O'Brien S., Scannell A., Markey A., Gibney E.R., 2011. Genetic variation in taste perception: does it have a role in healthy eating? *Proceedings of the Nutrition Society* 70 (01): 135-143.

Feillet P., 2007. La nourriture des Français. De la maîtrise du feu… aux années 2030. Versailles: Editions Quae, 245 p.

Figuié M., Bricas N., 2008. Equité internationale la surresponsabilisation des consommateurs. *Courrier de la planète* (87): 41.

Figuié M., Fournier T., 2010. Risques sanitaires globaux et politiques nationales : la gestion de la grippe aviaire au Vietnam. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement* 91 (3): 327-343.

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* 377 (9765): 557-567.

Fischer G., Hizsnyik E., Prieler S., Shah M., van Velthuizen H., 2009. *Biofuels and Biodiversity. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). Laxenburg*: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 223 p

Fischler C., 1990. *L'homnivore : le goût la cuisine et le corps*. Paris: Odile Jacob, 414 p.

Fischler C., Masson E., 2008. Manger : Français, Européens et Américains face à l'alimentation. Paris: Odile Jacob, 336 p.

Flatt J.P., 2011. Issues and Misconceptions about Obesity. *Obesity*, 19 (4): 676-686.

Flores M., Macias N., Rivera M., Lozada A., Barquera S., Rivera-Dommarco J., Tucker K.L., 2010. Dietary Patterns in Mexican Adults Are Associated with Risk of Being Overweight or Obese. *Journal of Nutrition*, 140 (10): 1869-1873.

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.

Foresight, 2011. The Future of Food and Farming: challenges and choices for global sustainability. Final Project, London: The Government Office for Science, 208 p.

Fouilleux E., 2010. Les standards volontaires instruments montants des politiques agricoles et alimentaires. Entre internationalisation et privatisation In: Hervieu B. ed. *Les Mondes Agricoles en Politique*. Paris: Presses de Science Po, 371-396.

Fransen L.W., Kolk A., 2007. Global Rule-Setting for Business: A Critical Analysis of Multi-Stakeholder Standards. *Organization*, 14 (5): 667-684.

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.

Friedmann H., 2009. Discussion: moving food regimes forward: reflections on symposium essays. *Agriculture and Human Values*, 26 (4): 335-344.

Fritz M., Schiefer G., 2008. Food Chain Management for Sustainable Food System Development: A European Research Agenda. *Agribusiness*, 24 (4): 440-452.

Fujita M., Thisse J.-F., 2002. *Economics of agglomeration: cities industrial location and regional growth* Cambridge UK, New York: Cambridge University Press, 466 p.

Fulponi L., 2006. Private voluntary standards in the food system: The perspective of major food retailers in OECD countries. *Food Policy* 31 (1): 1-13.

Gaigné C., Riou S., Thisse J.-F., 2011. *Are Compact Cities Environmentally Friendly?* C.E.P.R. Discussion Papers.

Garnett T., 2011. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy* 36 (Supplement 1): S23-S32.

Garrett J., Ruel M., 2003. Stunted child–overweight mother pairs: An emerging policy concern ? *Food Consumption and Nutrition Division* Discussion Paper No. 148, 36 p.

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

Gérard F., Alpha A., Beaujeu R., Boussard J.M., Levard L., Maitre d'Hotel E., Rouille d'Orfeuil H., Bricas N., Daviron B., Galtier F., 2011. *Managing food price volatility for food security and*

development: Groupe de Recherches et d'Echanges sur la Régulation des Marchés Agricoles (GREMA), 161 p.

Getz C., Shreck A., 2006. What organic and Fair Trade labels do not tell us: towards a place-based understanding of certification. *International Journal of Consumer Studies* 30 (5): 490-501.

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

Gilbert C.L., Morgan C.W., 2010. Food price volatility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365 (1554): 3023-3034.

Giovannucci D., Varangis P., Larson D., 2000. *Warehouse Receipts: Facilitating Credit and Commodity Markets* Washington: The World Bank, 8 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.

Godard O., 2009. Les enjeux du développement durable. duALIne, communication orale.

Gojard S., 2000. L'alimentation dans la prime enfance. Diffusion et réception des normes de puériculture. *Revue Francaise De Sociologie* 3: 475-512.

Gonzalez C.A., Riboli E., 2010. Diet and cancer prevention: Contributions from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *European Journal of Cancer* 46 (14): 2555-2562.

Goodman D., 1997. World-scale processes and agro-food systems: critique and research needs. *Review of International Political Economy* 4 (4): 663-687.

Gopal V., Prabakaran S., Balasubramanian P.R., 1996. Effect of a biogas-plant effluent-based pelleted diet on the growth of Oreochromis mossambicus fingerlings. *Bioresource Technology* 58 (3): 315-317.

Gordon T., 2005. Fair trade organic products conquer European markets. Fair trade and organic standards. *Entwicklung + Landlicher Raum* 39 (3): 24-26.

Gorgens T., Meng X., Vaithianathan R., 2011. Stunting and selection effects of famine: A case study of the Great Chinese Famine. *Journal of Development Economics* (in Press).

Gouel C., Jean S., 2011. Optimal food price stabilisation in a small open developing country 33 p.

Goulet J., Lamarche B., Nadeau G., Lemieux S., 2003. Effect of a nutritional intervention promoting the Mediterranean food pattern on plasma lipids lipoproteins and body weight in healthy French-Canadian women. *Atherosclerosis*, 170 (1): 115-124.

Granatstein D., Kupferman E., 2008. Sustainable horticulture in fruit production. International Society for Horticultural Science (ISHS), 295-308.

Gray S., 2009. Down the Drain. Quantification and exploration of food and drink waste disposed of to the sewer by households in the UK WRAP, 56 p.

Griffon M.E., 2006. Nourrir la planète – Pour une révolution doublement verte. Paris: Odile Jacob, 456 p.

Grimm E.R., Steinle N.I., 2011. Genetics of eating behavior: established and emerging concepts. *Nutrition Reviews* 69 (1): 52-60.

Grolleau G., Caswell J.A., 2006. Interaction between food attributes in markets: the case of environmental labeling. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 31 (3): 471-484.

Grolleaud M., 2002. Pertes après récolte: un concept mal défini ou mal utilisé. Étude synthétique et didactique sur le phénomène des pertes se produisant tout au long du système après récolte Rome:

FAO, np.

Guignon N., Collet M., Gonzales L., de Saint Pol T., Guthmann J.-P., Fonteneau L., 2010. La santé des enfants en grande section de maternelle en 2005-2006. *Etudes & Résultats* (737): 1-8.

Günther D., Zimprich E., 1997. Gender-Orientation in the Post-Harvest Sector. Pointers for Identifying Gender-Specific Aspects in the Post-Harvest Sector Bonn: Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 35 p.

Gustavsson J., Cederberg J., Sonesson J., van Otterdijk J., Meybeck A., 2011. *Global food losses and food waste: Extent causes and prevention*. Rome: FAO, 29 p.

Haberl H., Erb K.-H., Krausmann F., Bondeau A., Lauk C., Müller C., Plutzar C., Steinberger J.K., 2011. Global bioenergy potentials from agricultural land in 2050: Sensitivity to climate change diets and yields. *Biomass and Bioenergy* (in Press).

Halkier B., 2009. A practice theoretical perspective on everyday dealings with environmental challenges of food consumption. *Anthropology of Food* (5).

Halweil B., 2006. L'agriculture biologique peut-elle nous nourrir tous ? *L'Etat de la planète* (27): 9 p.

Hardesty S.D., 2008. The Growing Role of Local Food Markets. *American Journal of Agricultural Economics* 90 (5): 1289-1295.

Havaligi N., 2009. Climate change and food security in cities. 5th Urban Research Symposium 2009, 18 p.

Hayami Y., Ruttan V.W., 1985. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore: Johns Hopkins Press 506 p.

Hayes J.E., Sullivan B.S., Duffy V.B., 2010. Explaining variability in sodium intake through oral sensory phenotype salt sensation and liking. *Physiology & Behavior*, 100 (4): 369-380.

Headey D., 2011. Was the Global Food Crisis Really a Crisis? Simulations versus Self-Reporting.Washington: IFPRI, 72 p.

Heinberg R., Bomford M., 2009. *The Food and Farming Transition: Toward a Post Carbon Food System.* Sebastopol: Post Carbon Institute, 41 p.

Heller M.C., Keoleian G.A., 2000. *Life cycle-based sustainability indicators for assessment of the US food system*: Center for Sustainable Systems School of Natural Resources and Environment University of Michigan. Center for Sustainable Systems Report, 59 p.

Henkes C., 1992. Investigations into insect population dynamics damage and losses of stored maize – an approach to IPM in small farms in Tanzania with special reference to Prostephanus truncatus (Horn). PhD thesis. Technische Universitaet Berlin Berlin,124 p.

Henneberry S.R., Whitacre B., Agustini H.N., 2009. An Evaluation of the Economic Impacts of Oklahoma Farmers Markets. *Journal of Food Distribution Research* 40 (3): 64-78.

Herrero M., Thornton P.K., Notenbaert A.M., Wood S., Msangi S., Freeman H.A., Bossio D., Dixon J., Peters M., van de Steeg J., Lynam J., Rao P.P., Macmillan S., Gerard B., McDermott J., Sere C., Rosegrant M., 2010. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems. *Science* 327 (5967): 822-825.

Herrmann H., 1991. Seguridad alimentaria : Comparación de impactos socio-económicos en la tenencia del silo metálico versus sistema tradicional de almacenamiento. Rapport de recherche (Project Document 09.03. PROJ014 DOC91.02), 80 p. + annexes.

Herrmann R., Röder C., 1995. Does food consumption converge internationally? Measurement empirical tests and determinants. *European Review of Agricultural Economics*, 22 (3): 400-414.

Hill J.O., 2009. Can a small-changes approach help address the obesity epidemic? A report of the Joint Task Force of the American Society for Nutrition Institute of Food Technologists and International Food Information Council. *American Journal of Clinical Nutrition* 89 (2): 477-84.

Hoddinott J., Maluccio J.A., Behrman J.R., Flores R., Martorell R., 2008. Effect of a nutrition intervention during early childhood on economic productivity in Guatemalan adults. *The Lancet* 371 (9610): 411-416.

Hoekstra A.Y., 2002. Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Delft The Netherlands, 12-13 December 2002. 2003. UNESCO-IHE, 242 p.

Holt G., Amilien V., 2007. Special issue on local food products and systems. *Anthropology of Food* (6): 405-539.

