L'innovation agricole pour une santé durable

Romain Crété

▶ **To cite this version:**

Romain Crété. L'innovation agricole pour une santé durable. Sciences pharmaceutiques. 2019. dumas-03251594

HAL Id: dumas-03251594

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03251594

Submitted on 7 Jun 2021

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.

UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE **U.F.R. de Pharmacie**
Année Scolaire 2018/2019

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Soutenue publiquement le Vendredi 4 Octobre 2019

Par Romain Crété

L'innovation agricole pour une santé durable

JURY

Président :

M. Romuald Mentaverri,
Maître de conférences à l'université de Picardie Jules Verne.

Directeur :

M. Guillaume Decocq,
Docteur en Pharmacie,
Professeur à l'université de Picardie Jules Verne.

Membres :

M. Emmanuel Bilbault,
Docteur en Pharmacie,
Créateur et Dirigeant de la Start-up Posos.

Thèse n°58

Serment de Gallien

En présence des Maîtres de la Faculté, je fais le serment:

D’honorer ceux qui m’ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m’ont été enseignés et d’actualiser mes connaissances.

D’exercer, dans l’intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de déontologie, de l’honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

De ne dévoiler à personne les secrets qui m’auraient été confiés ou dont j’aurais eu connaissance dans l’exercice de ma profession.

De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens.

De coopérer avec les autres professionnels de santé.

Que les hommes m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d’opprobre et méprisé de mes confrères si j’y manque.

Remerciements

Le travail présenté dans ce manuscrit de thèse a été rendu possible par la faculté de Pharmacie de l'Université de Picardie Jules Vernes à Amiens dans laquelle j'ai passé ma vie étudiante. Je souhaite donc profiter de cette opportunité pour remercier l'ensemble des enseignants qui ont contribué au bon déroulement de mes études de Pharmacie.

Je souhaite remercier vivement Monsieur Decocq, qui fut mon enseignant en botanique et écologie et plus tard Directeur de thèse. Je le remercie pour sa confiance et son accompagnement tout au long de cette entreprise que représente la Thèse d'Exercice de Pharmacie.

Je tiens également à remercier Messieurs Bilbault et Mentaverri, respectivement membre du jury et Président de Thèse, pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture de la thèse et à l'honneur qu'ils me font d'être membre de mon jury de thèse.

Mes plus sincères remerciements s'adressent également aux enseignants du lycée agricole Le Paraclet à Boves, qui m'ont permis d'obtenir l'expertise complémentaire d'agriculture nécessaire cette thèse.

Merci surtout à mes amis de la faculté de Pharmacie, en particulier Romain, les longues journées passées sur les bancs de l'amphithéâtre en ta compagnie resteront mes meilleurs souvenirs de Pharmacie.

Je remercie Maman et Edith pour leur collaboration et leur capacité à dénicher les fautes d'orthographe et de syntaxe.

Je remercie mes Parents pour m'avoir donné le goût des sciences naturelles, de la Pharmacie, de l'Agriculture et pour m'avoir soutenu tout au long de mon parcours scolaire et professionnel.

Je voudrais également dédier cette thèse à mon grand-père Benjamin, qui m'a transmis sa passion pour la nature et l'innovation. Page suivante, on peut observer sur la seconde photo, une représentation de la modernité photographiée par Benjamin dans les années 1950. On observe en arrière plan, un chariot de meule de blé prêt à être battu à la ferme, et en premier plan, sa moissonneuse-batteuse neuve permettant de battre le blé directement dans le champ.

Enfin, merci à Lucie et Simon, ma famille et mes amis pour leur soutien, et en particulier à Marie-Clémence, Maxime et Elise pour leur accompagnement quotidien, indescriptiblement inestimable.

Mamie Colette
Tracteur Someca DA 50 tractant moissonneuse Claas Super-junior
1955 - famille Crété - St Aubin Montenoy

Sommaire

Serment de Gallien **1**
Remerciements **2**
Liste des abréviations **5**
Liste des figures **7**
Liste des tableaux **10**
Introduction générale **11**
I. Le cadrage du problème de santé durable par l'alimentation **13**
A. Les différents acteurs de l'alimentation et de la santé forment un système complexe 13
1. Historique, définitions et concepts de la systémique 13
2. Le système alimentaire intégré au système de santé 16
B. Contexte de l'alimentation et de la santé 19
1. Bilan économique et écologique de l'alimentation 19
2. Bilan sanitaire et sociale de l'alimentation 25
C. Les enjeux de la santé durable et son évaluation 33
II. L'évolution de l'alimentation et la durabilité des systèmes alimentaires **35**
A. L'évolution de la demande alimentaire 35
1. La transition nutritionnelle et l'hétérogénéité des comportements alimentaires 35
2. Les comportements alimentaires peuvent-ils être durables ? 41
B. Des systèmes alimentaires en évolution 43
1. Les différents systèmes alimentaires et leur durabilité 43
2. Ce qui fait évoluer les systèmes alimentaires 53
C. Quelle alimentation pour demain 59
1. Prédire l'avenir de l'alimentation 59
2. Les leviers de changement de l'alimentation 62
III. Rôles croisés du pharmacien et de l'agriculteur dans l'alimentation durable **65**
A. L'histoire montre que le pharmacien peut être un acteur majeur de santé publique par son implication dans l'agriculture 65
B. Les missions du pharmacien pour une santé durable 66
1. Maîtriser les externalités de l'agriculture française 66
2. Promouvoir une assiette et une alimentation plus durable 68
3. S'intégrer aux Projets Alimentaires Territoriaux 71
4. Prendre un rôle pour atteindre les objectifs de la COP21 73
C. L'innovation agricole pour soutenir une santé durable 74
Conclusion Générale **81**
Bibliographie **84**
Annexes **91**

Liste des abréviations

AB : Agriculture biologique

ABC : Agriculture biologique de conservation

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AMAP : Association pour le maintien d'une agriculture paysanne

ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

AOP : Appellation d'Origine Protégée

BASIC : Bureau d'Analyse Sociétale pour une Information Citoyenne

COP21 : Conférence de Paris 21

DDM : Date d'utilisation minimale

DLC : Date limite de consommation

DLUO : Date limite d'utilisation optimale

EIPRO : Environmental Impact of Products

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

g $eqCO_2$ / j : Gramme équivalent CO_2 par jour

GES : Gaz à Effets de Serre

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Gt $eqCO_2$: Giga Tonne équivalent CO_2

IFOP : L'Institut français d'opinion publique

IG : Indication Géographique

IMC : Indice de masse corporelle

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

ITAB : Institut technique de l'agriculture biologique

kcal / hab / j : Kilocalorie par habitant par jour

MS :: Mutualité Sociale Agricole

ODD : Objectif de Développement Durable

OMC : Organisation Mondiale du Commerce

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisation non gouvernementale

ONU : Organisation des Nations Unies

PAT : Projet Alimentaire Territorial

USA : United States of America

WWF : World Wildlife Fund

Liste des figures

Figure 1 : Les quatre concepts de base de la systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?).*

Figure 2 : La démarche systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Figure 3 : Typologie des systèmes (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Figure 4 : Les systèmes et les régimes alimentaires (adapté de la FAO).

Figure 5 : Le système-monde et ses trois composantes (tiré du livre de Daniel Durand *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Figure 6 : Evolution des disponibilités alimentaires et du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011, d'après les données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture –STAT).

Figure 7 : Vitesse d'évolution du climat depuis 50 ans (Source : NASA-GISS).

Figure 8 : Effet de serre : un phénomène naturel renforcé par les activités humaines ($C0_2$, CH_4, N_2O, …) Emissions totales en 2000 : 42 Gt $eqCO_2$ (d'après le rapport GIEC, 2007).

Figure 9 : Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire britannique en 2002 (d'après Smith et al., 2005).

Figure 10 : Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire des Etats-Unis en 2000 (d'après Heller et Keoleian, 2000).

Figure 11 : Accroissement de l'IMC chez la femme entre 1980 et 2008 (d'après Finucane et al., 2011).

Figure 12 : 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 (Source : Banque mondiale).

Figure 13 : Symptômes provoqués par la carence des minéraux courants (traduit de l'étude de Brian Halweil *Still No Free Lunch*, 2007).

Figure 14 : Pourcentage d'américains dont l'apport en nutriments essentiels est inférieur à l'exigence moyenne estimée (adapté de Brian Halweil, *Still No Free Lunch*, 2007).

Figure 15 : Fonctions de l'alimentation durable (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 16 : Les 17 Objectifs de développement durable (d'après l'Organisation des Nations Unies).

Figure 17 : Evolution du niveau des apports énergétiques en France en longue période (Source : Combris, 2006, d'après Toutain, 1971).

Figure 18 : Evolution de la structure des apports énergétiques en France en longue période (Source : Combris, 2006, d'après Toutain et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture – STAT).

Figure 19 : La structure de la ration alimentaire en fonction du revenu dans le monde en 1962 (source Périssé et al., 1969).

Figure 20 : Infléchissement des disponibilités en calories animales en Europe (Source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture – STAT).

Figure 21 : Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (g eqCO2/j) avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 22 : Schéma récapitulatif des principaux types de circuits courts (Source : BASIC).

Figure 23 : Emissions de gaz à effet de serre liées à la production d'un kg de nourriture, en kg équivalent carbone, avec une discrimination par gaz, pour les produits dits « conventionnels » (tiré de l'article *Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?* de J-M Jancovici, 2017).

Figure 24 : Emissions de gaz à effet de serre liées à la production d'un kg de nourriture, en kg équivalent carbone, avec une discrimination par gaz, pour les productions en « système bio » (tiré de l'article *Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?* de J-M Jancovici, 2017).

Figure 25 : Définition du commerce équitable selon l'article 94 de la loi du 31 juillet 2014 relative à l'économie sociale et solidaire.

Figure 26 : Evolution historique des facteurs expliquant l'évolution de la qualité des aliments (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 27 : Origines et localisation des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires des pays du Nord et des Suds (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 28 : Répartition des 89 millions de tonnes de déchets alimentaires annuels en Europe (179 kg par habitant et par an). Pour les industries agroalimentaires, le chiffre inclut les co-produits (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011, d'après Eurostat 2006 et données nationales de 2006 à 2009).

Figure 29 : Coefficient de variation (8.1B) et plage de variation (8.2B) des rendements du blé par pays et dans le monde (1960-2010) (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 30 : Multiples facteurs d'évolution des systèmes alimentaires mondiaux (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Figure 31: Les verrous clés de l'agriculture industrielle (adapté de IPES Food, *From University to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*, 2016).

Figure 32 : Mesure de la consommation des produits végétaux par les Français (Source : sondage IFOP/Lesieur, 2017).

Figure 33 : Evolution du contenu de l'assiette actuelle (INCA3) vers une assiette flexitarienne par catégorie d'aliment (en g / jour / personne) (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Figure 34 : Evolution de l'empreinte carbone moyenne journalière par personne, pour chaque régime alimentaire entre 2017 et 2050 (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Figure 35 : Schéma récapitulatif des champs, voies d'action et acteurs cibles dans les PAT (Source : RnPAT, 2017).

Figure 36 : Evolution de l'empreinte carbone moyenne journalière (g eqCO_2 / hab / j), en prenant en compte des améliorations sur les modes de productions agricoles (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Figure 37 : La pyramide de l'innovation (Source : Hamel et Breen, 2007).

Figure 38 : Le canevas d'un modèle d'affaire, traduit de l'anglais *business model canvas* (imaginé par Alexander Osterxwalder et Yves Pigneur, 2010).

Figure 39 : Présentation synoptique de l'arborescence de MASC 2.0 (Source : INRA, 2011).

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre approche rationaliste et systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?)*.

Tableau 2 : Rôles de l'alimentation dans la transition épidémiologique (*Sociologies de l'alimentation*, Jean-Pierre Poulain, 2013).

Tableau 3 : Consommation de viande bovine et porcine en France et en Allemagne (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Tableau 4 : Typologie des modèles alimentaires (tiré de l'étude *La complexité des systèmes alimentaires : un atout pour la sécurité alimentaire?* de Stéphane Fournier et al., 2014, d'après Colona et al., 2013).

Tableau 5 : Les principales externalités de l'Agriculture Biologique (Source : ADEME, 2018, d'après l'ITAB, 2016).

Tableau 6 : Tableau récapitulatif d'estimation des coûts cachés de l'agriculture (Source : BASIC, 2007).

Tableau 7 : Evolution de la répartition des régimes alimentaires dans la population française d'ici à 2050 (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Tableau 8 : Composition des assiettes INCA 3, flexitarienne et végétarienne selon les catégories d'aliments en grammes par adulte par jour (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Tableau 9 : Evolution de l'empreinte carbone de l'alimentation moyenne par habitant et par jour en intégrant des améliorations au niveau de la chaîne de production (agriculture, agro-alimentaire) (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Tableau 10 : Les innovations Agro-écologique de Félix Noblia (tiré du site agriculture.gouv.fr, 2017).