Hubert B., 2002. Sustainable development: think forward and act now. Agricultures and sustainable development. The stakes of knowledge and research attitudes. In: Legrand P., Fraval A., Laurent C. eds. *Johannesburg. Inra faced with sustainable development: landmarks for the Johannesburg conference*. Paris: Inra Editions, *Dossiers de l'Environnement de l'Inra* 22, 41-56.

Hubert J.P., 2009. Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue, et elle augmente ailleurs. *Insee Première*, n°1252, 4 p.

Hugon P., 1985. Le miroir sans tain. Dépendance alimentaire et urbanisation en Afrique : un essai d'analyse en termes de filières. In: Altersial, Ensia-Gret, Cered, Cernea, MSA, Orstom, Bricas N. eds. *Nourrir les villes en Afrique sub-Saharienne*. Paris: L'Harmattan, 9-46.

Huijbregts P., Feskens E., Rasanen L., Fidanza F., Nissinen A., Menotti A., Kromhout D., 1997. Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland Italy and the Netherlands: Longitudinal cohort study. *British Medical Journal* 315 (7099): 13-17.

IEA, 2008. Energy Technology Perspectives 2010 – Scenarios & Strategies to 2050. Paris: International Energy Agency, 643 p.

Ilbery B., Morris C., Buller H., Maye D., Kneafsey M., 2005. Product Process and Place: An Examination of Food Marketing and Labelling Schemes in Europe and North America. *European Urban and Regional Studies*, 12 (2): 116-132.

IMF, 2011. *World Economic Outlook*. Washington DC: International Monetary Fund, 221 p.

Inra, 2010. Document d'orientation Inra 2010-2020 : une science pour l'impact. Paris: Inra, 57 p.

Issa C., Darmon N., Salameh P., Maillot M., Batal M., Lairon D., 2011. A Mediterranean diet pattern with low consumption of liquid sweets and refined cereals is negatively associated with adiposity in adults from rural Lebanon. *International Journal of Obesity* 35 (2): 251-8.

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.

Jacquet J., Pauly D., Ainley D., Holt S., Dayton P., Jackson J., 2010. Seafood stewardship in crisis. *Nature* 467 (7311): 28-29.

Jacquiau C., 2006. Les coulisses du commerce équitable : mensonges et vérités sur un petit business qui monte. Paris: Mille et une nuits, 484 p.

Jayne T.S., Tschirley D.L., 2009. Food Price Spikes and Strategic Interactions between the Public and Private Sectors: Market Failures or Governance Failures? *Commodity Market Review 2009-2010*. Rome: FAO, 3-18.

Jeanneret P., Baumgartner D.U., Freiermuth Knuchel R., Gaillard G., 2008. Integration of biodiversity as impact category for LCA in agriculture (SALCA-Biodiversity. *6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector* Zurich November 12–14 2008, 6 p.

Jeffries P., Jeger M.J., 1990. The biological control of post-harvest diseases of fruit. *Post-harvest News Info* (1): 365-368.

Jeon Y.W., Halos L.S., 1991. Addressing R&D for Cassava Postharvest System in West Africa. *ASAEN Meeting Presentation*, 9 p.

Jones T.W., 2004. Using contemporary archaeology and applied Anthropology to understand Food Loss in the American Food System. Tucson: Université d'Arizona Bureau of Applied Research in Anthropology, 6 p.

Jørgensen A., Hauschild M.Z., Jorgensen M.S., Wangel A., 2009. Relevance and feasibility of social life cycle assessment from a company perspective. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14 (3): 204-214.

Kadim O.S., 2009. Le stockage des produits végétaux au Maroc : choix technique et pertes post-récolte. Thèse de doctorat (Sciences de la vie et de l'environnement). Université de Franche-Comté, Besançon, 81 p.

Kant A.K., 1996. Indexes of Overall Diet Quality: A Review. *Journal of the American Dietetic Association* 96 (8): 785-791.

Kanter C., Messer K.D., Kaiser H.M., 2009. Does Production Labeling Stigmatize Conventional Milk? *American Journal of Agricultural Economics* 91 (4): 1097-1109.

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.

Kelleher K., 2005. Discards in the world's marine fisheries. Rome: FAO (FAO Fisheries Technical Paper), 131 p.

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.

Kennedy E., 1995. *The Healthy Eating Index.* US Department of Agriculture Center for nutrition policy and promotion, 34 p.

Kesse E., 2010. Typologies alimentaires pour mieux comprendre l'alimentation dans sa globalité. In: Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E., Padilla M., Romon-Rousseaux M. eds. *Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions pour quels effets ? Expertise scientifique collective*. Paris: Inra, 29-38.

Key T.J., Appleby P.N., Rosell M.S., 2006. Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society* 65 (01): 35-41.

Kharas H., 2010. The emerging middle class in developing countries Paris: OECD Development Centre (Working Paper n° 285), 61 p.

Kitinoja L., Saran S., Roy S.K., Kader A.A., 2011. Postharvest technology for developing countries: challenges and opportunities in research outreach and advocacy. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91 (4): 597-603.

Kling M., Hough I., 2010. The American Carbon Foodprint: Understanding your food's impact on climate change. Shelburne (USA): Brighter Planet Inc, 17 p.

Kloppenburg J. Jr., Hendrickson J., Stevenson G.W., 1996. Coming in to the foodshed. *Agriculture and Human Values*, 13 (3): 33-42.

Koellner T., Scholz R.W., 2008. Assessment of land use impacts on the natural environment – Part 2: Generic characterization factors for local species diversity in central Europe. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13 (1): 32-48.

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.

Krugman P.R., 1995. *Development geography and economic theory*. Cambridge Mass: MIT Press, 117 p.

Kruse S.A., Flysjo A., Kasperczyk N., Scholz A.J., 2009. Socioeconomic indicators as a complement to life cycle assessment-an application to salmon production systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14 (1): 8-18.

Kumar K., Ayyappan S., 1998. Current Practises in Integrated Aquaculture. *The integrated aquaculture research planning workshop*. Purulia India March 1998. Institute of Aquaculture University of Stirling (*Working Paper* n°5), 25 p.

Lafay L.C., Volatier J.L.C., 2009. Etude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 INCA 2 2006-2007. Maisons-Alfort : Afssa, 228 p.

Lambert C., 2009. *Les modalités de formation des prix alimentaires : du producteur au consommateur*. Paris : Conseil économique social et environnemental, 119 p.

Lamine C., 2008. Les intermittents du bio. Pour une sociologie pragmatique des choix alimentaires émergents. Quae-MSH (Natures sociales), 341 p.

Lang T., 2005. Food control or food democracy? Re-engaging nutrition with society and the environment. *Public Health Nutrition* 8 (6a): 730-737.

Lang T., Dibb S., Reddy S., 2011. Looking backward looking forward. Sustainability and UK food policy 2000-2011, 60 p.

Le Nechet R., Michaud M., Legrain M., Hirschler J., Pas N., Chauvin S., Lafont M., 2006. *2020 : que mangerons-nous ? Enjeux pour les productions agricoles normandes.* CRA Normandie, 8 p.

Leclerc A., Chastang J.F., Menvielle G., Luce D., 2006. Socioeconomic inequalities in premature mortality in France: Have they widened in recent decades? *Social Science & Medicine* 62 (8): 2035-2045.

Ledikwe J.H., Blanck H.M., Khan L.K., Serdula M.K., Seymour J.D., Tohill B.C., Rolls B.J., 2006. Low-Energy-Density Diets Are Associated with High Diet Quality in Adults in the United States. *Journal of the American Dietetic Association*, 106 (8): 1172-1180.

Lee-Smith D., 2010. Cities feeding people: an update on urban agriculture in equatorial Africa. *Environment and Urbanization*, 22 (2): 483-499.

Lemay J.-F., Favreau L., Maldidier C., 2010. Commerce équitable : les défis de la solidarité dans les échanges internationaux. Québec: Presses de l'Université du Québec (Collection Initiatives), 170 p.

Leonard W.R., Snodgrass J.J., Robertson M.L., 2010. Evolutionary Perspectives on Fat Ingestion and Metabolism in Humans. *Fat Detection: Taste Texture and Post Ingestive Effects. Frontiers in Neuroscience*. Boca Raton (FL): CRC Press.

Levett R., 1998. Footprinting: A great step forward but tread carefully — a response to Mathis Wackernagel. *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability* 3 (1): 67-74.

Liang L. *et al.*, 1993. China's post-harvest grain losses and the means of their reduction and elimination. *Jingji dili (Econ. Geogr.)* (1): 92–96.

Lloyd-Williams F., O'Flaherty M., Mwatsama M., Birt C., Ireland R., Capewell S., 2007. Estimating the cardiovascular mortality burden attributable to the European Common Agricultural Policy on dietary saturated fats. *Bulletin of the World Health Organization* 86 (7).

Lobstein T., 2002. Food policies: a threat to health? *Proceedings of the Nutrition Society* 61 (04): 579-585.

Lock K., Smith R.D., Dangour A.D., Brown M.K., Pigatto G., Hawkes C., Fisberg R.M., Chalabi Z., 2010. Health agricultural and economic effects of adoption of healthy diet recommendations. *Lancet* 376 (9753): 1699-1709.

London Developement Agency, 2006. *Healthy and Sustainable Food for London.* London: Mayor of London, 139 p.

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.

Lowe P., Phillipson J., Lee R.P., 2008. Socio-technical innovation for sustainable food chains: roles for social science. *Trends in Food Science & Technology*, 19 (5): 226-233.

Lundqvist J., de Fraiture C., Molden D., 2008. Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. Stockholm: The Stockholm International Water Institute (SIWI), 36 p.

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

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

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.

Madden J.P., Goodman S.J., Guthrie H.A., 1976. Validity of the 24-hr. recall. Analysis of data obtained from elderly subjects. *Journal of the American Dietetic Association* 68 (2): 143-147.

Maertens M., Swinnen J.F.M., 2009. Trade Standards and Poverty: Evidence from Senegal. *World Development* 37 (1): 161-178.

Maillot M., Darmon N., Darmon M., Lafay L., Drewnowskis A., 2007. Nutrient-dense food groups have high energy costs: An econometric approach to nutrient profiling. *Journal of Nutrition*, 137 (7): 1815-1820.

Maillot M., Vieux F., Amiot M.J., Darmon N., 2010. Individual diet modeling translates nutrient recommendations into realistic and individual-specific food choices. *American Journal of Clinical Nutrition* 91 (2): 421-430.

Maillot M., Vieux F., Ferguson E.F., Volatier J.-L., Amiot M.J., Darmon N., 2009. To Meet Nutrient Recommendations Most French Adults Need to Expand Their Habitual Food Repertoire. *Journal of Nutrition*, 139 (9): 1721-1727.

Mainguy P., 1989. *La qualité dans l'agroalimentaire.* Paris: Ministère de l'agriculture et le secrétariat d'état à la consommation, 58 p.

Maire B., Mejean C., 2008. Que savons-nous de l'alimentation des migrants ? *Lettre scientifique de l'IFN*, 129: 1-10.

Malassis L., 1996. Les trois ages de l'alimentaire. *Agroalimentaria* 96 (2): 3-5.

Manalili N.M., Dorado M.A., Van Otterdijk R., 2011. *Appropriate food packaging solutions for developing countries*. Rome: FAO, 28 p.

Mann N., 2000. Dietary lean red meat and human evolution. *European Journal of Nutrition* 39 (2): 71-79.

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

Marlow H.J., Hayes W.K., Soret S., Carter R.L., Schwab E.R., Sabaté J., 2009. Diet and the environment: does what you eat matter? *American Journal of Clinical Nutrition* 89 (5): 1699S-1703S.

Marshall D.W., Anderson A.S., 2002. Proper meals in transition: young married couples on the nature of eating together. *Appetite* 39 (3): 193-206.

Martin W., Anderson K., 2011. Export Restrictions and Price Insulation During Commodity Price Booms. Washington: The World Bank (Policy Research Working Paper WPS n°5645), 21 p.

Martinez S., Hand M., Da Pra M., Pollack S., Ralston K., Smith T., Vogel S., Clarke S., Lohr L., Low S., Newman C., 2010. *Local food systems: concepts impacts and issues.* Washington: USDA-ERS, 87 p.

Masset E., 2011. A review of hunger indices and methods to monitor country commitment to fighting

hunger. *Food Policy* 36 (Supplement 1): S102-S108.

Mazoyer M., Roudart L., 2002. Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine. Paris: Éditions du Seuil, 705 p.

Mazzocchi M., Brasili C., Sandri E., 2008. Trends in dietary patterns and compliance with World Health Organization recommendations: a cross-country analysis. *Public Health Nutrition*, 11 (05): 535-540.

Mazzocchi M., Traill B., Shogren J.F., 2009. *Fat economics: nutrition health and economic policy*. Oxford University Press, 208 p.

McIntyre B., H. H., Wakhungu J., R.T. W., 2009. Agriculture at a Crossroads: Global Report. Washington: International Assessment of Agricultural Knowledge Science and Technology fod Development (IAASTD), 590 p.

McMichael A.J., Powles J.W., Butler C.D., Uauy R., 2007. Food livestock production energy climate change and health. *The Lancet* 370 (9594): 1253-1263.

Melo M.T., Nickel S., Saldanha-da-Gama F., 2009. Facility location and supply chain management – A review. *European Journal of Operational Research*, 196 (2): 401-412.

Meng X., Qian N., 2009. The Long Term Consequences of Famine on Survivors: Evidence from a Unique Natural Experiment using China's Great Famine NBER Working Paper, 49 p.

Meuwissen M.P.M., Velthuis A.G.J., Henk H., Huirne R.B.M., 2003. Traceability And Certification In Meat Supply Chains. *Journal of Agribusiness*, 21 (2).

Micha R., Wallace S.K., Mozaffarian D., 2010. Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease Stroke and Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circulation*, 121 (21): 2271-2283.

Mila i Canals L., Cowell S.J., Sim S., Basson L., 2007. Comparing domestic versus imported apples: A focus on energy use. *Environmental Science and Pollution Research*, 14 (5): 338-344.

Millet M., Thin D., 2005. Le temps des familles populaires à l'épreuve de la précarité. *Lien social et Politiques* 54: 153-162.

Millward D.J., Garnett T., 2010. Food and the planet: nutritional dilemmas of greenhouse gas emission reductions through reduced intakes of meat and dairy foods. *Proceedings of the Nutrition Society* 69 (01): 103-118.

Minegishi S., Thiel D., 2000. System dynamics modeling and simulation of a particular food supply chain. *Simulation Practice and Theory* 8 (5): 321-339.

Minten B., Randrianarison L., Swinnen J.F.M., 2009. Global Retail Chains and Poor Farmers: Evidence from Madagascar. *World Development* 37 (11): 1728-1741.

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

Morgan K., 2010. Local and green global and fair: the ethical foodscape and the politics of care. *Environment and Planning A* 42 (8): 1852-1867.

Morgan K., Sonnino R., 2010. The urban foodscape: world cities and the new food equation. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society* 3 (2): 209-224.

Morgan K. (ed), 2009. Feeding the City: The Challenge of Urban Food Planning [Special issue]. *International Planning Studies*, 14 (4): 341-348.

Moustier P., Chaleard J.L., Leplaideur A., 2002. L'approvisionnement vivrier des villes en Guinée : entre fragilité et dynamisme. *Autrepart* (23): 5-23.

Muchnik J., Sanz Cañada J., Torres Salcido G., 2008. Systèmes agroalimentaires localisés : état des recherches et perspectives. *Cahiers Agriculture*, 17 (6): 513-519.

Müller-Lindenlauf M., Deittert C., Köpke U., 2010. Assessment of environmental effects animal welfare

and milk quality among organic dairy farms. *Livestock Science*, 128 (1-3): 140-148.

Muñoz I., Milà i Canals L., Clift R., 2008. Consider a Spherical Man. *Journal of Industrial Ecology*, 12 (4): 521-538.

Murthy D.S., Gajanana T.M., Sudha M., Dakshinamoorthy V., 2009. Marketing and post-harvest losses in fruits: its implications on availability and economy. *Indian Journal of Agricultural Economics* 64 (2): 259-275.

Nadvi K., Waltring F., 2003. Making sense of global standards. In: Schmitz H. ed. *Local Enterprises in the Global Economy: Issues of Governance and Upgrading*. Cheltenham UK: Edward Elgar, 53-94.

NASA-Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface Temperature Analysis GISS. Site web visité le 11 juillet 2011.

Neelsen S., Stratmann T., 2010. Effects of Prenatal and Early Life Malnutrition: Evidence from the Greek Famine: CESifo. Working Paper Series, 35 p.

Neilson J., 2008. Global private regulation and value-chain restructuring in Indonesian smallholder coffee systems. *World Development (Oxford)* 36 (9): 1607-1622.

Neilson J., Pritchard B., 2009. Introduction In: Neilson J., Pritchard B. eds. *Value Chain Struggles: Institutions and Governance in the Plantation Districts of South India*. Oxford: Wiley-Blackwell.

Nellemann C., MacDevette M., Manders T., Eickhout B., Svihus B., Gerdien Prins A., Kaltenborn B.P., 2009. *The Environmental food crisis – The environment's role in averting future food crisis*. Nairoby: United Nations Environmental Programme (UNEP), 104 p.

Newbery D.M., 1989. The Theory of Food Price Stabilisation. *The Economic Journal* 99 (398): 1065-1082.

Newsom G., 2009. *Executive Directive 09-03: Healthy and Sustainable Food for San Francisco*. San Francisco: Office of the Mayor City & County of San Francisco, 5 p.

Nichele V., 2003. Health information and food demand in France. Wallingford UK: CABI Publishing (Health nutrition and food demand), 131-151.

ObÉpi, 2009. *Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité : ObÉpi 2009* Neuilly-sur-Seine: Inserm/TNS Healthcare/Laboratoire Roche, 56 p.

OCDE, 1999. An Assessment of the Costs for International Trade in Meeting Regulatory Requirements. OCDE, Paris.

Odum H.T., 1996. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. New York: Wiley, 370 p.

OECD, 1997. OECD Environmental performance reviews: a practical introduction. Paris: OCDE, 60 p.

OECD, 2008a. *Highlights of the International Transport Forum 2008: Transport and Energy The Challenge of Climate Change*. Paris: OECD, 72 p.

OECD, 2008b. *Croissance et inégalités.* Paris: OCDE, 10 p.

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.

OMS, FAO, 2003. *Diet Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases.* Geneva: WHO Technical Report (Expert Consultation n°916), 64 p.

ONPES, 2010. Bilan de 10 ans d'observation de la pauvreté et de l'exclusion sociale à l'heure de la crise. Rapport 2009-2010. Paris : ONPES, 164 p.

Osunde Z.D., 2008. Minimizing Postharvest Losses in Yam (*Dioscorea* spp.): Treatments and Techniques. In: Robertson G.L., Lupien J.R. eds. *Using Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development*. International Union of Food Science & Technology, 12 p.

Pachauri R.K., Reisinger A., 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Rapport de synthèse.

Genève: GIEC, 103 p.

Padilla M., Abis S., 2007. La grande distribution au Maghreb. *Afkar/idées* 13 (printemps 2007): 68-71.

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), 295 p.

Parfitt J., Barthel M., Macnaughton S., 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365 (1554): 3065-3081.

Pattberg P., 2005. The Institutionalization of Private Governance: How Business and Nonprofit Organizations Agree on Transnational Rules *Governance: An International Journal of Policy Administration and Institutions*, 18 (4): 589-610.

Patterson R.E., Haines P.S., Popkin B.M., 1994. Diet quality index – capturing a multidimensional behavior. *Journal of the American Dietetic Association* 94 (1): 57-64.

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.

Perrier-Cornet P., 2009. Les systèmes agroalimentaires localisés sont-ils ancrés localement ? Un bilan de la littérature contemporaine sur les Syal. In: Aubert F., Piveteau V., Schmitt B. eds. *Politiques agricoles et territoires*. Versailles: Editions Quae, 49-68.

Pesqueux Y., 2006. Pour une évaluation critique de la théorie des parties prenantes. In: Bonnafous-Boucher M., Pesqueux Y. eds. *Décider avec les parties prenantes. Approches d'une nouvelle théorie de la société civile*. Paris: La Découverte, 19-40.

Phillipson J., Lowe P., 2008. Towards sustainable food chains: harnessing the social and natural sciences. *Trends in Food Science & Technology*, 19 (5): 224-225.

Pimentel D., Hurd L.E., Bellotti A.C., Forster M.J., Oka I.N., Sholes O.D., Whitman R.J., 1973. Food production and the energy crisis. *Science (New York N.Y.)*, 182 (4111): 443-9.

Pingali P.L., Bigot Y., Binswanger H.P., 1987. *Agricultural mechanization and the evolution of farming systems in sub-Saharan Africa*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 216 p.

PIPAME, 2009. *L'impact des technologies de l'information sur la logistique* Paris: Ministère de l'Economie des finances et de l'industrie, 56 p.

PNUE, 2007. GEO-4 L'environnement pour le développement. Nairobi: PNUE, 540 p.