Introduction générale

Depuis bien longtemps, le lien entre alimentation et santé est réel. La création littéraire attribuée à Hippocrate "*que l'aliment soit ton seul médicament*" résume cette évidence d'ailleurs reprise dans son serment "*Je dirigerai le régime des malades à leur avantage, suivant mes forces et mon jugement, et je m'abstiendrai de tout mal et de toute injustice. Je ne remettrai à personne du poison, si on m'en demande, ni ne prendrai l'initiative d'une pareille suggestion*".

De nos jours notre système alimentaire est critiqué dans les médias. Nous pouvons en faire une liste exhaustive en recherchant des mots-clés sur internet. Sur Google® on parle de pollution agricole (192 000 résultats le 05/10/2017), d'industrie agro-alimentaire qui empoisonne (126 000 résultats le 05/10/2017), de marque distributeur de mauvaise qualité (170 000 résultats le 05/10/2017).

Le terme d'agri-bashing est même utilisé couramment par les agriculteurs pour dénoncer le matraquage médiatique qu'ils subissent.

Quelques recherches empiriques sur internet nous informent que le besoin assouvi par notre système alimentaire mondialisé est la faim. Le moyen utilisé pour l'assouvir est la production et la distribution de calories au goût uniformisé, au meilleur prix, en quantité suffisante pour inonder le marché et garantir une bonne rémunération des principaux actionnaires au détriment de l'écologie, de la durabilité de notre habitat. Il s'agit ici de la vision des médias de masse d'un système alimentaire agro-industriel dominant.

Les conséquences des systèmes alimentaires sur la santé et l'environnement -rassemblés dans le terme "santé durable" pour le titre de cette thèse- peuvent être évaluées sur deux échelles de temps; à court terme par l'espérance de vie en bonne santé et à long terme par la pérennité de l'humanité. La définition de santé durable trouve son premier sens dans la définition que le Haut Comité d'expert de la FAO en charge de la sécurité alimentaire et la nutrition donne de l'alimentation durable. *L'alimentation durable d'une part, contribue au bon état nutritionnel et, à long terme, à la bonne santé de l'individu, et d'autre part, contribue à la durabilité des systèmes alimentaires, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire globale et la bonne nutrition à long terme.* Deuxièmement, la notion de santé durable prend sens par son objectif d'améliorer *l'espérance de vie en bonne santé, soit la durée de vie moyenne en bonne santé – c'est-à-dire sans limitation irréversible d'activité dans la vie quotidienne ni incapacités* – défini par l'INSEE dans une publication internet du 19 mars 2019.

D'après l'INSEE, l'espérance de vie en bonne santé des français est en décroissance pour la première fois en 2012, et elle stagne depuis. En parallèle, divers experts pessimistes membres du GIEC prédisent la fin de l'humanité pour 2100, et, le médecin Laurent Alexandre, faisant la promotion de l'artificialisation du corps humain, annonce que "l'homme qui vivra 1000 ans est probablement déjà né" dans le livre "la mort de la mort". Ces faits sont le signal d'un malaise dans le raisonnement scientifique classique et nous montre que ce qui est trop complexe ne peut être abordé de manière réductionniste.

Nous allons dans cette thèse apporter quelques précisions sur l'approche globale systémique qui est plus appropriée que l'approche cartésienne. Cela nous permettra également de mieux définir la problématique.

Dans un second temps, nous ferons une synthèse bibliographique des dernières recherches scientifiques dans les domaines de la nutrition, de la toxicologie, de l'écologie et de la sociologie alimentaire. Ces études nous permettront d'appréhender l'impact écologique et sanitaire de l'alimentation.

L'agriculture étant le dénominateur commun à la quasi-totalité des systèmes alimentaires, nous mettrons en avant le chemin que certains agriculteurs novateurs prennent en répondant aux problématiques de l'offre en santé durable. Ces agriculteurs sont souvent mis en avant pour leur originalité, soit par les médias, soit par leur entourage. Nous expliquerons les différentes voies de l'innovation agricole et nous proposerons des directions pour une santé durable.

Enfin nous verrons quelle place le pharmacien peut avoir dans l'innovation agricole et comment peut-il influencer les populations à tendre vers des régimes plus enclins à la durabilité.

I. Le cadrage du problème de santé durable par l'alimentation

A. Les différents acteurs de l'alimentation et de la santé forment un système complexe

1. Historique, définitions et concepts de la systémique

Histoire et définitions

La systémique est un concept moderne. Elle a pris son essor aux USA après-guerre et elle est pratiquée en France depuis 1970. Elle s'affiche comme une démarche originale de recherche tournée vers l'action. Elle s'est développée là où la science traditionnelle basée sur les fondements logiques de Descartes reste limitée.

La science occidentale est fondée sur la rationalité d'Aristote et elle est mise en forme par le *Discours de la méthode* de Descartes. Elle vise à réduire la complexité de ses composants élémentaires. Elle fut une grande réussite puisqu'elle est la mère des grands progrès de ces deux derniers siècles. Cette méthode est convenable en système stable, elle est peu appropriée à notre sujet d'étude où les systèmes de santé, les systèmes alimentaires et les systèmes agricoles interagissent dans une économie mondialisée.

Pour mieux comprendre voici quelques définitions de système et un tableau inspiré des travaux de J.-L. Le Moigne (*La Théorie du système général*) qui récapitule les différences entre l'approche rationnelle et systémique :

De Rosnay : « Ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but »

J. Ladrière : « Objet complexe, formé de composants distincts reliés entre eux par un certain nombre de relation »

E Morin : « Unité globale organisée d'interrelations entre éléments, actions ou individus »

Le tableau 1 ci-dessous illustre les différences entre les deux méthodes.

Tableau 1 : Comparaison entre approche rationaliste et systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Approche rationaliste classique	Approche systémique
Préceptes : - D'évidence - Réductionniste (priorité à l'analyse) - Causalité (raisonnement linéaire) - D'exhaustivité	Préceptes : - De pertinence (par rapport au chercheur) - De globalisme (par rapport à l'environnement du système) - Téléologique (recherche du comportement du système) - D'agrégativité (en vue d'une représentation simplificatrice)

Pour finir voici la définition complète que nous retenons de L'Association Française des Sciences des Systèmes Cybernétiques Cognitifs:

« *Nouvelle discipline qui regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques, relatives à l'étude de ce qui est reconnu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste, et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structures, de lois ou de propriétés émergentes caractérisant le système comme tel, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation de modélisation ou de simulation d'une totalité complexe.* »

Les concepts de la systémique

La systémique repose sur quatre concepts fondamentaux, l'interaction, la globalité, le système et la complexité illustrés dans la figure 1.

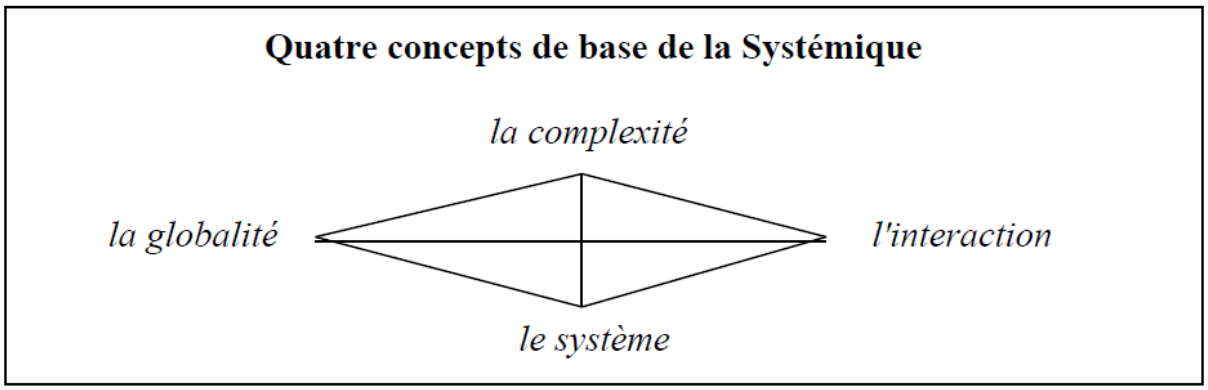


Figure 1 : Les quatre concepts de base de la systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?).*

L'interaction nous précise que la relation entre deux éléments n'est généralement pas une simple action causale, elle peut prendre plusieurs formes plus ou moins complexes et comporte une double action de A sur B et B sur A. En nutrition le paradoxe repris par Brian Halweil du sur-nourri et malnutri montre bien l'importance de l'interaction, en effet le sous-nourri est directement malnutri par relation de cause à effet, cependant l'inverse n'est pas vérifié puisqu'il existe des individus obèses ayant les carences caractéristiques de la malnutrition.

Le principe de globalité est bien défini par Pascal « *Je tiens pour impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties* ». En effet le tout implique l'apparition d'attributs que ne possédaient pas les parties. Cela introduit une autre notion, celle de hiérarchie dans les systèmes car ceux-ci ont des caractéristiques de plus en complexes en fonction de leur niveau de hiérarchie. L'agriculture locale est reprise par les médias comme une bonne alternative pour réduire l'émission des gaz à effets de serre, cependant l'approche globale montre que ce raccourci n'est pas évident. Le mode de culture et la mutualisation des transports peuvent avoir des effets non négligeables sur l'émission des gaz à effets de serre et rendre une culture locale très polluante au regard de celle conventionnelle.

L'organisation d'un système est la configuration entre les différents éléments qui la composent, ainsi que la manière dont ils se mettent en œuvre. Telle une organisation

politique, elle peut être représentée par son organigramme ou décrite par son programme. La chaine de valeur alimentaire peut prendre différentes configurations. Elle s'organise de manière restreinte à une personne quand le producteur est également le mangeur, ou s'organise de façon complexe en intégrant un ou plusieurs organismes de collecte, de transformation et de distribution.

La complexité est le concept qui renvoie à toutes les difficultés de compréhension que la logique cartésienne n'est pas capable de simplifier en éliminant le flou, l'incertain, l'imprévisible. En agriculture, l'étude des systèmes de production est complexe tant les pratiques, les conditions pédoclimatiques, le tissu économique sont diverses. L'hypothèse que l'agriculture biologique est plus durable que l'agriculture conventionnelle n'est pas vérifiée dans tous les cas de figure, par exemple un élevage de bovin viande peut être moins durable en agriculture biologique si la pratique de traitement du fumier n'est pas adaptée et émet plus de gaz à effets de serre par unité de production.

La démarche

La systémique est une discipline prudente et ambitieuse que l'on peut également définir grâce au graphique repris de Daniel Durand dans la figure 2.

Cette représentation nous oblige à respecter plusieurs points :

- Poser la problématique grâce à l'observation et à la représentation graphique
- Fixer les objectifs de manière prudente
- Etudier la littérature de recherche réalisée dans le souci de l'approche globale de la systémique

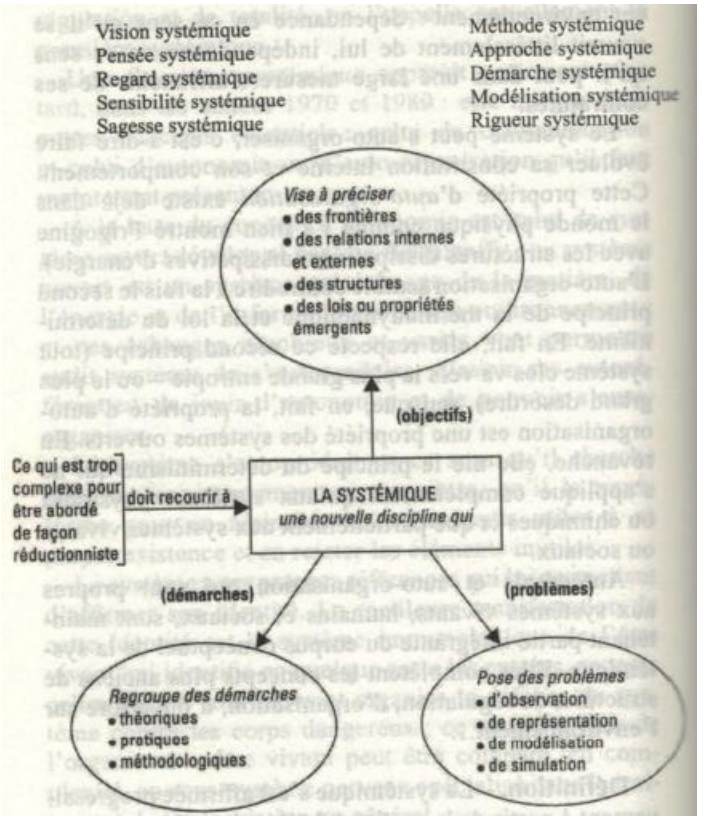


Figure 2 : La démarche systémique (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Les différents systèmes en jeu

La typologie des systèmes proposés par Bunge donne plusieurs niveaux de hiérarchie aux systèmes représentés sur cinq niveaux sur la figure 3 des systèmes concernés par notre étude.