Popkin B.M., 1999. Urbanization lifestyle changes and the nutrition transition. *World Development*, 27 (11): 1905-1916.

Popkin B.M., 2006. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 84 (2): 289-298.

Popkin B.M., 2011. Contemporary nutritional transition: determinants of diet and its impact on body composition. *Proceedings of the Nutrition Society* 70 (01): 82-91.

Porter M.E., 1996. What is strategy? *Harvard Business Review* (November–December): 61-78.

Poulain J.-P., 2009. *Sociologie de l'obésité*. Paris: PUF (Sciences sociales et sociétés), 386 p.

Prättälä R., 2003. Dietary changes in Finland-success stories and future challenges. *Appetite* 41 (3): 245-249.

Premier Ministre, Centre d'analyse stratégique 2009. France-2025 C – Groupe 3 : Technologies et vie quotidienne. In: d'Aubert F. ed. *France 2025. Diagnostic stratégique*. Paris: Premier Ministre, 57 p.

Prentice C., W C., Harrison S.P., Leemans R., Monserud R.A., Solomon A.M., 1992. A Global Biome Model Based on Plant Physiology and Dominance Soil Properties and Climate. *Journal of Biogeography*, 19 (117-134).

Pretty J., Sutherland W.J., Ashby J., Auburn J., Baulcombe D., Bell M., Bentley J., Bickersteth S.,

Brown K., Burke J., Campbell H., Chen K., Crowley E., Crute I., Dobbelaere D., Edwards-Jones G., Funes-Monzote F., Godfray H.C.J., Griffon M., Gypmantisiri P., Haddad L., Halavatau S., Herren H., Holderness M., Izac A.M., Jones M., Koohafkan P., Lal R., Lang T., McNeely J., Mueller A., Nisbett N., Noble A., Pingali P., Pinto Y., Rabbinge R., Ravindranath N.H., Rola A., Roling N., Sage C., Settle W., Sha J.M., Luo S.M., Simons T., Smith P., Strzepeck K., Swaine H., Terry E., Tomich T.P., Toulmin C., Trigo E., Twomlow S., Vis J.K., Wilson J., Pilgrim S., 2010. The top 100 questions of importance to the future of global agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8 (4): 219-236.

Pretty J.N., 2008. *Sustainable agriculture and food*. London: Earthscan, 1 600 p.

Pretty J.N., Ball A.S., Lang T., Morison J.I.L., 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy* 30 (1): 1-19.

Princen T., 1997. The shading and distancing of commerce: When internalization is not enough. *Ecological Economics*, 20 (3): 235-253.

Rajagopal D., Zilberman D., 2007. Review of environmental economic and policy aspects of biofuels: Washington: The World Bank. (Policy Research Working Paper Series WPS n°4341), 107 p.

Rastoin J.L., Ghersi G., De Schutter O., 2010. *Le système alimentaire mondial : concepts et méthodes analyses et dynamiques*. Versailles: Editions Quae (Synthèses), 565 p.

Ravallion M., 2010. The Developing World's Bulging (but Vulnerable) Middle Class. *World Development* 38 (4): 445-454.

Ravallion M., Chen S., Sangraula P., 2007. New Evidence on the Urbanization of Global Poverty. *Population and Development Review* 33 (4): 667-701.

Raynolds L.T., 2000. Re-embedding global agriculture: the international organic and fair trade movements. *Agriculture and Human Values*, 17 (3): 297-309.

Raynolds L.T., Murray D., Heller A., 2007. Regulating sustainability in the coffee sector: a comparative analysis of third-party environmental and social certification initiatives. *Agriculture and Human Values*, 24 (2): 147-163.

REAP, 2010. Services on Monitoring Retailers' REAP commitments (Retailers' Environmental Action Programme). Consortium ESWI Expert Team to Support Waste Implementation, 158 p.

Reardon T., Gulati A., 2008. The Rise of Supermarkets and Their Development Implications – International Experience Relevant for India. Washington: IFPRI Michigan State University, 60 p.

Reardon T., Henson S., Berdegue J., 2007. 'Proactive fast-tracking' diffusion of supermarkets in developing countries: implications for market institutions and trade. *Journal of Economic Geography* 7 (4): 399-431.

Recours F., Hébel P., 2006. Les populations modestes ont-elles une alimentation déséquilibrée ? Paris : Credoc (Cahiers de Recherche), 113 p.

Regmi A., Takeshima H., Unnevehr L.J., 2008. *Convergence in Global Food Demand and Delivery.* Washington: USDA (*Economic Research Report* n°56), 33 p.

Regmi A., Unnevehr L., 2006. Are Diets Converging Globally? A Comparison of Trends Across Selected Countries. *Journal of Food Distribution Research* 37 (1): 14-21.

Régnier F., 2006. Manger hors norme, respecter les normes : le plaisir de l'exotisme culinaire. *Journal des Anthropologues*, 106-107 (169-187).

Régnier F., 2009. Obésité goûts et consommation. Intégration des normes d'alimentation et appartenance sociale. *Revue Française de Sociologie* 50 (4): 747-773.

Reijnders L., Soret S., 2003. Quantification of the environmental impact of different dietary protein choices. *American Journal of Clinical Nutrition* 78 (3): 664S-668S.

RESEDA, 2005. *Gisements des coproduits sous-produits et déchets des industries alimentaires* RÉseau des organisations professionnelles et interprofessionnelles pour la SÉcurité et la qualité des

Denrées Animales, 119 p.

Rey-Valette H., Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J.-P., Slembrouck J., Baruthio A., René F., Levang P., Morrissens P., Lazard J., 2008. *Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture* Montpellier: Cirad/Ifremer/Inra/IRD/Université Montpellier 1 projet « EVAD » (Evaluation de la durabilité des systèmes aquacoles), 144 p.

Risku-Norja H., Hietala R., Virtanen H., Ketomäki H., Helenius J., 2008. Localisation of primary food production in Finland: production potential and environmental impacts of food consumption patterns. *Agricultural and Food Science*, 17 (2): 127-145.

Rizet C., Keita B., 2005. Chaînes logistiques et consommation d'énergie. Cas du yaourt et du jean. Paris: Inrets-Ademe, 81 p.

Rosa H., 2010. *Accélération : Une critique sociale du temps*. Paris: La Découverte, 480 p.

Rossier D., Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs – Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. *FALSchriftenreihe n°53. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) Zürich Switzerland*.

Rovillé-Sausse F., 1999. Evolution en 20 ans de la corpulence des enfants de 0 à 4 ans issus de l'immigration maghrébine. *Revue Epidémiologique de Santé Publique* 47 (1): 37-44.

Rowe G., Wright G., 1999. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15 (4): 353-375.

Roy B., 1968. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). *Revue d'Informatique et de Recherche Opérationelle (RIRO)* 8: 57–75.

Ruttan V.W., 2002. Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints. *The Journal of Economic Perspectives*, 16 (4): 161-184.

Satterthwaite D., McGranahan G., Tacoli C., 2010. Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 365 (1554): 2809-2820.

Sauvant A., 2002. Volume et partage modal du transport de marchandises en France de 1845 à nos jours. *Notes de synthèse du Service économique et statistique* (140): 18-26.

Savin J.-M., 2000. L'évolution des distances moyennes de transports des marchandises *Notes de synthèse du Service économique et statistique* (129): 18-26.

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

Schlich E.H., Fleissner U., 2005. The ecology of scale: Assessment of regional energy turnover and comparison with global food. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10 (3): 219-223.

Schmidhuber J., 2004. The growing global obesity problem: some policy options to address it. FAO food and nutrition paper (Globalization of food systems in developing countries: impact on food security and nutrition) (33): 81-97.

Schmidhuber J., Shetty P., 2005. The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear the major burden. *Food Economics – Acta Agriculturae Scandinavica Section C*, 2 (3): 150 - 166.

Schmidhuber J., Traill W.B., 2006. The changing structure of diets in the European Union in relation to healthy eating guidelines. *Public Health Nutrition* 9 (05): 584-595.

Schulten G.G.M., 1982. Post-harvest losses in tropical Africa and their prevention. *Food and Nutrition Bulletin* 4 (2): 2-9.

Schultz I., Stieß I., 2008. Linking sustainable consumption to everyday life. A social-ecological approach to consumption research. In: Tukker A., Charter M., Vezzoli C. eds. *Perspectives on radical*

Changes to Sustainable Consumption and Production. System Innovation for Sustainability. Sheffield (UK): Greenleaf Publishing Ltd, 288-300.

Scoones I., 2009. Livelihoods perspectives and rural development. *Journal of Peasant Studies* 36 (1): 171-196.

Segerlund L., 2010. Making Corporate Social Responsibility a Global Concern: Norm Construction in a Globalizing World. Farnham: Ashgate Pub Co. (Non-state Actors in International Law Politics and Governance Series), 208 p.

Seifu S., Asrat A., Argaw A., Jisso Y., Ayele D., Ayele E., 2007. Cooperative unions and 'sustainable' coffee initiatives in Ethiopia: opportunities and challenges. Association Scientifique Internationale du Café (ASIC), 473-486.

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

Short F., 2006. Kitchen Secrets the meaning of cooking in everyday life. London: Berg Publishers, 224 p.

Sieber J., 2006. WEAP Water Evaluation and Planning System *iEMSs 2006: 3rd Biennial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society*. Burlington Vermont USA, July 9-13 2006, 6 p.

Singano C.D., Nkhata B.T., Mhango V., 2008. National annual report on larger grain borer monitoring and Teretrius nigrescens rearing and releases in Malawi. (Plant protection progress report for the 2007/2008 season presented at the Department of Agricultural Research Services Planning and Review Meeting Andrews Hotel Mangochi 14-20 September 2008), 1-8.

Singano C.D., Phiri T., Nkhata B.T., Mhango V., 2008. National agricultural produce inspection services annual technical report for the period July 2007-June 2008. (Plant protection progress report for the 2007/2008 season presented at the Department of Agricultural Research Services Planning and Review Meeting Andrews Hotel Mangochi, 14-20 September 2008), 9-22.

Sirieix L., Alessandrin A., Persillet V., 2006. Motivations and values: a means-end chain study of French consumers. In: Holt G.C., Reed M. eds. *Sociological perspectives of organic agriculture: from pioneer to policy*. Wallingford: CABI, 70-87.

SITA France, Banque alimentaire du Bas-Rhin, 2011. Evaluation de l'impact sur l'effet de serre de l'action de lutte contre le gaspillage de la Banque Alimentaire du Bas-Rhin. Rapport final avril 2011. Paris: SITA France, 19 p.

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

Smil V., 2000. Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century. Cambridge Mass: The MIT Press, 360 p.

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.* London: DEFRA. Food Miles Final Report, 103 p.

Smith B.G., 2008. Developing sustainable food supply chains. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363 (1492): 849-861.

Sonnino R., 2007. The power of place: embeddedness and local food systems in Italy and the UK. *Anthropology of Food* (6): 454.

Sorensen L.B., Moller P., Flint A., Martens M., Raben A., 2003. Effect of sensory perception of foods on appetite and food intake: a review of studies on humans. *International Journal of Obesity*, 27 (10): 1152-1166.

Soussana J.F., 2010. Quelles recherches pour adapter l'agriculture et les écosystèmes anthropisés au changement climatique ? *Adapting to climate change: agriculture and ecosystems*. Clermont-Ferrand.

20-22/10/2010. Environmental Research Federation of Clermont-Ferrand Inra, 8-9.

Spore, 2011. Sus au gaspillage ! Gestion post-récolte. *SPORE*: n°152 avril-mai 2011.

Stamoulis K.G., Pingali P., Shetty P., 2004. Emerging Challenges for Food and Nutrition Policy in Developing Countries. *e-Journal of agricultural and development economics*, 1 (2): 154-167.

Steinberg H., Gerber P., Wasenaar T., Castel V., Rosales M., de Hann C., 2006. *Livestock's long shadow. Environmental issues and options*. Rome: FAO, 390 p.

Stuart T., 2009. *Waste uncovering the global food scandal*. London: Pengiun, 480 p.

Subrahmanyam K.V., 1986. Post-harvest losses in horticultural crops: an appraisal. *Agricultural Situation in India* 41 (5): 339-343.

Supkova M., Darmon N., Martin S., Redlingshöfer B., Russel M., Vieux F., 2010. Impact carbone de régimes alimentaires différenciés selon leur qualité nutritionnelle : une étude basée sur des données françaises. Paris: Etude co-financée par l'Ademe et l'Inra, 91 p.

Swinnen J.F.M., 2007. Global supply chains standards and the poor: how the globalization of food systems and standards affects rural development and poverty. Wallingford UK: Cabi (Global supply chains standards and the poor: how the globalization of food systems and standards affects rural development and poverty), xv + 322 p.

Sylvander B., Bellon S., Benoit M., 2006. Facing the organic reality: the diversity of development models and their consequences on research policies. *Joint Organic Congress: Farming and European Rural Development*. Odense: 2006/05/30-31, 4 p.

Tacoli C., 2003. The links between urban and rural development. *Environment and Urbanization*, 15 (1): 3-12.

Tacoli C., 2004. Rural-Urban Linkages and Pro-Poor Agricultural Growth: An Overview. *OECD DAC POVNET Agriculture and Pro-Poor Growth Task Team*. Helsinki Workshop, 17-18 June 2004, 17 p.

Tanumihardjo S.A., Anderson C., Kaufer-Horwitz M., Bode L., Emenaker N.J., Haqq A.M., Satia J.A., Silver H.J., Stadler D.D., 2007. Poverty Obesity and Malnutrition: An International Perspective Recognizing the Paradox. *Journal of the American Dietetic Association*, 107 (11): 1966-1972.

Tauriainen J., Young F.W., 1976. The Impact of Urban-Industrial Development on Agricultural Incomes and Productivity in Finland. *Land Economics* 52 (2): 192-206.

Teixeira A.A., Chynoweth D.P., Haley P.J., Owens J.M., Rich E.C., Dedrick A.L., 2004. Prototype space mission SEBAC biological solid waste management system. *Proceedings of the International Conference on Environmental Systems*. Colorado Springs.

Temple L., Moustier P., 2004. Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé Cotonou Dakar). *Cahiers Agriculture*, 13 (1): 15-22.

Terragni L., Bostrom M., Halkier B., Makela J., 2009. Can consumers save the world? Everyday food consumption and dilemmas of sustainability. *Anthropology of Food* (S5): unpaginated.

Thomas G., 2005. Les échanges agroalimentaires de 1992 à 2002. *Economie et statistique* (390): 25-46.

Thow A.M., Hawkes C., 2009. The implications of trade liberalization for diet and health: a case study from Central America. *Globalization and Health* 5 (5).

Timmer C.P., 2010. Reflections on food crises past. *Food Policy* 35 (1): 1-11.

Toledo A., Burlingame B., 2006. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7): 477-483.

Toutain J.C., 1971. La consommation alimentaire en France de 1789 à 1964. *Economies et Sociétés Cahiers de l'I.S.E.A* V (11): 1909-2049.

Trichopoulou A., Costacou T., Bamia C., Trichopoulos D., 2003. Adherence to a Mediterranean diet

and survival in a Greek population. *New England Journal of Medicine* 348 (26): 2599-2608.

Trichopoulou A., Kourisblazos A., Wahlqvist M.L., Gnardellis C., Lagiou P., Polychronopoulos E., Vassilakou T., Lipworth L., Trichopoulos D., 1995. Diet and overall survival in elderly people. *British Medical Journal* 311 (7018): 1457-1460.

Tschirley D.L., Jayne T.S., 2010. Exploring the Logic behind Southern Africa's Food Crises. *World Development* 38 (1): 76-87.

Tsolekile L.P., 2007. Urbanization and lifestyle changes related to non-communicable diseases: An exploration of experiences of urban residents who have relocated from the rural areas to Khayelitsha an urban township in Cape Town. Cape Town: University of the Wetsern Cape. Minithesis, 76 p.

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.* Brussels: European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies (*Technical Report Series* EUR 22284 EN), 136 p.

Turnovsky S.J., Shalit H., Schmitz A., 1980. Consumer's Surplus Price Instability and Consumer Welfare. *Econometrica* 48 (1): 135-152.

Tyler P.S., 1982. Misconception of food losses. *Food and Nutrition Bulletin* 4 (2): 21-24.

Tyler P.S., Gilman G.A., 1979. L'évaluation des pertes post-récolte. In: Beaulieu Gingras S., Dan Dicko D. eds. *L'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest. Séminaire de Bamako*. Paris: ACCT, 137-151.

UK Government's, 2011. Foresight Project on Global Food and. Farming Futures. Synthesis Report C8: Changing consumption patterns. London: The Government Office for Science, 23 p.

United Nations, 2003. *World Population Prospects. The 2002 Revision*, United Nations, Department of economic and social affairs, Population division, 3 volumes.

United Nations, 2006. *World population prospects: the 2006 revision. Population ageing.* New York: United Nations Population Division DESA, 8 p.

United Nations, 2007. *World Population Prospects. The 2006 Revision.* New York: United Nations, 793 p.

United Nations, 2008. World population prospects: the 2008 revision population database.

United Nations, 2010. *World Urbanization Prospects. The 2009 Revision. Highlights.* New York USA: Department of Economic and Social Affairs, 56 p.

United Nations Habitat, 2003. *The challenge of slums: Global report on human settlements 2003*. London UK: Earthscan Publications Ltd,United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 310 p.

US-SCN, 2009. *6th Report on the World Nutrition Situation. Progress on nutrition.* Geneva: United Nations – System Standing Committee on Nutrition, 131 p.

Vagneron I., Roquigny S., 2010. Cartographie & analyse des études d'impact du commerce équitable. Montpellier: Cirad UMR MOISA, 78 p.

van den Bergh J., Verbruggen H., 1999. Spatial sustainability trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint'. *Ecological Economics*, 29 (1): 61-72.

Van der Voet E., Van Oers L., Moll S., Schütz H., Bringezu S., de Bruyn S., Sevenster M., Warringa G., 2005. Policy review on decoupling: development of indicators to assess decoupling of economic development and environmental pressure in the EU-25 and AC-3 countries. Leiden: Leiden University Institute of Environmental Sciences (CML), 159 p.

van der Vorst J.G.A.J., Beulens A.J.M., van Beek P., 2000. Modelling and simulating multi-echelon food systems. *European Journal of Operational Research*, 122 (2): 354-366.

Vandecandelaere E., Arfini F., Belletti G., Marescotti A., 2010. Territoires produits et acteurs locaux des liens de qualité : Guide pour promouvoir la qualité liée à l'origine et des indications géographiques durables. Rome: FAO & SinerGI, 198 p.

Veerman J.L., Barendregt J.J., Mackenbach J.P., 2006. The European Common Agricultural Policy on fruits and vegetables: exploring potential health gain from reform. *The European Journal of Public Health*, 16 (1): 31-35.

Ver Ploeg M., Breneman V., Farrigan T., Hamrick K., Hopkins D., Kaufman P., Lin B.-H., Nord M., Smith T., Williams R., Kinnison K., Olander C., Singh A., Tuckermanty E., 2009. *Access to Affordable and Nutritious Food—Measuring and Understanding Food Deserts and Their Consequences: Report to Congress.* Washington: USDA ERS, 150 p.

von Braun J., Ahmed A., Asenso-Okyere K., Fan S., Gulati A., Hoddinott J., Pandya-Lorch R., Rosegrant M.W., Ruel M., Torero M., van Rheenen T., von Grebmer K., 2008. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 12 p.

von Braun J., Meinzen-Dick R., 2009. "Land grabbing" by foreign investors in developing countries Washington: IFPRI (IFPRI Policy Briefs), 9 p.

Waijers P.M., Feskens E.J., Ocke M.C., 2007. A critical review of predefined diet quality scores. *British Journal of Nutrition* 97 (2): 219-231.

Walter J., Wrightson K., 1976. Dearth and the Social Order in Early Modern England. *Past and Present* 71 (1): 22-42.

Wang J., Sampson H.A., 2011. Food allergy. *Journal of Clinical Investigation*, 121 (3): 827-35.

Wang Z., Zhai F., Du S., Popkin B., 2008. Dynamic shifts in Chinese eating behaviors. *Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17 (1): 123-30.

Waugh F.V., 1944. Does the Consumer Benefit from Price Instability? *The Quarterly Journal of Economics* 58 (4): 602-614.

Webb P., Block S., 2010. Support for agriculture during economic transformation: Impacts on poverty and undernutrition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Weidema B.P., 2006. The integration of economic and social aspects in life cycle impact assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11: 89-96.

WHO, 1998. Preparation and use of food based dietary guidelines: report of a joint WHO/FAO expert consultation Geneva: WHO (WHO Technical Report Series n°880), 116 p.

WHO, 2003. Diet nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation Geneva: WHO (WHO Technical Report Series n°916), 160 p.

Willet W., 1998. *Nutritional epidemiology*. New York: Oxford University Press, xiv + 514 p.