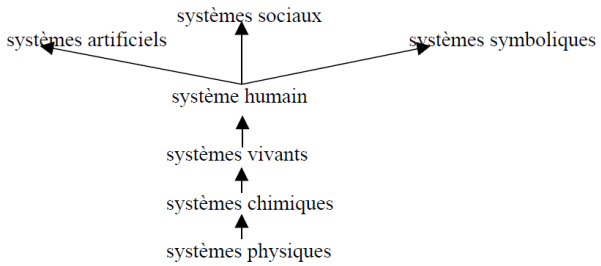


Figure 3 : Typologie des systèmes (tiré du livre *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Chaque niveau émerge du niveau inférieur et illustre le processus de complexification du monde.

Nous devons veiller à observer les systèmes dans leur bon ordre hiérarchique. Le système social principal est le système alimentaire, les systèmes vivants sont l'homme et son environnement et le système physico-chimique naturel est la planète et sa matière.

Pour poser correctement la problématique, il est important d'apporter quelques précisions sur le système alimentaire ou plutôt l'ensemble des systèmes alimentaires et de mettre en évidence les interactions et rétroactions en jeu avec les autres systèmes.

2. Le système alimentaire intégré au système de santé

Le système alimentaire est d'après Malassis, la manière dont « les hommes s'organisent dans l'espace et dans le temps pour obtenir et pour consommer leur nourriture ».

Il met en évidence plusieurs interactions entre diverses activités, flux (physiques, économiques, informationnels), institutions et connaissances qui contribuent à nourrir une population.

Un système alimentaire commence à la ferme, lieu de production des denrées primaires, et se termine au moment de la consommation. La pharmacie est le lieu de santé privilégié pour éduquer les patients sur le thème de la bonne alimentation et influencer le choix et les régimes alimentaires. Il est également le lieu où les externalités d'une mauvaise alimentation se font ressentir par la prise de compléments alimentaires ou de traitements médicamenteux.

La diversité des systèmes alimentaires s'exerce soit selon l'échelle de la population considérée, on peut alors parler de système alimentaire national, local, urbain, soit selon les relations clients-fournisseurs des différentes entités de producteur, transformateur,

distributeur qui les structure ; on parle alors de modèle agro-industriel, modèle de circuit-court, modèle à forte valeur ajoutée (Colonna et al. 2013).

Certains auteurs parlent du système dominant agro-industriel en opposition avec les systèmes dits alternatifs, en réalité 45% de la production est allouée au système agro-industriel. Il est important de considérer l'ensemble des systèmes, d'autant plus que la sécurité alimentaire peut dépendre de la complexité des arrangements entre ces différents systèmes.

Pour caractériser un système alimentaire on cherche à comprendre comment une population se nourrit, d'où provient sa nourriture et comment le moteur économique politique et culturel va influencer le système.

Il y a deux dimensions influençant le système alimentaire qui résultent de leur interaction mutuelle : la production et la consommation, ou d'un point de vue économique l'offre et la demande.

La figure 4 schématise les systèmes alimentaires et nous permet de définir le premier point de notre étude. La santé durable est permise à la fois par le bon choix alimentaire, le bon régime des mangeurs et par le bon traitement de la nourriture tout le long de la chaîne alimentaire avant que l'aliment soit sur le marché.

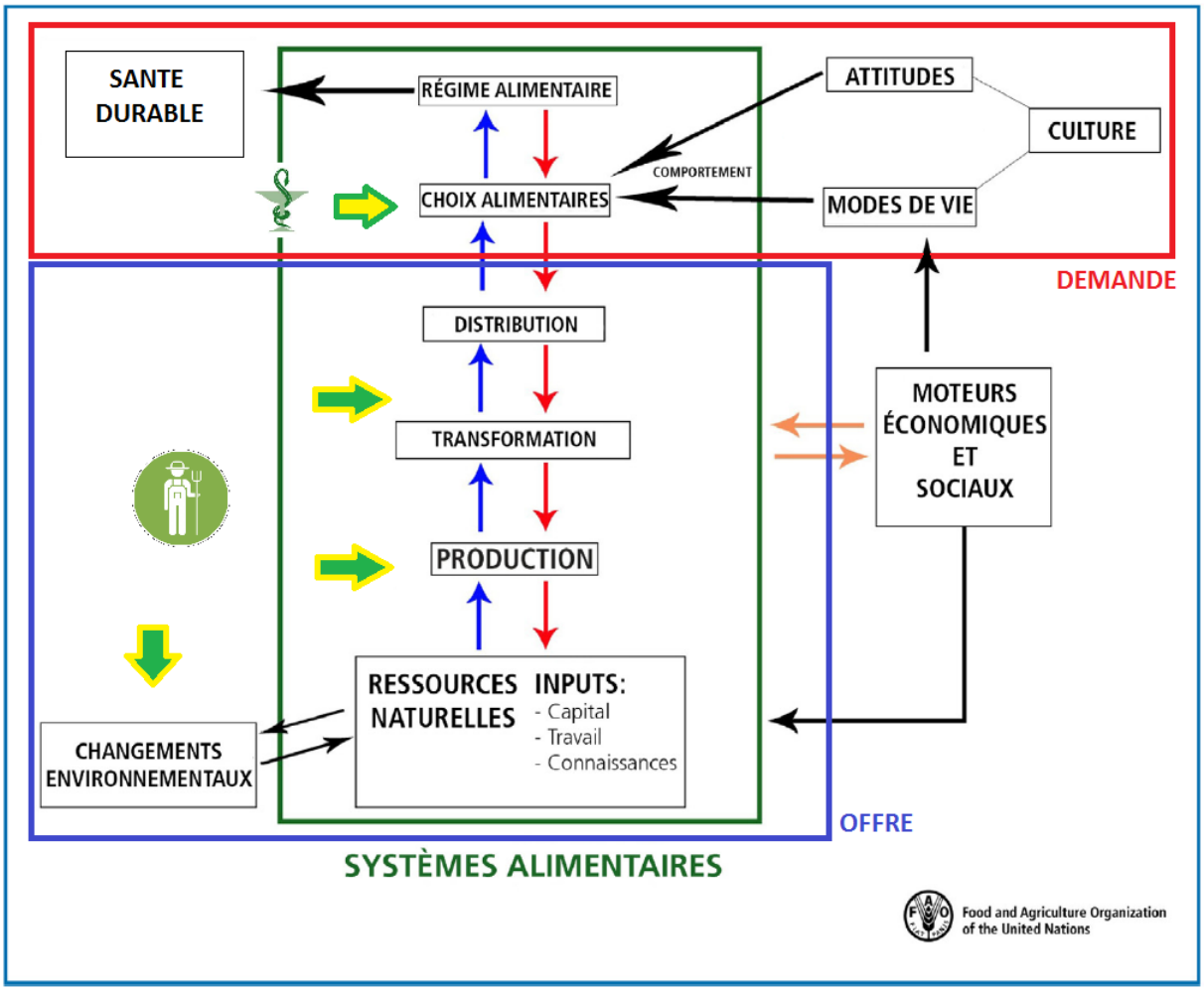


Figure 4 : Les systèmes et les régimes alimentaires (adapté de la FAO).

L'amélioration des résultats et des indicateurs de santé durable sont possibles par la mise en action de l'ensemble du tissu d'entreprise qui interfère dans la chaîne alimentaire, de la production à la consommation. Nous choisissons dans ce sujet d'étude de mettre en avant l'innovation agricole. Quatre arguments sont en faveur de ce choix, le poids de ce secteur en nombre d'actif –plus de 28% d'actif dans le monde, d'après le groupe de la banque mondiale– leur représentativité en nombre d'entreprise dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire –en France plus de 450 000 agriculteurs selon la MSA (Mutualité sociale agricole 2017), 17 647 entreprises agro-alimentaires selon l''Association Nationale des Industries Alimentaires–, la nature historique de ce métier qui existe depuis la sédentarisation de l'homme et la capacité de l'agriculteur à intégrer les procédés de transformation et du distribution de l'alimentation.

L'agriculteur seul n'est responsable que de la production, il doit être accompagné. Le pharmacien, responsable de santé publique peut être à la fois un guide comme le pharmacien militaire Parmentier l'a été pour la pomme de terre française et le promoteur d'une meilleure agriculture et d'une meilleure alimentation auprès des consommateurs.

Au-delà du jeu d'acteurs du système alimentaire, les interactions de l'alimentation avec le système- monde décrit par ses trois composantes sur la figure 5 ci-dessous sont à appréhender dans leur ensemble.

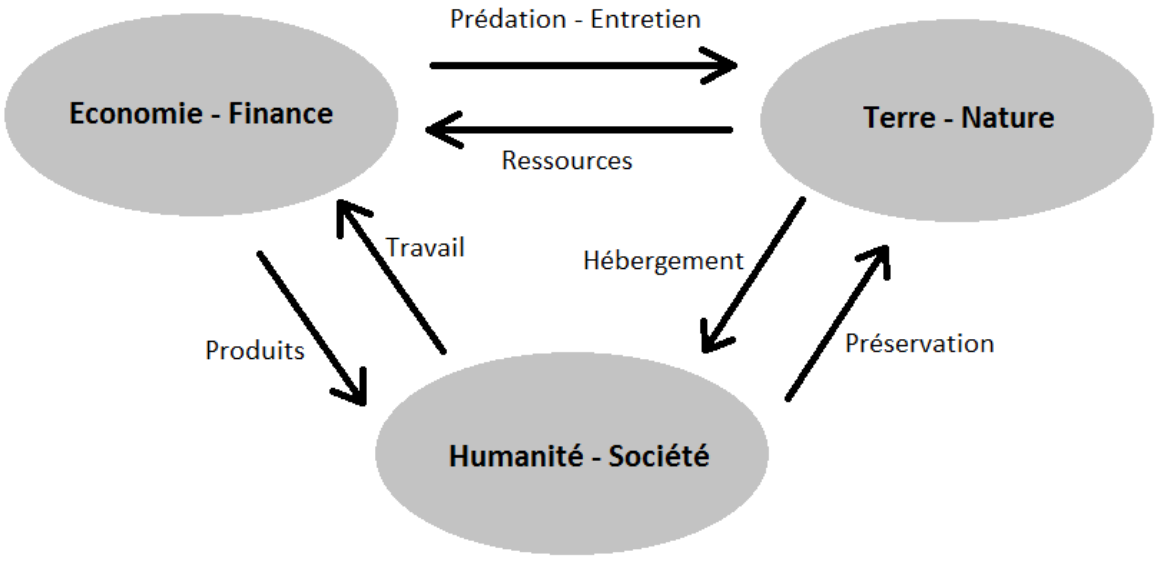


Figure 5 : Le système-monde et ses trois composantes (tiré du livre de Daniel Durand *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?*).

Un état des lieux global de l'alimentation est nécessaire tant sur l'état nutritif des populations que sur l'état de l'environnement et sur l'état économique des échanges. Nous étudierons ensuite comment évaluer la durabilité de l'alimentation.

L'état français, l'union européenne et l'organisation des nations unies sont des super-systèmes sociaux qui définissent les objectifs de développement durable, des directions agro-écologiques pour l'agriculture, nous en rappellerons quelques unes pour information.

B. Contexte de l'alimentation et de la santé

L'alimentation durable est définie par la FAO comme une alimentation qui protège la biodiversité et les écosystèmes, qui est acceptable culturellement, accessible, économiquement loyale et réaliste, qui est nutritionnellement adéquate et bonne pour la santé et qui optimise l'usage des ressources naturelles et humaines.

Aujourd'hui, bien qu'il soit admis communément que notre système alimentaire n'est pas durable, la notion de durabilité n'a été renvoyée qu'aux énergies fossiles et aux impacts environnementaux. L'ensemble des médias met en avant des solutions isolées et très réductionnistes du problème alimentaire tant il est complexe. De ce fait l'opinion publique sur l'expression « alimentation durable » est réduite à des systèmes alimentaires alternatifs rapidement parés de tous les avantages.

L'étude Dualine a pour but de montrer l'état des connaissances en matière d'alimentation durable et de poser des questions nécessaires pour avoir une vision plus avancée du contexte de l'alimentation et de la dynamique qui la fait évoluer.

Deux bilans sont faits, le premier économique et écologique, le second sanitaire et social.

1. Bilan économique et écologique de l'alimentation

Le contexte de croissance démographique et l'insécurité alimentaire croissante interrogent la durabilité du système alimentaire et de la santé mondiale

Les projections démographiques s'accordent à dire que la population mondiale devrait se stabiliser dans les 2050 pour atteindre 9 à 10 milliards d'individus. Les deux caractéristiques majeures sont le vieillissement de la population – l'âge moyen passerait de 28 ans en 2005 à 38 ans en 2050 – et l'urbanisation massive qui est due à deux facteurs qui sont le vieillissement de la population et l'urbanisation – le taux d'urbanisation de 50% aujourd'hui évoluerait à 70% en 2050 –.

En parallèle, nous pouvons également faire l'état des lieux de l'insécurité alimentaire. Selon la FAO la sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires, pour leur permettre de mener une vie active et saine – pour information, il faut un apport d'environ 2500 kilocalories quotidien chez les adultes –. En 2000, la disponibilité mondiale est de 2800 kcal, elle est inégalement répartie. Il y a 3730 kcal disponible en Amérique du Nord et 2160 kcal disponibles dans les pays les moins avancés. On peut ainsi constater les inégalités de répartition de la population sous-alimentée sur la carte de 2009 des organisations des nations unies représentée ci-dessous.

La sécurité alimentaire ne s'améliore pas de manière linéaire avec la production puisque les disponibilités alimentaires ne cessent de s'accroitre dans le monde et le nombre de personnes sous alimentées est en croissance depuis les années 1990 comme en témoigne la figure 6 ci-dessous.

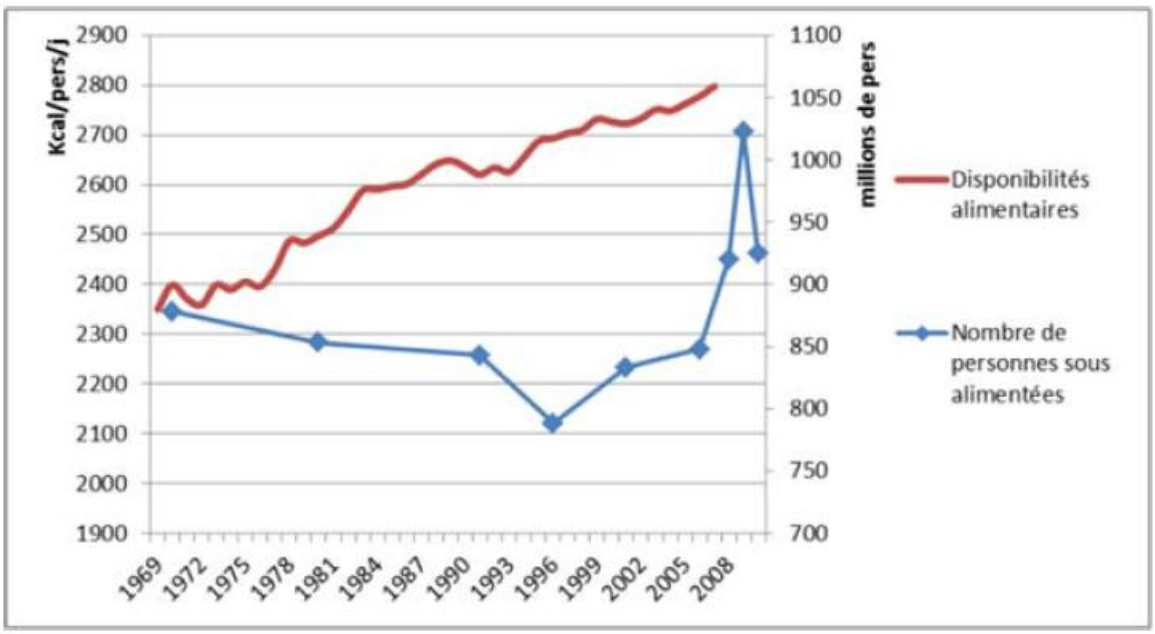


Figure 6 : Evolution des disponibilités alimentaires et du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011, d'après les données Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture –STAT).

Ainsi, il n'existe pas de corrélation entre sous-alimentation et rendement au niveau mondial. C'est l'accroissement des inégalités entre les individus qui est responsable de la faim par l'augmentation du nombre de pauvres. D'ailleurs, en France, pays où le nombre de pauvres augmente chaque année, il y avait près d'un million de personnes qui se sont déclarées en insécurité alimentaire en 2008 (Escalon et al. 2009). Les crises de prix alimentaires de 2008 et 2011 ont aggravé le problème, la crise financière de 2008 aurait augmenté le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde de 100 millions.

Cependant, ce déséquilibre est également créé par la tendance à l'augmentation de la consommation des calories d'origine animale et selon la prospective agrimonde, en 2050, la sécurité alimentaire peut être atteinte. Parmi les hypothèses retenues dans la prévision, une baisse de la consommation des protéines animales de 1200 à 500 kcal / hab / j est envisagée dans le scenario agrimonde1.

En 2008, l'impact de la crise financière sur l'agriculture indique la direction commerciale qu'a prise l'agriculture et met en évidence les options politiques retenues par les pays pour leur agriculture. Elle peut prendre deux directions (Azoulay 1998), soit la souveraineté alimentaire, soit l'agriculture commerciale à vocation exportatrice. La sécurité alimentaire des pays est probablement un équilibre complexe entre différents systèmes alimentaires imbriqués les uns dans les autres et dont l'équilibre est en faveur de la sécurité alimentaire.

Des changements climatiques devront être maîtrisés pour garantir la sécurité alimentaire à tous.

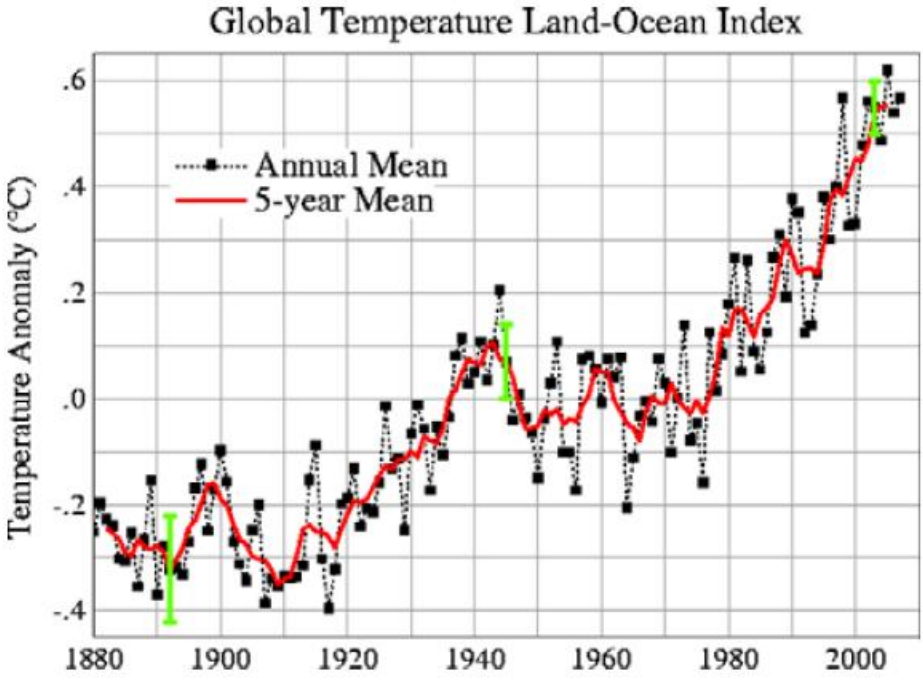


Figure 7 : Vitesse d'évolution du climat depuis 50 ans (Source : NASA-GISS).

D'après la figure 7, les températures mondiales ont augmenté de 0,6°C depuis 1960, les conséquences de cette augmentation données par le GIEC dans son rapport de 2007 sont d'abord de changer les conditions de production agricole par le réchauffement en tant que tel et ensuite d'accroitre les accidents climatiques et leur violence tels que les sécheresses, les inondations, les tempêtes qui ont un impact très fort sur la perte agricole et peuvent fortement déstabiliser le marché des prix.

Le réchauffement est essentiellement dû aux activités de l'homme et aux émissions de gaz à effet de serre entrainées par celui-ci. Ci-dessous la figure 8 représente la contribution des différents secteurs dans l'émission des gaz à effets de serre. L'agriculture contribue à 14 % aux émissions liées à l'énergie, et le changement d'utilisation des sols (essentiellement la déforestation et le retournement des prairies) contribue à 18% des émissions liées aux énergies.

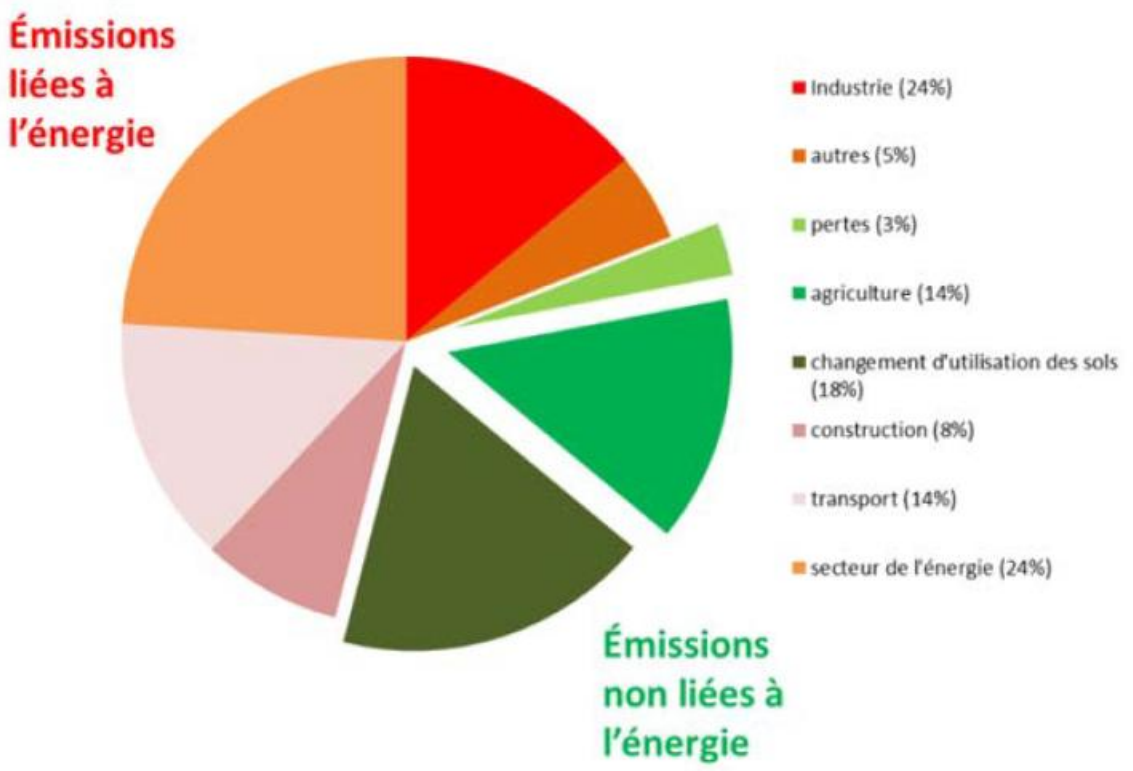


Figure 8 : Effet de serre : un phénomène naturel renforcé par les activités humaines (CO_2, CH_4, N_2O, …) Emissions totales en 2000 : 42 Gt eqCO_2 (d'après le rapport GIEC, 2007).

Pour que les évolutions des changements climatiques soient maitrisées et au mieux être inversées, il faudrait que l'augmentation de température moyenne du globe soit en dessous de 4°C, ce qui implique une division par deux des émissions de CO_2 en moyenne à l'échelle mondiale de 2010 à 2050.

Le système alimentaire est responsable de presque un tiers des émissions de gaz à effet de serre selon un calcul approximatif de J-M Jancovici (*Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?*, 2010), il doit fortement se réformer tout en ne compromettant pas la sécurité mondiale. Si les évolutions climatiques ne sont pas maîtrisées, les zones agricoles mondiales migreront avec les populations.

Pour approfondir ce sujet le document présent en annexe 1 tiré de la fondation nature explique les interactions entre le climat et l'agriculture.

L'impact des systèmes alimentaires sur notre habitat garant de notre longévité.

L'environnement regroupe les milieux naturels dans lesquels nous vivons, il peut être touché de différentes manières par les systèmes alimentaires.

En 2006 l'étude EIPRO a étudié huit impacts environnementaux tels que 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. Ce sujet de recherche a permis de démontrer que l'alimentation et les boissons étaient responsables de 20 à 30% de la pollution totale considérée dans l'étude et que

l'alimentation animale était mise en cause pour 4 à 12% de l'impact global de la consommation européenne.

L'impact sur la biodiversité doit également être abordé bien que difficile à caractériser. En effet, les agricultures intensives, la réduction des variétés utilisées, les contraintes de la transformation agroalimentaire, les contraintes des marchés alimentaires mettent de manière évidente la pression sur les écosystèmes. Mais le rôle de la biodiversité dans la protection contre la dissémination des pathogènes pour l'homme, les animaux et les plantes est encore très méconnu.