Willett W.C., Sacks F., Trichopoulou A., Drescher G., Ferroluzzi A., Helsing E., Trichopoulos D., 1995. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *American Journal of Clinical Nutrition* 61 (6): S1402-S1406.

World Bank, 2011. *Missing Food: The Case of Postharvest Grain Losses in Sub-Saharan Africa.* Washington: The World Bank. Economic and Sector Work (n°60371-AFR), 96 p.

World Future Council, Göpel M., 2009. Celebrating the Belo Horizonte Food Security Programme. Future Policy Award 2009: Solutions for the Food Crisis. Hamburg: World Future Council, 20 p.

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.

WRAP, 2009. *Household Food and Drink Waste in the UK. Final report*. Waste & Resources Action Progamme (WRAP) Banbury (GB), 95 p.

WRAP, WWF, 2011. The water and carbon footprint of household food and drink waste in the UK.

Final report, 52 p.

Wright B., 2009. *International Grain Reserves And Other Instruments to Address Volatility in Grain Markets* Washington: The World Bank (Policy Research Working Paper WPS n°5028), 52 p.

Wright B.D., 1979. The Effects of Ideal Production Stabilization: A Welfare Analysis under Rational Behavior. *The Journal of Political Economy* 87 (5): 1011-1033.

Zamagni A., Buttol P., Buonamici R., Masoni P., Guinée J.B., Huppes G., Heijungs R., van der Voet E., Ekvall T., Rydberg T., 2009. *D20 Blue Paper on Life Cycle Sustainability Analysis*: CALCAS (Co-ordination Action for innovation in Life-Cycle Analysis for Sustainability). (Project no. 037075), 88 p.

Zetlaoui M., Feinberg M., Verger P., Clémençon S., 2011. Extraction of Food Consumption Systems by Nonnegative Matrix Factorization (NMF) for the Assessment of Food Choices. Biometrics (in press).

Annexe. Références liées au tableau 10.2

Références bibliographiques associées à chaque méthode utilisée.

1. IDH (indice de développement humain) / HDI (*Human development indicator*)

Nourry M., 2008. Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators. *Ecological Economics*, 67(3): 441-456.

Rosenbloom J.I., Kaluski D.N., Berry E.M., 2008. A Global Nutritional Index. *Food and Nutrition Bulletin,* 29(4): 266-277.

Shah Z., Kumar M.D., 2008. In the Midst of the Large Dam Controversy: Objectives, Criteria for Assessing Large Water Storages in the Developing World. *Water Resources Management,* 22(12): 1799-1824.

2. Bilan de masse / *Mass balance*

Ayres R.U., Ayres L.W. 1998. *Accounting for resources, 1: economy−wide applications of mass−balance principles to materials and waste*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 245 p.

Barbiero G., Camponeschi S., Femia A., Greca G., Macri A., Tudini A., Vannozzi M., 2003. 980−1998 material−input−based indicators time series and 1997 material balance of the Italian economy. Rome: ISTAT (InstitutNazinale di Statistica).

Giljum S., Hubacek K., Sun L., 2004. Beyond the simple material balance: a reply to Sangwon Suh's note on physical input-output analysis. *Ecological Economics*, 48 (1): 19-22.

3. Bilan matières / *Material balance*

Barbiero G., Camponeschi S., Femia A., Greca G., Macri A, Tudini A., Vannozzi M., 2003. 1980−1998 material−input−based indicators time series and 1997 material balance of the Italian economy. Rome: ISTAT (Instituto Nazinale di Statistica).

Giljum S., Hubacek K., Sun L., 2004. Beyond the simple material balance: a reply to Sangwon Suh's note on physical input-output analysis. *Ecological Economics*, 48 (1): 19-22.

United Nations, 1976. Draft guidelines for statistics on materials/energy balances. New York: United Nations, document E/CN.3/493.

4. Input / *Output*

Beutel J., 2008. Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (Eurostat Methodologies and Working papers, 592 p.

Bullard C.W., Penner P.S., Pilati D.A., 1978. Net energy analysis: Handbook for combining process and input-output analysis. *Resources and Energy*, 1(3): 267-313.

Duchin F., 1992. Industrial input-output analysis: implications for industrial ecology. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 89: 851-855.

European Commission, Eurostat home page, ESA 95 Supply, Use and Input-Output Tables.

European Commission, 2001. European Governance. A white Paper. COM(2001) 428 final. Brussels.

European Network of Environmental Input-Output Analysis, 2001. 1st Meeting: 8 May 2001, Madrid, Spain, Proceedings.

Finnveden G., Moberg Å., 2005. Environmental systems analysis tools – an overview. *Journal of Cleaner Production*, 13: 1165-1173.

Grêt-Regamey A., Kytzia S., 2007. Integrating the valuation of ecosystem services into the Input-Output economics of an Alpine region. *Ecological Economics*, 63: 786-798.

Keuning S.J., de Ruijter W.A., 1988. Guidelines to the construction of a social accounting matrix.

Review of Income and Wealth, 34(1): 71-100.

Machado G., Schaeffer R., Worrell E., 2001. Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach. *Ecological Economics*, 39(3): 409-424.

Munksgaard J., Wier M., Lenzen M., Dey C., 2005. Using input-output analysis to measure the environmental pressure of consumption at different spatial levels. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (1-2): 169-185.

Pietroforte R., Bon R., Gregori T., 2000. Regional development and construction in Italy: an input-output analysis, 1959-1992. *Construction Management and Economics*, 18(2): 151-159.

Suh S., 2005. Developing a sectoral environmental database for input-output analysis: the Comparative Environmental Data Archive of the US. *Economic Systems Research*, 17(4): 449-469.

Weisz H., Duchin F., 2006. Physical and monetary input-output analysis: what makes the difference? *Ecological Economics*, 57 (3): 534-541.

5. Analyse de cycle de vie / *Life cycle assessment*

Guinée J.B.E., 2002. *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*. Kluwer Academic Publishers, 692 p.

6. Empreinte écologique / *Ecological footprint*

Hubacek K., Giljum S., 2003. Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprint) of international trade activities. *Ecological Economics*, 44(1): 137-151.

Wackernagel M., Rees W., 1996. *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 160 p.

7. Empreinte eau / *Water footprint*

Anon., 2010. Australia's food industry reduces carbon and water footprint. *Food Australia*, 62(4): 153-153.

Bulsink F., Hoekstra A.Y., Booij M.J., 2010. The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(1): 119-128.

Canals L.M.I., Chapagain A., Orr S., Chenoweth J., Anton A., Clift R., 2010. Assessing freshwater use impacts in LCA, part 2: case study of broccoli production in the UK and Spain. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15 (6): 598-607.

Ridoutt B.G., Pfister S., 2010. A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 20(1): 113-120.

Zeitoun M., Allan J.A., Mohieldeen Y., 2010. Virtual water 'flows' of the Nile Basin, 1998-2004: A first approximation and implications for water security. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 20(2): 229-242.

8. Empreinte carbone / *Carbon footprint*

Yu Y., Hubacek K., Feng K., Guan D., 2010. Assessing regional and global water footprints for the UK. *Ecological Economics*, 69 (5): 1140-1147.

BSI, 2008. PAS 2050 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services – under consultation.

Carbon Trust, 2006. Carbon footprints in the supply chain: the next step for business. Report Number CTC616, The Carbon Trust, London, UK, 24 p.

Carbon Trust, 2007a. Carbon footprinting – An introduction for organisations, 6 p.

Carbon Trust, 2007b. Carbon Trust Labelling Scheme rolls out across the country.

European Commission, 2007. Carbon footprint – what is it and how to measure it.

IEC, 2008. Introduction, intended uses and key programme elements. The International EPD Cooperation.

ISO, 2006. Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures. IS14025:2006.

Johnson E., 2008. Disagreement over carbon footprints: A comparison of electric and LPG forklifts. *Energy Policy*, 36(4): 1569-1573.

Wiedmann T., Minx J., 2007. A Definition of Carbon Footprint, ISA UK Research Report 07-01, 11 p.

9. Chaîne de valeur de Porter / *Porter value chain*

Teweldemedhin M.Y., 2008. The fish industry in Eritrea: from comparative to competitive advantage. *African Journal of Agricultural Research*, 3(5): 327-333.

Koivisto A., Varnik R., 2005. Competitiveness of strawberry production in Finland and Estonia. Rural Development 2005, Vol 2, Book 1, Proceedings – Globalisation and Integration Challenges to Rural Development in Eastern and Central Europe. Kauno Raj, Lithuanian Univ Agriculture: 127-129.

10. *Life cycle costing*

Ala-Risku T., Kopri E., 2008. Life cycle costing: a review of published case studies. *Managerial Auditing Journal,* 23(3): 240-261.

ASTM E917-02 Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems.

Gluch P., Baumann H., 2004. The life cycle costing (LCC) approach: a conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making. *Building and Environment,* 39: 571-580.

Ciroth A., Hunkeler D., Huppes G., Lichtenvort K., Rebitzer G., Rudenauer I., Steen B., 2008. *Environmental Life Cycle Costing*. SETAC Press, Pensacola, FL. Publishing House Taylor and Francis.

Hunkeler D., Lichtenvort K., Rerbitzer G. (eds), 2008. *Environmental life cycle costing*. SETAC-CRC Press, Pensacola, 232 p.

International Electrotechnical Commission, 2004. IEC 60300-3-3: Dependability Management – Part 3-3: Life cycle cost analysis – Application guide.

Ness B., Urbel-Piirsalu E., Anderberg S., Olsson L., 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics,* 60: 498-508.

Rebitzer G., Seuring S., 2003. Methodology and Application of Life Cycle Costing. *International Journal of Life Cycle Assessment,* 8(2): 110-111.

Schmidt W-P., 2003. Life Cycle Costing as Part of Design for Environment, Environmental Business Cases. *International Journal of Life Cycle Assessment,* 8(3): 167-174*.*

Udo de Haes H., Heijungs R., Suh S., Huppes G., 2004. Three strategies to Overcome the Limitations of Life-Cycle Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, 8(3), 19-32.

11. Contribution à la richesse / *Contribution to growth national income*

Gadrey J., Jany-Catrice F., 2007. *Les nouveaux indicateurs de richesse*. Paris: La Découverte (*Repères,* n°404), 123 p.

12. CV sociales / *Social LCA*

Dreyer L., Hauschild M., Schierbeck J. 2006. A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2) 88-97.

Grießhammer R., Benoît C., Dreyer L.C., Flysjö A., Manhart A., Mazijn B., Méthot A.L., Weidema B.P., 2006. Feasibility Study: Integration of social aspects into LCA.

Hunkeler D., 2006. Societal LCA Methodology and Case Study. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11 (6) 371-382.