L'impact énergétique peut également être étudié pour se rendre compte de la part de responsabilité de chacun des intermédiaires de la chaîne de valeur alimentaire. Par exemple pour la Grande-Bretagne et les Etats-Unis, la part de l'énergie du pays destinée à l'alimentation est respectivement de 13% et de 22%.

Ci-dessous les figures 9 et 10 mettent en avant la consommation énergétique de chacune des activités des systèmes alimentaires britannique et américain.

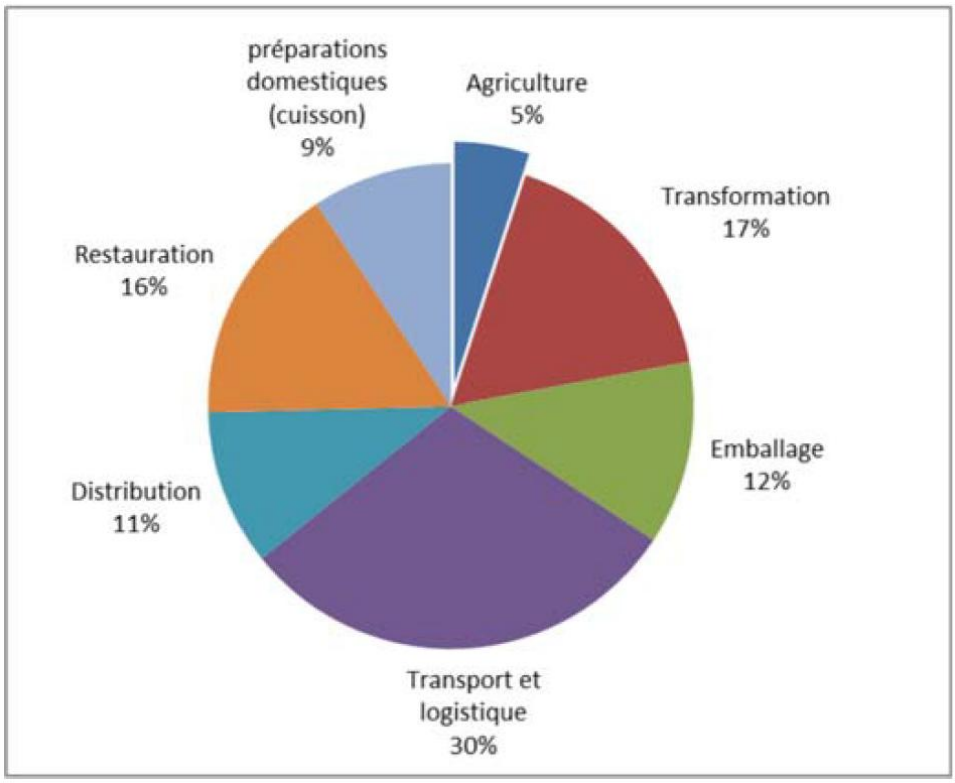


Figure 9 : Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire britannique en 2002 (d'après Smith et al., 2005).

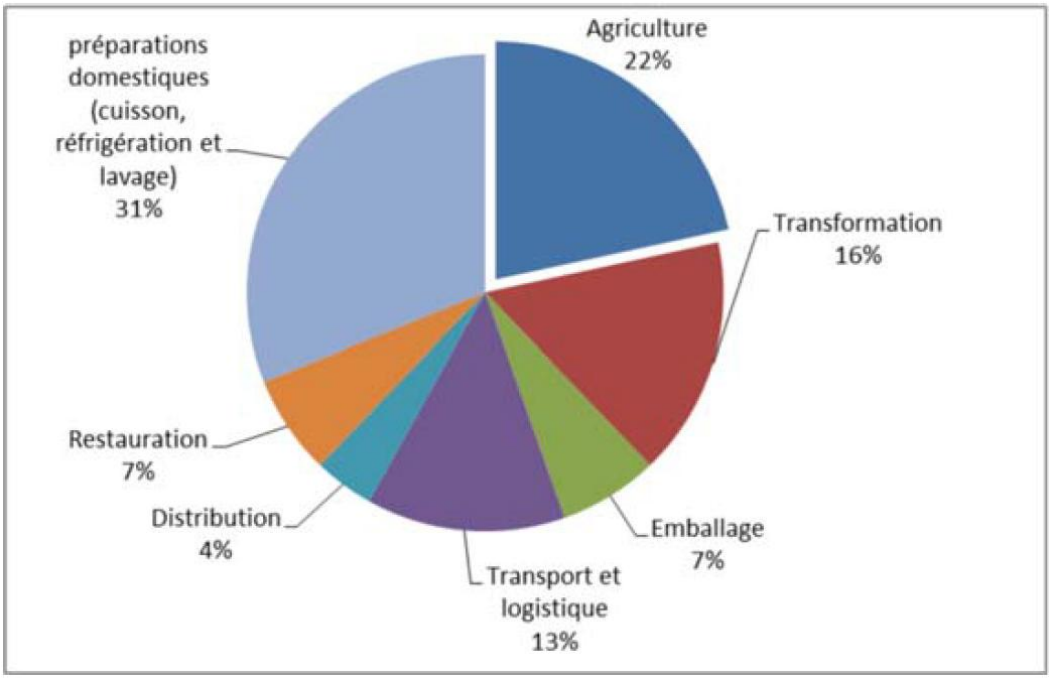


Figure 10 : Répartition de la consommation énergétique des différentes activités du système alimentaire des Etats-Unis en 2000 (d'après Heller et Keoleian, 2000).

On observe que l'importance relative de la production agricole et de l'importation cumulés impactent la part énergétique de l'alimentation à hauteur de 35% pour les deux pays.

En rapport avec la part importante d'énergie dédiée aux transports de l'alimentation britannique décrite dans la figure 9, l'étude Defra indique que la livraison à domicile des aliments plutôt que le déplacement des ménages permettrait une baisse de 70% des distances parcourues pour l'approvisionnement alimentaire des ménages.

Pour conclure l'impact environnemental de l'ensemble du système alimentaire est surtout renseigné d'un point de vue énergétique. Ces études nous montrent que l'enjeu de la filière après-récolte est très important : aux Etats-Unis il faut 7,3 calories d'énergie pour fournir 1 seule calorie alimentaire. Dans un système où la majorité de notre énergie est tirée d'un système épuisable d'origine fossile, la question de durabilité est à prendre au sérieux.

L'épuisement des ressources énergétiques carbonées fragilise nos systèmes alimentaires

Les analyses de la production future de pétrole prédisent un pic de production entre 2015 et 2040, une baisse de l'offre en pétrole est donc probable dans les années à venir, accompagnée de problèmes d'approvisionnement et de la volatilité des prix. L'instabilité des prix et la raréfaction de cette matière première seront déterminantes sur le coût de l'alimentation dans les années à venir. Ainsi notre régime énergétique actuel n'est pas durable, les systèmes de production vont devoir évoluer et être plus économes en énergie.

En parallèle de la baisse de l'offre en pétrole, les biocarburants font concurrence à l'usage alimentaire des sols. Une étude montre que si l'on transformait toute la biomasse mondiale actuelle de blé, riz, maïs, sorgho, canne à sucre, manioc et betterave à sucre en bioéthanol, 57% de la demande mondiale en pétrole serait couverte. Cela nous montre une fois de plus l'enjeu de l'économie en énergie des systèmes alimentaires.

L'évolution des régimes alimentaires en pays émergents a un impact croissant sur les émissions de GES.

Le développement économique des pays s'accompagne d'un changement de la structure des régimes. C'est l'augmentation de produits d'origine animale qui est corrélée à l'augmentation des revenus. Depuis le début des années soixante, on observe cette tendance en pays industrialisés et se propage aux pays en voie de développement.

Ces évolutions posent à la fois des problèmes de ressources, car il faut plus de surface pour produire la calorie de viande et des problèmes climatiques, car la production de viande est responsable de plus d'émissions de gaz à effet de serre, et de problèmes de santé dus à l'augmentation de l'obésité.

2. Bilan sanitaire et sociale de l'alimentation

L'enjeu de santé mondial

La santé mondiale due à l'alimentation est traitée selon cinq thématiques : l'augmentation de l'obésité, la malnutrition des enfants de moins de cinq ans, l'augmentation des allergies alimentaires, la réduction des défenses immunitaires, les carences en micronutriments

L'augmentation de l'obésité

L'OMS estime que plus 2,2 milliards d'individus sont en surpoids en 2016 et 650 millions d'adultes obèses. Selon la figure 11, en France la prévalence de l'obésité était de 8,7% en 1997 et de 15,7% en 2016. En France les coûts de l'obésité sont estimés à 2,6 milliards d'euros dont 2,1 milliards à la charge de l'assurance-maladie. La consommation moyenne de soins et biens biomédicaux d'une personne obèse s'élèverait à environ 2500 €/an, le double d'une personne non-obèse.

En France ce n'est pas le pays où la situation est la plus préoccupante : dans certains pays en voie de développement comme l'Océanie ou l'Amérique centrale, les taux d'obésité approchent les 30 %.

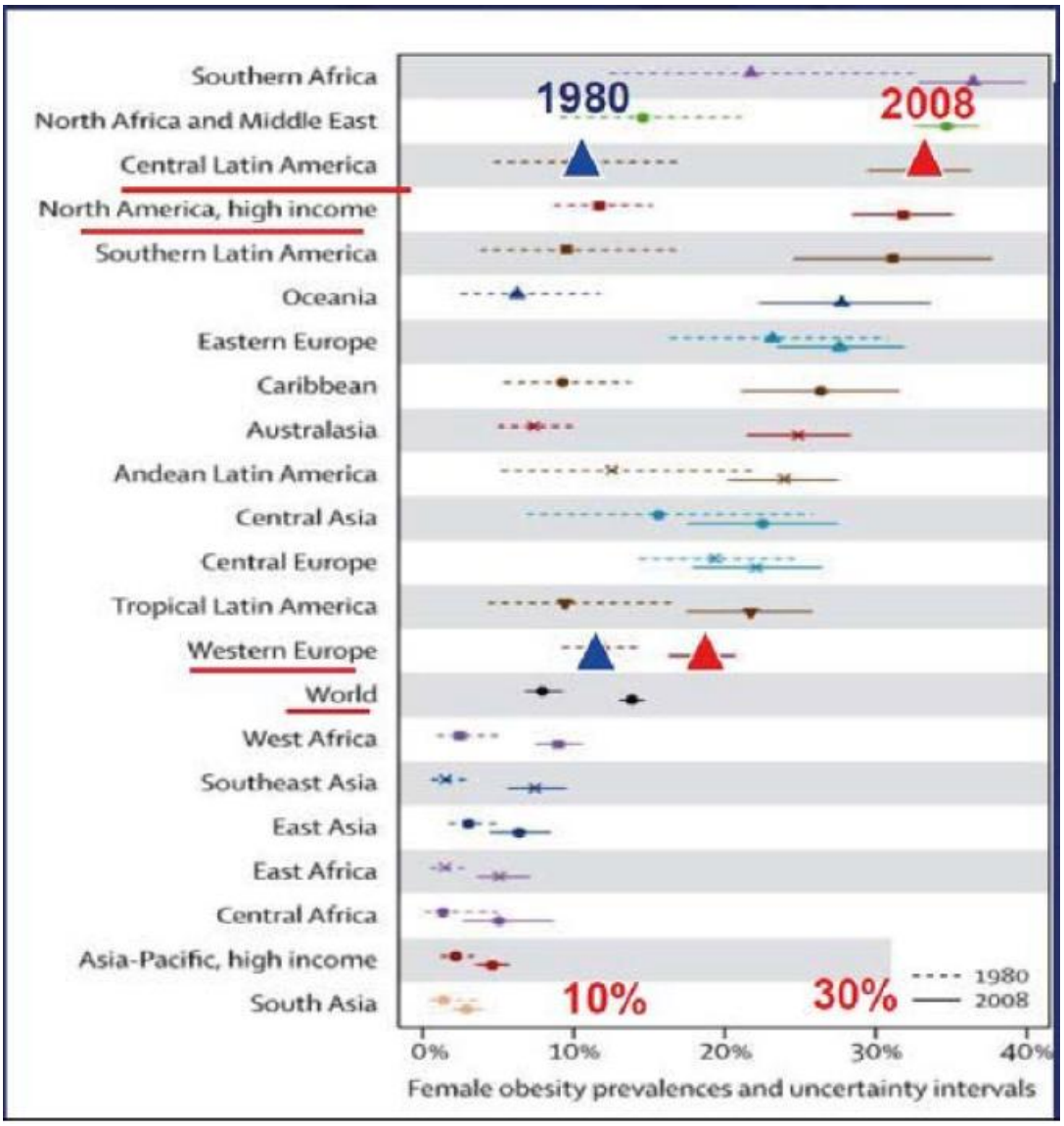


Figure 11 : Accroissement de l'IMC chez la femme entre 1980 et 2008 (d'après Finucane et al., 2011).

Les facteurs de corrélation liés à l'obésité sont les inégalités sociales des pays, les niveaux d'éducation et le niveau de revenu des individus.

La malnutrition des enfants de moins de 5 ans

La sous-nutrition protéino-énergétique se mesure par le retard de croissance des enfants de moins de 5 ans. La carte représentée dans la figure 12 ci-dessous nous indique la prévalence de la malnutrition dans les pays du monde.

Figure 12 : 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 (Source : Banque mondiale).

Le retard de croissance varie entre 35 à 55% en Afrique subsaharienne et se situe autour de 45 % en Inde et les pays voisins. Ce problème de malnutrition concerne 1 enfant sur trois, il est contradictoire avec la disponibilité des ressources agricoles par habitant qui augmente chaque année. Cependant au-delà de la teneur calorique des aliments, il faut prendre en considération la qualité sanitaire des aliments qui joue un rôle important dans la malnutrition et qui est un sérieux problème dans les pays touchés par les retards de croissance des enfants de moins de 5 ans.

La malnutrition par carence en micronutriments

Bien que 840 millions de personnes du monde entier souffrent de faim chronique, une population considérablement plus importante –plus de 3 milliards, soit environ la moitié de la population mondiale– souffre d'un déficit de nutriments particuliers.

On estime que quatre milliards de personnes sont carencés en fer, avec des centaines de millions souffrant également de carences altérant la santé, des carences en iode, zinc, cuivre, sélénium et en vitamine A.

Les conséquences vont de l'anémie dans les cas de carence en fer à la cécité pour ceux qui manquent de vitamine A et du retard mental pour les personnes déficientes en iode, les symptômes des déficits des principaux minéraux courants sont décrits dans la figure 13 ci-dessous.

Calcium
Crampes musculaires ou tremblements, douleurs articulaires, insomnie, ongles fragiles, eczéma, nervosité

Magnésium
Contractions musculaires, Tremblements, changements de personnalité, dépression, anxiété, irritabilité, syndrome prémenstruel, troubles gastro-intestinaux

Le fer
Anémie, constipation, ongles fragiles ou en forme de cuillère, fatigue, apathie, réduction de la fonction cérébrale, maux de tête

Chrome
Une mauvaise tolérance au glucose, irritabilité, somnolence, besoin de repas fréquents, mauvais contrôle du poids.

Manganèse
Une mauvaise tolérance au glucose, une mauvaise coordination musculaire, des étourdissements ou un mauvais sens de l'équilibre.

Sélénium
Le vieillissement prématuré, le retard de croissance, le risque accru de cancer et maladies cardiaques, mauvaise fertilité.

Zinc
Croissance retardée, mauvaise cicatrisation des plaies, faible perception du goût ou de l'odeur, infections fréquentes, vergetures, infertilité.

Vitamine C
Susceptibilité aux infections, ecchymoses faciles, saignements ou gencives tendres, difficulté à décaler les infections, manque d'énergie.

Figure 13 : Symptômes provoqués par la carence des minéraux courants (adapté de Brian Halweil, *Still No Free Lunch*, 2007).

Même dans les pays les plus riches, des insuffisances de nutriments sont répandues. Le fait que les Américains soient suralimentés mais toujours sous-alimentés est un paradoxe moderne. En 2011 on estime que 66% de la population adulte est en surpoids ou obèse, comparée avec 47% en 1980. Les Américains consomment plusieurs centaines de calories de plus par jour qu'il y a 30 ans : les hommes consommaient 2 450 calories en 1971 et 2 618 calories en 2000 ; et les femmes sont passées de 1 542 calories à 1 877 calories. Malgré cette augmentation, les Américains consomment encore trop peu de portions de fruits, légumes et autres aliments riches en nutriments pour une santé optimale. D'après la figure 14, 30% de la population américaine ingère des niveaux inadéquats de magnésium, de vitamine C, de vitamine E et de vitamine A. Nous recevons tous ces nutriments des plantes.

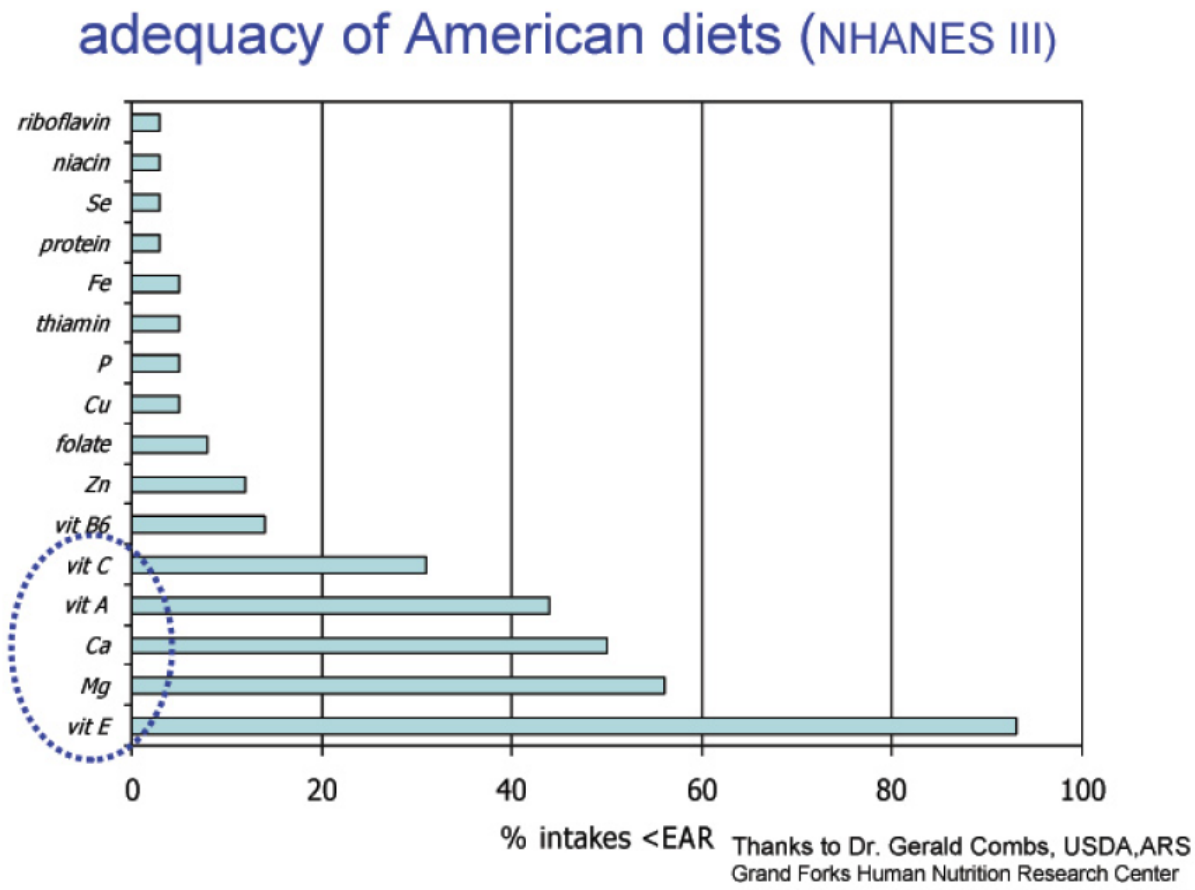


Figure 14 : Pourcentage d'américains dont l'apport en nutriments essentiels est inférieur à l'exigence moyenne estimée (adapté de Brian Halweil, *Still No Free Lunch*, 2007).

Le nombre et le degré de ces carences augmentent avec l'âge et sont plus sévères chez les femmes par rapport aux hommes de la même tranche d'âge. Plus de 97% des femmes américaines de 19 ans ou plus consomment insuffisamment de vitamine E au quotidien ; la moyenne dans cette catégorie correspond à un peu plus de la moitié des besoins quotidiens.

Allergies alimentaires et baisse des défenses immunitaires

En contrepartie du problème de qualité sanitaire des pays pauvres, il existe un effet inverse dans les pays développés. La qualité des aliments, qui a permis de réduire fortement les intoxications alimentaires pourrait également provoquer une réduction des défenses immunitaires selon une étude complexe et controversée (Mannie, 2010 ; Okada et al., 2010)

De même, l'ingestion d'adjuvants alimentaires lors de la diversification alimentaire trop précoce des enfants serait à l'origine d'allergies alimentaires dont la prévalence est difficile à quantifier (Wang et Samson 2011)

L'enjeu de santé lié à l'alimentation est très complexe, trop ou trop peu en quantité, trop peu en qualité et également trop peu en connaissance de toxicologie moderne. Ce dernier thème est également la source de méfiance vis-à-vis des acteurs de l'alimentation, ce qui met en avant l'enjeu social de celle-ci.

L’enjeu social de l’alimentation

L’alimentation crée de plus en plus d’anxiété chez les consommateurs à cause de la distanciation entre mangeurs et agriculteurs, elle-même liée à la complexité des filières. La méconnaissance sur les conditions de production occasionne de multiples interrogations relayées par les médias. Les consommateurs craignent une artificialisation de l’alimentation et revendiquent une alimentation « authentique et naturelle ». La notion de terroir réputée intraduisible dans une autre langue que le français est à l’image de ces revendications, source de nouveaux besoins pour les français. D’autre part, le baromètre santé-nutrition de 2008 indique que 40% des français interrogés ne sont pas satisfaits de la qualité de leurs aliments.

La source de ces inquiétudes réside également dans les scandales alimentaires qui entravent la construction de la confiance envers les différents acteurs des filières alimentaires dont certains entretiennent une certaine négligence au regard de la qualité, de la traçabilité ou du bien-être animal. Les médias sont également le relais d’autres informations qui influencent l’alimentation comme celle de la santé parfaite, du régime et de la silhouette parfaite qui amène de nouveaux comportements image de la surmédicalisation de l’alimentation dans les pays développés.

La surmédicalisation et la sous-médicalisation de l’alimentation

Les progrès agronomiques des systèmes alimentaires conventionnels ainsi que l’élévation du niveau de vie des populations des pays développés ont permis la transition nutritionnelle des régimes alimentaires qui comportent plus de viandes et de graisses et moins de féculents. Les problèmes d’obésité sont arrivés avec cette transition. Le tableau 2 ci-dessous retrace les différentes étapes d’apparition de l’obésité dans une population, en fonction du paramètre alimentaire et de la différenciation sociale.

Tableau 2 : Rôles de l'alimentation dans la transition épidémiologique (*Sociologies de l'alimentation*, Jean-Pierre Poulain, 2013).

Étapes	*Causes de mortalité*	*Espérance de vie et taux de mortalité*	*Rôle de l'alimentation*	*Processus de différenciation sociale*
1 « Le temps des épidémies et des famines »	Maladies infectieuses Carences Maladies parasitaires	Espérance base + – 40 ans Mortalité infantile très élevée Mortalité élevée et soumise aux épidémies	Aliments rares et incertains Dépendance écologique forte	Mise en scène de l'abondance comme processus de distinction sociale La délocalisation comme processus de distinction
2 La phase de transition	Régression des : Maladies infectieuses Carences Maladies parasitaires Apparition des maladies de dégénérescence	Gains d'espérance de vie + – 60 ans Baisse de la mortalité infantile	Progrès agronomiques qui augmentent la disponibilité alimentaire Redistribution programmée	Esthétisation de l'alimentation du goût Différenciation qualitative régionale Le gros comme signe de position sociale
3 « Installation »	Quasi-disparition de la mortalité par maladie infectieuse Installation et augmentation de la mortalité par maladies de dégénérescences	Allongement de l'espérance de vie + 70 ans	Abondance alimentaire	Apparition de la minceur comme signe de distinction
4 « L'apprivoisement des maladies dégénératives »	Tassement entre 45 et 54 ans et régression entre 55 et 75 ans des maladies chroniques	Allongement de l'espérance de vie	Surabondance alimentaire, diffusion des connaissances nutritionnelles	Développement du modèle d'esthétique corporelle de minceur Minceur = Santé
5 Les sociopathies	Développement des morts par suicides et morts violentes Sida *Troubles du comportement alimentaire* *Obésité*	Ralentissement de la progression de l'espérance de vie	Surabondance alimentaire Anomie alimentaire « dérégulation »	Intensification de la pression du modèle d'esthétique corporelle de minceur Stigmatisation des obèses

L'alimentation, en parallèle de l'idéal d'esthétique corporelle, est surmédicalisée si l'on considère la diversité des régimes et les complémentations alimentaires pour des personnes dont le besoin n'est pas réellement justifié. Mais l'alimentation est également sous-médicalisée et les taux de l'obésité en forte croissance sont le résultat d'une malbouffe ou « junk food » qui apparait avec la surabondance alimentaire et n'est pas diagnostiquée à temps pour une bonne prise en charge. Le paradigme de la médecine moderne est représenté par ces trois négations « ni douleur, ni vieillesse, ni mort », il est très orienté sur les soins et coûte cher à notre société. Un nouveau paradigme mettant en avant le bien être physique et social permettrait de mieux vivre pour moins cher, notamment pour les dépenses de santé directement liées aux problèmes d'obésité. En 2016 le Figaro déclare que le coût social de l'obésité et du surpoids et de 1660 €/an par individu, coût comparable à la prise en charge des fumeurs, 1990 €/an. Ces chiffres, mis en relation avec l'augmentation du marché des compléments alimentaires et l'augmentation des régimes spécifiques « ventre-plat », sportif, montrent le malaise et les difficultés que la médecine rencontre sur les thèmes de l'alimentation et de la santé.