Jørgensen A., Hauschild M.Z., Jorgensen M.S., Wangel A., 2009. Relevance and feasibility of social life cycle assessment from a company perspective. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(3), 204-214.

Jørgensen A., Le Bocq A., Nazarkina L., Hauschild M., 2008. Methodologies for social life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment, 13 (2): 96-103.

Norris G.A., 2006. Social Impacts in Product Life Cycles – Towards Life Cycle Attribute Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11 (Special Issue 1): 97-104.

Weidema B.P., 2005. ISO 14044 also applies to social LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 10 (6): 381-381.

Weidema B.P., 2006. The Integration of Economic and Social Aspects in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11 (Special Issue 1): 89-96.

13. *Global Reporting Initiative* (GRI)

http://www.globalreporting.org/

14. Responsabilité sociale des entreprises

Social Accountability International: http://www.sa-intl.org/

Observatoire sur la responsabilité sociétale des entreprises : http://www.orse.org/

ISO Social responsibility: http://www.iso.org/iso/social_responsibility

15. Normes OIT

International Labour Organization: http://www.ilo.org/

16. Analyse coût-bénéfice / *Cost-benefit analysis*

Abt, 2000. The Particulate-Related Health Benefits of Reducing Power Plant Emissions. October 2000. Prepared for EPA by Abt Associates Inc., 4800 Montgomery Lane, Bethesda, MD 20814-5341, 206 p.

European Commission, 2006. The CAFE Programme (Clean Air for Europe). European Commission DG Environment.

ExternE, 2005. ExternE – Externalities Of Energy: *Methodology* 2005

Holland M., Watkiss P., Pye S., de Oliveira A., van Regemorter D., 2005. Cost benefit analysis of Policy Option Scenarios for the Clean Air For Europe Programme.

McKone T.E., Enoch K.G., 2002. CalTOX™, A Multimedia Total Exposure Model". Report LBNL – 47399. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA.

Mitchell R.C., Carson R.T., 1989. Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method. Resources for the Future. Washington, DC., 463 p.

Pearce D., 2001. Integrating cost-benefit analysis into the policy process, annex II in Valuing the benefits of environmental policy. RIVM report 481505 024, Blithoven.

Rabl A. 2000. Criteria for limits on the emission of dust from cement kilns that burn waste as fuel. ARMINES/Ecole des Mines de Paris, Paris. March 2000. 10 p.

Rabl A., Spadar J. V., van der Zwaan B., 2005. Uncertainty of air pollution cost estimates: To what extent does it matter? *Environmental Science & Technology*, 39(2): 399-408 (2005).

Skovgaard M., Ibenholt K., Ekvall T., 2007. Nordic guideline for cost-benefit analysis in waste management. TemaNord 2007:574. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Spadaro J., Rabl A., 2008. Estimating the Uncertainty of Damage Costs of Pollution: a Simple Transparent Method and Typical Results. *Environmental Impact Assessment Review*, 28 (2), 166-183.

Spadaro J., Rabl A., 2004. Pathway Analysis for Population-Total Health Impacts of Toxic Metal Emissions. *Risk Analysis*, 24(5): 1121-1141.

17. Analyse de risque / *Risk assessment*

Calow P., 1998. *Handbook of Environmental Risk Assessment and Management*. Blackwell Publishing. 82 p.

Cowell S.J., Fairman R., Loftstedt R.E., 2002. Use of Risk Assessment and Life Cycle Assessment in Decision Making: A Common Policy Research Agenda. *Risk Analysis,* 22 (5): 879-894.

Defra (Department of the Environment, Transport and the Regions), 2000. Guidelines for environmental risk assessment and management.

Fairman R., Williams W., Mead C., 1998. Environmental Risk Assessment: Approaches, Experiences and Information Sources. Environmental Issues Series No. 4, European Environment Agency, Copenhagen.

Flemströ K., Carlson R., Erixon M., 2004. Relationships between Life Cycle Assessment and Risk Assessment -Potentials and Obstacles. Naturvårdsverket Report 5379, 82 p.

Olsen S., Christensen F., Hauschild M., Pedersen F., Larsen H., Tørsløv J., 2001. Life cycle impact assessment and risk assessment of chemicals — a methodological comparison. *Environmental Impact Assessment Review*, 21(4): 385-404.

Saouter E., Feijtel T., 2000. Use of life cycle analysis and environmental risk assessment in an integrated product assessment. In: *Risk assessment and life cycle assessment*. Hauschild M., Olsen S., Poll C., Bro-Rasmussen F. (eds). TemaNord, Copenhagen, 2000.

Sleeswijk A., Heijungs R., Erler S., 2003). Risk Assessment and Life-cycle Assessment Fundamentally Different yet Reconcilable. *Greener Management International*, 41 (Spring): 77-87.

Liste des figures

Figure 1. Organisation de duALIne et de l'ouvrage. 6

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

Figure 1.2. Incertitudes de l'augmentation de la population (d'après Lutz *et al.*, 2001)....10

Figure 1.3. D'ici 30 ans, les deux tiers de la population mondiale sera urbaine (d'après United Nations, World Population Prospect. The 2002 Revision). 10

Figure 1.4. Du champ à l'assiette, le chemin des kilocalories (en kilocalories par jour et par personne). (d'après Smil, 2000). 11

Figure 1.5. Répartition inégale de la population sous-alimentée (© Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2009). 12

Figure 1.6. Production alimentaire par hectare cultivé (1961-2003) (source : prospective *Agrimonde*). 13

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)....13

Figure 1.8. Vitesse d'évolution du climat depuis 50 ans (Source : NASA-GISS)....15

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, 2007)....16

Figure 1.10. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire britannique en 2002 (d'après Smith *et al.*, 2005). 17

Figure 1.11. Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire des États-Unis en 2000 (d'après Heller et Keoleian, 2000). 18

Figure 1.12. Accroissement de l'IMC chez les femmes entre 1980 et 2008 (d'après Finucane *et al.*, 2011). 21

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. 23

Figure 1.14. Exportations agricoles mondiales (d'après données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT). 24

Figure 2.1. Évolution du niveau des apports énergétiques en France en longue période (source : Combris, 2006, d'après Toutain, 1971). 28

Figure 2.2. Évolution de la structure des apports énergétiques en France en longue période (source : Combris, 2006, d'après Toutain et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT). 29

Figure 2.3. Évolution de la structure des apports énergétiques en France depuis 1961 (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT). ..29

Figure 2.4. La structure de la ration alimentaire en fonction du revenu dans le monde en 1962 (source : Périssé *et al.*, 1969). * Corrélation établie sur 85 pays....30

Figure 2.5. Disponibilités en calories animales et en calories totales de 1961 à 2005 : quelques exemples dans le monde (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT). 31

Figure 2.6. Nombre de personnes sous-alimentées dans le monde de 1969 à 2010 (© Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 33

Figure 2.7. Infléchissement des disponibilités en calories animales en Europe (source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - STAT). 40

Figure 3.1. Distribution de l'impact carbone journalier de l'alimentation (g eqCO_2/j) des participants adultes à l'étude Inca 2 (population totale, hommes, femmes). 49

Figure 3.2. Relation entre la consommation de calories journalières (kcal/j) et l'impact carbone journalier de l'alimentation (g eqCO_2/j) des participants adultes à l'étude Inca 2. 50

Figure 3.3. Des indicateurs exclusivement nutritionnels (non bâtis sur des compositions de régimes stéréotypés) pour qualifier la qualité nutritionnelle des régimes. 55

Figure 3.4. Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (g eqCO_2/j) avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés. 56

Figure 4.1. Place du blé et de ses fractions anatomiques (en vert) dans les systèmes énergétiques (en jaune), alimentaires (en orange et rouge) et chimiques (en bleu). 63

Figure 4.2. Évolution historique des facteurs expliquant l'évolution de la qualité des aliments. 64

Figure 4.3. Imbrication des systèmes alimentaires, chimiques et énergétiques pour les besoins de l'homme. Les valeurs numériques indiquent le poids des postes de consommation dans les dépenses des ménages en 2006. 66

Figure 4.4. Les échelles de décision pour les variables critiques du développement durable du système alimentaire. 67

Figure 4.5. Des enjeux aux leviers. 71

Figure 7.1. Origines et localisation des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires des pays du Nord et des Suds. 116

Figure 7.2. Répartition des 89 millions de tonnes de déchets alimentaires annuels en Europe (179 kg par habitant et par an) (© BioIntelligence Service, d'après Eurostat 2006 et données nationales de 2006 à 2009). Pour les industries agroalimentaires, le chiffre inclut les coproduits. 117

Figure 8.1. Coefficient de variation des rendements du riz (a) et du blé (b), par pays et dans le monde (1960-2010) (d'après *Production, Supply, and Distribution Database*, Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture). Tendance extraite par filtre Hodrick-Prescott avec un paramètre de 400. 133

Figure 8.2. Plage de variation des rendements du riz (a) et du blé (b), par pays et dans le monde (1960-2010) (d'après *Production, Supply, and Distribution Database*, Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture). Tendance extraite par filtre Hodrick-Prescott avec un paramètre de 400. 134

Figure 8.3. Prix interne et taux d'assistance par la politique commerciale : l'exemple du riz en Asie du Sud-Est (1970-2008) (d'après Anderson et Nelgen, 2012). 138

Figure 9.1. Multiples facteurs d'évolution des systèmes alimentaires mondiaux. 147

Figure 10.1. Représentation simplifiée de la filière « poulet de chair » définie comme système dans le cadre d'une ACV de poulet de consommation. D'après Da Silva (2010). 166

Figure 10.2. Représentation de la complexité d'un style alimentaire, associant plusieurs aliments issus de filières caractérisées par la combinaison des processus et des fonctions. 167

Liste des tableaux

Tableau 2.1. Les pays inclus dans l'analyse de la convergence (Regmi *et al.*, 2008).....32

Tableau 3.1. Contribution (en g eqCO_2/j) des catégories d'aliments à l'impact carbone journalier de l'alimentation des adultes de sexe masculin dans l'étude Inca 2 classés par quintile d'impact carbone. 51

Tableau 3.2. Contribution, en pourcentage, des catégories d'aliments à l'impact carbone journalier de l'alimentation des adultes de sexe masculin dans l'étude Inca 2, classés par quintile d'impact carbone. 51

Tableau 7.1. Gaspillage au Royaume-Uni en 2009 (nourriture jetée qui aurait pu être consommée) (Source WRAP, 2009). 118

Tableau 9.1. Poids relatif des différents types de mangeur dans le monde. 153

Tableau 10.1. Diversité d'enjeux de durabilité associés à des fonctions et à des étapes d'un système alimentaire : exemples illustratifs. 168

Tableau 10.2. Exemples de méthodes et d'indicateurs répondant à des enjeux ou problématiques de durabilité (Les numéros indiqués dans la colonne « méthodes » renvoient à des références bibliographiques listées en annexe). 170

Tableau 10.3. Proposition d'un cadre d'analyse pour construire un indicateur multidimensionnel de la durabilité de l'alimentation. 180

Liste des sigles et abréviations

ACV : Analyse du cycle de vie

Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

AFD : Agence française de développement

AIE : Agence internationale de l'environnement

ANR : Agence nationale de la recherche

Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

APCA : Assemblée permanente des chambres d'agriculture

ART Zurich : Agroscope Reckenholz-Tänikon

Cemagref : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement

CGAAER : Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux

Ciheam : Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes

Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

CLCV : Association nationale de consommateurs et usagers

Credoc : Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie

CSO-CNRS : Centre de sociologie des organisations – Centre national de la recherche scientifique

Defra : Department for Environment Food and Rurals Affairs (UK)

Enesad : Établissement national d'enseignement supérieur agronomique de Dijon

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

FCD : Fédération du commerce et de la distribution

FNE : France Nature Environnement

FNSEA : Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles

GATT : General Agreement on Tariffs and Trade

GES : Gaz à effet de serre

Giec/IPCC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat/Intergovernmental Panel on Climate Change

Gret : Groupe de recherche et d'échanges technologiques

Iaurif : Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région Île-de-France

IDDRI : Institut du développement durable et des relations internationales

Ifip : Institut du porc

Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

Inra : Institut national de la recherche agronomique

Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale

IRD : Institut de recherche pour le développement

ITAB : Institut technique d'agriculture biologique

Maaprat : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire

MAEE : Ministère des Affaires étrangères et européennes

MEDDTL : Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

OCDE/OECD : Organisation de coopération et de développement économiques/Organisation for Economic Co-operation and Development

OMC : Organisation mondiale du commerce

OMS/WHO : Organisation mondiale de la santé/World Health Organization

Oniris : École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique

ONPES : Observatoire national de la pauvreté et de l'exclusion sociale

PAC : Politique agricole commune

PED : Pays en développement

PNNS : Programme National Nutrition Santé

Prolea : Filière française des huiles et protéines végétales

Reseda : Réseau des organisations professionnelles et interprofessionnelles pour la sécurité et la qualité des denrées animales

SAF : Société des agriculteurs de France

SIWI : Stockholm International Water Institute

Syndigel : Fédération européenne du commerce et de la distribution des produits sous température dirigée, glaces, surgelés et réfrigérés

USDA : United States Department of Agriculture

WWF France : World Wild Fund – Fonds mondial pour la nature

Liste des experts de duALIne

Les experts suivants, venus du milieu académique, des pouvoirs publics, des associations et des entreprises, ont participé à l'exercice duALIne entre novembre 2009 et juin 2011 :

Joël Abecassis, Inra

Pascal Adeline, Nestlé France

Joël Aubin, Inra, pilote d'atelier

Christine Aubry, Inra

Dominique Auverlot, CAS, membre du comité de suivi

Sylvie Avallone, Montpellier Supagro

Delphine Babin-Pelliard, MAEE, membre du comité de suivi

Claudine Basset-Mens, Cirad

Jérôme Bédier, FCD, membre du comité de suivi

Jacques Berger, IRD

Fabien Berges, Inra

Estelle Bienabe, Cirad

Céline Bignebat, Inra

Jean-Christophe Bligny, Danone

Jean-Manuel Bluet, Nestlé France, membre du comité de suivi

Gérard Boivin, Bel, membre du comité de suivi

Jean-Pierre Boutonnet, Inra

Nicolas Bricas, Cirad, pilote Cirad de duALIne

Christian Brodhag, École des Mines Saint-Étienne

Cécile Broutin, Gret

Florence Buchholzer, DG Agriculture, membre du comité de suivi

Jean-Christophe Bureau, Inra

France Caillavet, Inra

Danièle Capt, AgroSup Dijon

Patrick Caron, Cirad, membre du comité de suivi

Marc Castello, Kraft

Katia Castetbon, Université de Paris XIII

Armelle Champenois, Inra

Jean Chavel, Charal, membre du comité de suivi

Philippe Chemineau, Inra, pilote d'atelier

Bernard Chevalier, Orgeco, membre du comité de suivi

Bernard Chevassus-au-Louis, membre du comité de suivi

Yuna Chiffoleau, Inra
Myriam Cohen-Welgryn, Danone, membre du comité de suivi
Bernard Collin, Charal Viandes
Paul Colonna, Inra, pilote d'atelier
Pierre Combris, Inra, pilote d'atelier
Georges Corrieu, Inra
Laurent Cousin, Sodexo
Joseph Culioli, Inra
Nicole Darmon, Inra
Benoît Daviron, Cirad
Gilbert Delahaye, Casino, membre du comité de suivi
Francis Delpeuch, IRD Maroc
Christian Deverre, Inra
Anne-Célia Disdier, Inra
Catherine Donnars, Inra, co-pilote d'atelier
Bruno Dorin, Cirad
Françoise Dosba, Supagro Montpellier
Sophie Dubuisson-Quellier, CSO-CNRS
Gérard Duc, Inra
Marie-Christine Duchamp, Cirad
Florence Egal, FAO, membre du comité de suivi
Valéry Elisseeff, SAF, membre du comité de suivi
Jean-Louis Escudier, Inra
Catherine Esnouf, Inra, pilote Inra de duALIne
Patrick Etiévant, Inra
Elisabeth Faguer, Iaurif
Erwan Fangeat, Ademe
Max Feinberg, AgroParisTech
Thierry Fellmann, APCA, membre du comité de suivi
Léopold Fézeu, Inserm-Inra
Muriel Figuié, Cirad
Claude Fischler, CNRS
Bernard Fostier, Ifip
Vincent Fouchier, Iaurif
Stéphane Fournier, Montpellier Supagro, co-pilote d'atelier

Lise Frappier, Inra
Benoît Gabrielle, AgroParisTech
Carl Gaigné, Inra, pilote d'atelier
Gérard Gaillard, ART Zürich
Frédérick Garcia, Inra
Laure Garnier, Kraft
Frédérique Gaulard, Bel
Lucie Gauthier-Deltour, Ademe
Sophie Girard, Ifremer
Alexandre Gohin, Inra
Hervé Gomichon, Carrefour, membre du comité de suivi
Christophe Gouel, Inra
Michel Griffon, ANR, membre du comité de suivi
Jean-Yves Grosclaude, AFD, membre du comité de suivi
Marion Guillou, Inra, présidente du comité de suivi
Hervé Guyomard, Inra, membre du comité de suivi
Pascale Hébel, Crédoc
Emmanuelle Henry, Ecobilan
Serge Hercberg, Inserm-Inra
Mohamed Hilal, Inra
Jean Hirschler, chambre d'agriculture de Normandie
Michelle Holdsworth, IRD
Vincent Hovelaque, Oniris, Nantes
Claire Hubert, MEDDTL, membre du comité de suivi
Marie-Jeanne Husset, 60 Millions de Consommateurs, membre du comité de suivi
Jean-Marc Jancovici, membre du comité de suivi
Pierre Janin, IRD
Sébastien Jean, Inra, pilote d'atelier
Benoît Jeannequin, Inra
Claudine Joly, FNE, membre du comité de suivi
Emmanuelle Kesse, Inra
Claire Khoury, Cirad
Eric Labouze, Biointelligence Service
Céline Laisney, Maaprat
Christiane Lambert, FNSEA, membre du comité de suivi

Jean-Louis Lambert, ancien professeur à l'ENITIAA de Nantes
Frédéric Lançon, Cirad
Sylvaine Lemeilleur, Cirad
Tristan Le Cotty, Cirad
Sophie Le Perchec, Inra
François Letissier, Bonduelle
Danielle Lo Stimolo, Syndigel
Denis Loeillet, Cirad
Catherine Macombe, Cemagref
Marie-Laurence Madignier, CGAAER, membre du comité de suivi
Thuriane Mahé, Maaprat
Bernard Maire, IRD
Élodie Maitre d'Hôtel, Cirad
Gérard Matheron, Cirad, président du comité de suivi
Vanessa Méry, Inra
Rémi Mongruel, Ifremer
Didier Moreau, Danone
Jérôme Mousset, Ademe
Paule Moustier, Cirad
Eric Mugnier, Ernst and Young
Didier Nedelec, In Vivo, membre du comité de suivi
Bénédicte Oberti, Ciheam
Anne Pacquet, Crédit Agricole, membre du comité de suivi
Martine Padilla, Ciheam
Sandrine Paillard, Inra, co-pilote d'atelier
Damien Paineau, Danone
Dominique Pallet, Cirad
Laurent Parrot, Cirad
Charles Pernin, CLCV, membre du comité de suivi
Alfredo Pimper, Kraft
Cécile Piot, Charal Viandes
Vincent Piveteau, Inra
Jean-Pierre Poulain, Université Toulouse II
Jean-Luc Pujol, Inra
Jean Razungles, Inra

Barbara Redlingshöfer, Inra
Catherine Renard, Inra
Michel Renard, Inra
Jean-Pierre Rennaud, Danone
Vincent Réquillart, Inra
Patrice Robichon, Pernod-Ricard
Camille Rojot, Ecobilan
Tévécia Ronzon, Inra
Marie Russel, Inra, coordinatrice de duALIne
Denis Sautier, Cirad
Bertrand Schmitt, Inra
Didier Simon, AFD
Lucie Sirieix, Supagro Montpellier
Louis-Georges Soler, Inra, pilote d'atelier
Annie Soyeux, Maaprat, pilote d'atelier
Christophe Soulard, Inra
Jean-François Soussana, Inra, membre du comité de suivi
Eric Spinnler, AgroParisTech
Philippe Steinmetz, AFD
Marketa Supkowa, UrbanFoodLab, Sustainable Food for Cities
Bruno Taupier, ITAB, membre du comité de suivi
Ludovic Temple, Cirad
Daniel Tomé, AgroParisTech
Jean-Marc Touzard, Inra
Sébastien Treyer, IDDRI, membre du comité de suivi
Gilles Trystram, AgroParisTech
Philippe Van de Maele, Ademe, membre du comité de suivi
Marc Vandeputte, Inra
Roland Vaxelaire, Responsability Management, membre du comité de suivi
Ambroise Veillon, Danone
Georges Vermeersch, Prolea
Bruno Vindel, AFD
Eric Zunino, Maaprat, membre du comité de suivi