Néanmoins, les nouvelles recherches en nutrition et en toxicologie moderne nous montrent les voies de l'alimentation parfaite ou prudente, qui attire un public éduqué et averti dans les pays développés.

Les apports de la nutrition et de la toxicologie moderne

La nutrition moderne a démontré l'effet positif de la matrice de l'aliment sur l'absorption des micro-nutriments. Elle déconseille la supplémentation de vitamines, d'oligo-éléments de manière libre et recommande un apport de cinq fruits et légumes par jour, soit une dose de 600g pour limiter l'incidence de l'apparition des cancers et des maladies. En effet, l'ingestion de micronutriments indépendants de leurs aliments n'est pas favorable à une meilleure santé et il faut privilégier l'apport de micronutriments d'origine naturelle. En parallèle, l'étude *still no free lunch* met en avant une baisse générale des micro-nutriments des aliments consommés. Elle propose de réétudier la sélection génétique en faveur d'une meilleure teneur en micro-nutriments plutôt qu'en faveur des standards correspondants aux caractéristiques physico-chimiques de l'industrie.

Paracelse, médecin suisse du XVI^{ème} siècle est considéré comme le père de la toxicologie, il est l'auteur du concept "toutes les choses sont poison, et rien n'est sans poison; seule la dose détermine ce qui n'est pas un poison" que nous reprenons sous le paradigme "la dose fait le poison". Les études toxicologiques des aliments autorisent une substance dès lors qu'elle ne dépasse pas un certain seuil dans notre organisme, peu importe sa nature : c'est le seuil de toxicité.

Lors du développement de la chimie pendant l'ère industrielle, de nouveaux composés chimiques ont été étudiés en vue de leur addition aux aliments habituellement consommés. Il s'agit par exemple des édulcorants, des conservateurs et des colorants. D'autres composés considérés comme intrants de productions agricoles, les produits phytosanitaires chimiques ont également fait l'objet de nombreux travaux au même titre que les antibiotiques ou hormones ingérés par les animaux. Ces produits peuvent également contaminer les futurs aliments et l'eau consommée. L'ensemble de ces molécules d'origine anthropique, appelées xénobiotiques, exposent les populations à plus ou moins long terme.

La simple relation linéaire dose/poison n'est pas toujours une réalité et suscite bien des questionnements dans la foule et les médias, en particulier sur le sujet des cancers et des maladies dites rares, en constante augmentation. L'ensemble de ces éléments renforce les besoins d'un apport scientifique en toxicologie d'une part, et apporte un changement des habitudes des consommateurs qui se questionnent au rythme des scandales alimentaires.

Les toxicologues entreprennent de nouvelles recherches dans la toxicologie moléculaire et dans l'expologie.

C. Les enjeux de la santé durable et son évaluation

La santé durable est définie par l'alimentation durable et ses externalités sur la santé humaine à court, moyen et long terme. Il est aujourd'hui couramment admis que l'alimentation actuelle n'est pas durable si l'on prend en compte son besoin en énergie fossile et l'impact environnemental. Il existe cependant plusieurs domaines à étudier en détail afin de faire une projection de l'alimentation en 2050 et de donner une nouvelle direction à notre alimentation au travers de l'innovation agricole.

Avant de réaliser cet exercice il convient de présenter une méthodologie de projet permettant à l'homme de suivre la durabilité de son alimentation et de la maitriser. Il convient de réaliser un audit des besoins, de décrire des enjeux, de fixer des objectifs, de définir des indicateurs et des méthodes de mesure pertinentes.

Les enjeux peuvent être représentés par les fonctions de l'alimentation et segmentés par phases du système alimentaire, le tableau en annexe 2 reprend ces items de l'étude DuALIne.

Ci-dessous la figure 15 reprend les différentes fonctions de l'alimentation.

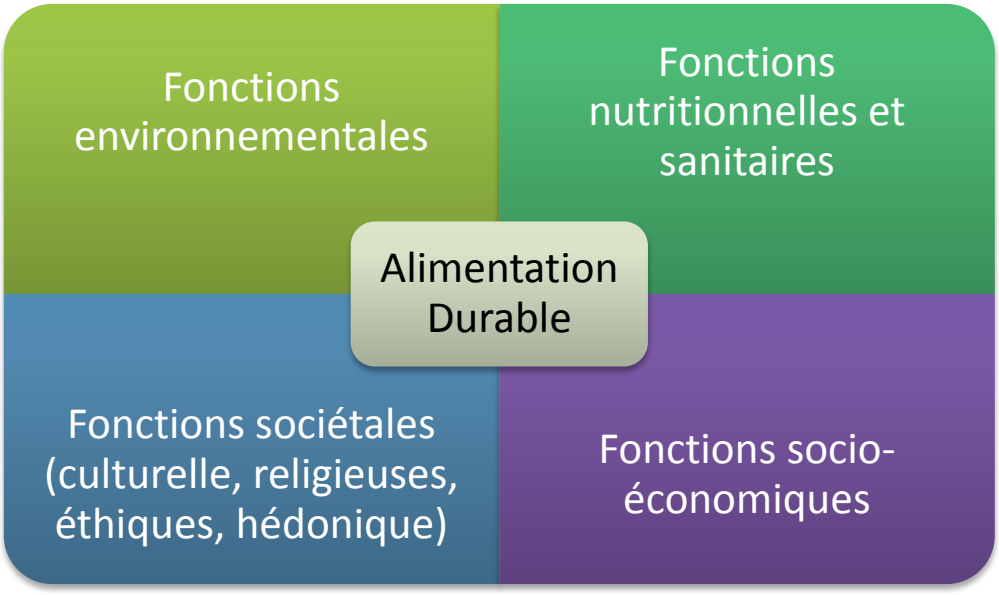


Figure 15 : Fonctions de l'alimentation durable (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Pour évaluer un projet de durabilité d'un système alimentaire par ses enjeux, l'être humain doué de rationalité limitée rencontre des difficultés à trouver le système parfait. Nous favoriserons donc des systèmes imparfaits en progrès dans les différentes fonctions de l'alimentation durable et en ciblant les enjeux partagés par les objectifs de développement durable de l'ONU.

Les ODD de l'ONU et la mesure de la durabilité

L'Organisation des nations unies a fixé des objectifs pour sauver le monde, qui donnent la marche à suivre sur différents thèmes pour un avenir meilleur et durable.

Les Objectifs de Développement Durable sont dix-sept et réparties sur 169 cibles et fixés pour 2030. Il y a également une liste de 232 indicateurs de suivi, définis pour mesurer la durabilité.

Pour synthétiser, la figure 16 représente l'ensemble de ces objectifs.

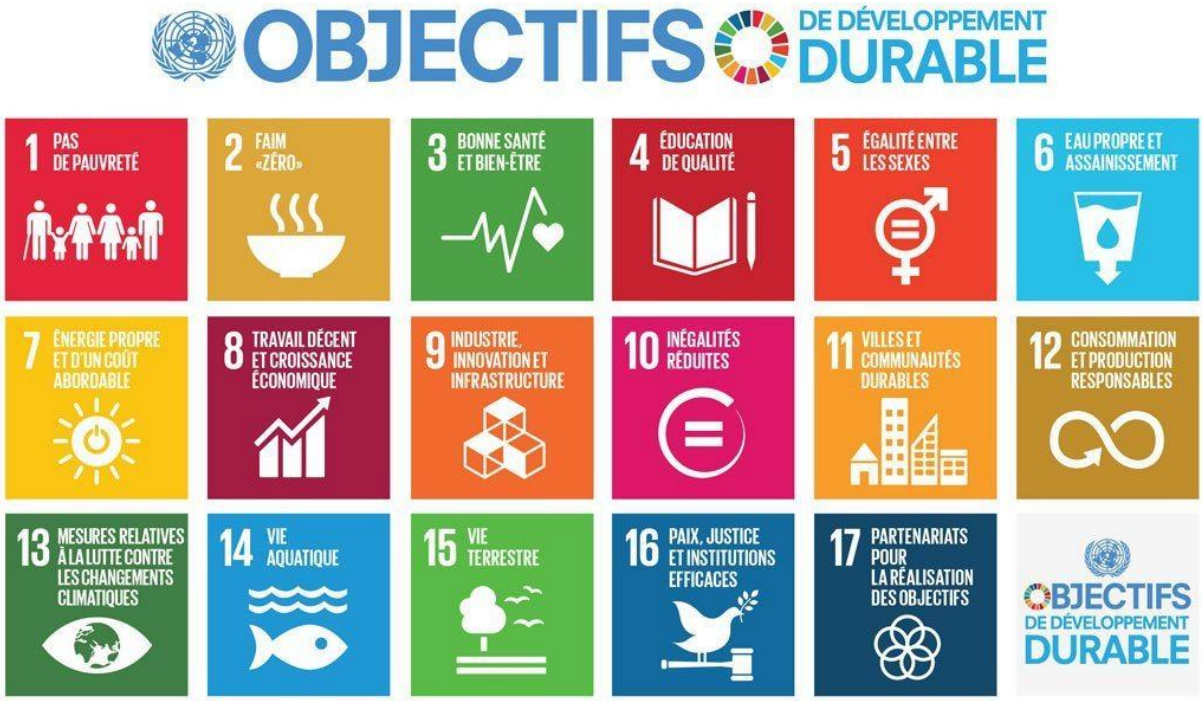


Figure 16 : Les 17 Objectifs de développement durable (d'après l'Organisation des Nations Unies).

Les méthodes de mesure de durabilité sont très complexes, par la quantité d'indicateurs à prendre en compte. En annexe 3 est présenté un exemple de méthodes et d'indicateurs tirés de l'étude DuALIne pour mesurer la durabilité de cinq enjeux majeurs de l'alimentation *: Atteindre la quantité et la qualité en produits alimentaires nécessaires pour toutes les populations de la planète ; Limitation des impacts environnementaux des systèmes alimentaires ; Répartition de la chaîne de valeur dans le système alimentaire ; Capacité à créer de l'emploi (en quantité et/ou qualité) ; Capacité d'adaptation d'un système alimentaire face à des crises ou contraintes externes.*

Le rôle des ONG est d'influencer chaque pays dans ses décisions sur l'alimentation, cependant le problème de gouvernance propre à sa structure est un frein à la mise en application puisqu'elle repose uniquement sur des engagements politiques et non sur des obligations de moyens.

Un exemple d'objectifs partagés est donné par les accords de Paris concernant l'engagement commun de diminution des GES de l'union européenne lors de la COP21. Les états membres ont fixé une baisse de 40% des émissions de GES pour 2030 par rapport à 1990.

Les ONG ont également le mérite d'être une fabrique de l'opinion publique internationale et de modifier les comportements des consommateurs à leur niveau. Il participe ainsi à l'alimentation durable de plusieurs manières.

II. L'évolution de l'alimentation et la durabilité des systèmes alimentaires

A. L'évolution de la demande alimentaire

1. La transition nutritionnelle et l'hétérogénéité des comportements alimentaires

L'évolution de la consommation sur des longues périodes

La dynamique des changements alimentaires à l'échelle de la planète met en évidence des schémas alimentaires reproductibles. Le facteur de développement économique est très corrélé avec l'alimentation d'une population d'un pays par deux leviers : la révolution agricole suivie de la révolution industrielle, qui ont permis à la fois de baisser le coût de la calorie alimentaire et d'augmenter le pouvoir d'achat des mangeurs. On observe également sur les longues périodes, l'amélioration sanitaire de l'alimentation. Les conséquences observées au-delà du développement des pays sont l'augmentation de la longévité, de la qualité de vie et encore des aptitudes au travail, pour le côté positif. Néanmoins quelques aspects non négligeables apparaissent en parallèle, tel que l'obésité, le diabète, le surpoids qui sont aujourd'hui les gros problèmes de santé publique des pays développés.

On observe au niveau de la France et plus généralement dans le monde deux étapes dans le changement alimentaire comme le montre figure 17 ci-dessous.

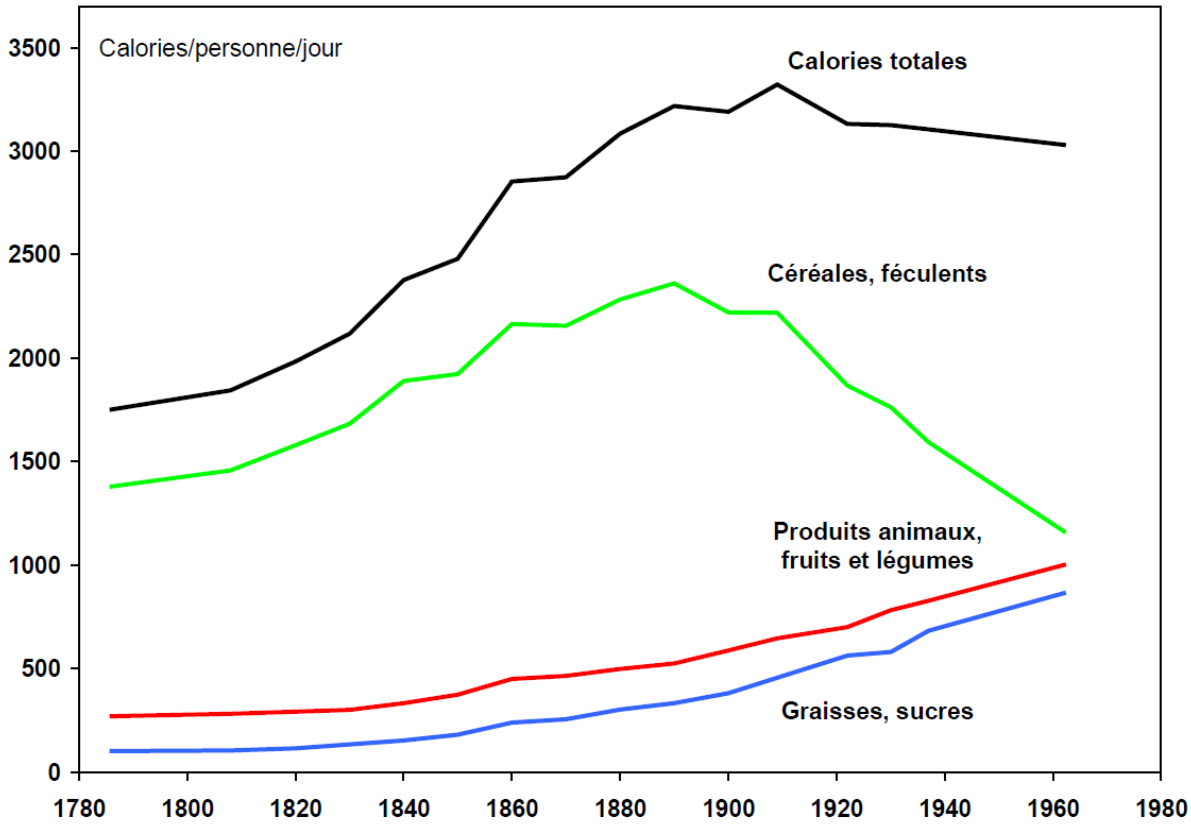


Figure 17 : Evolution du niveau des apports énergétiques en France en longue période (Source : Combris, 2006, d'après Toutain, 1971).

Une première phase d'augmentation de la ration calorique résultant d'un accroissement proportionnel de la consommation de tous les aliments et une deuxième phase de « transition nutritionnelle » responsable de changements de la structure du régime même. La consommation du pain qui était en France la part principale de la ration calorique avec les autres céréales, féculents et légumes secs va diminuer au profit des produits d'origine animale, des fruits et légumes et des corps gras et du sucre.

Selon la figure 18 ci-dessous, de 1880 à 1980 la ration calorique est profondément changée. Elle passe de 70% à 45% pour la fraction glucidique tandis que la fraction lipidique passe de 16% à 42%.

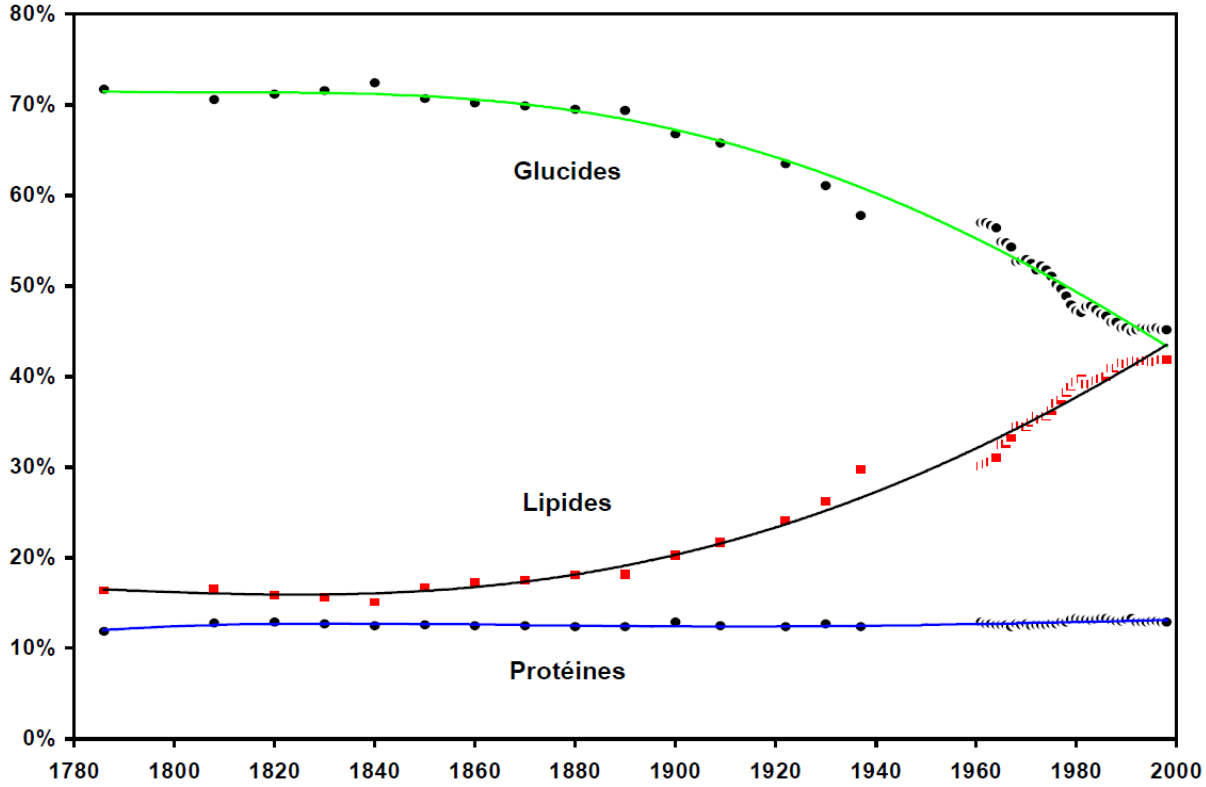


Figure 18 : Evolution de la structure des apports énergétiques en France en longue période (Source : Combris, 2006, d'après Toutain et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture – STAT).

On considère que la transition nutritionnelle est à son terme en 1980, puisque l'évolution des fractions relatives en glucides, lipides et protéines n'ont pas changé depuis.

On peut ainsi s'interroger sur les conséquences prévisibles de durabilité de l'alimentation mondiale. Si l'alimentation mondiale converge vers une alimentation carnée, les conséquences en émissions de méthane pourraient être désastreuses si l'on considère les quelques 5 milliards d'individus qui sont en phase de développement économique.

La convergence des modèles alimentaires et les besoins physiologiques

C'est pendant la seconde moitié du XX^{ème} siècle que les pays développés on terminé leur « transition nutritionnelle », les pays en développement sont maintenant concernés et leur transition se fait de plus en plus rapidement.

Des enquêtes effectuées dans les années 1930 dans 70 pays, ont permis d'établir des priorités d'alimentation en fonction du revenu. La nourriture dite bon marché comme les céréales, les féculents et les légumes secs s'accompagnent d'aliment plus coûteux, proportionnellement à l'élévation des revenus. Une étude américaine publiée en 1969 nous montre cette corrélation retranscrite figure 19.

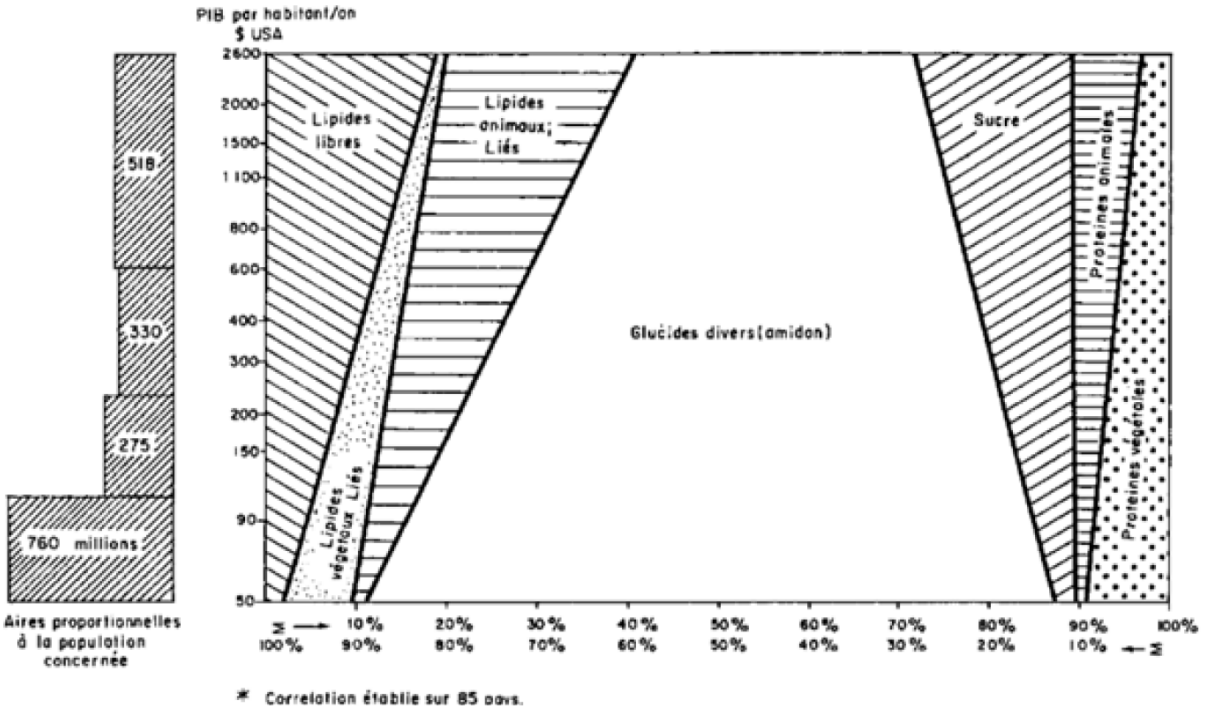


Figure 19 : La structure de la ration alimentaire en fonction du revenu dans le monde en 1962 (source Périssé et al., 1969). *Corrélation établie sur 85 pays

Ces changements vont mettre une pression colossale sur les ressources agricoles. Cependant la consommation élevée de calories animales ne signifie pas que les modèles alimentaires sont uniformes. Au sein de l'Europe de fortes disparités existent : par exemple, la consommation de viande bovine et porcine en France et en Allemagne est résumée dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Consommation de viande bovine et porcine en France et en Allemagne (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

(unité en kg/personne/an)	France	Allemagne
Bœuf	26	13
Porc	32	56

Ces différences sont importantes car l'impact sur l'émission des gaz à effet de serre passe du simple au double en fonction de l'origine animale des aliments.

Même si les régimes et modes alimentaires dépendent de plusieurs facteurs dont le milieu social ou le lieu de vie, il existe quelques éléments physiologiques à prendre en considération car ceux-ci contribuent également à cette convergence des modèles alimentaires. Cette convergence est liée au besoin de s'alimenter en quantité et qualité. La régulation de ces besoins se fait par le jeu des hormones, par les perceptions sensorielles, par des facteurs physiques ou microbiologiques, et aussi par les facteurs sociaux.

Le besoin alimentaire

Le besoin en alimentation est défini par un nombre de calories, une quantité d'eau et des quantités de nutriments. L'ANSES recommande une alimentation moyenne de 2 700 kcal/j et 2 200 kcal/j respectivement pour les hommes et les femmes. Chaque pays a également son idée de la répartition de l'énergie dans les macronutriments lipides, protéines, glucides. La teneur minimale en micro-nutriments est également connue des scientifiques. Cependant une grande partie de la population est malnutrie et, parfois, paradoxalement sur-nutrie, ces carences étant souvent conséquence de régimes exclusifs ou peu variés.

Le besoin alimentaire est régulé par la sensation de faim et de satiété, qui varie en fonction d'un jeu de régulation complexe entre le système digestif et le système nerveux central. On remarque que la sensation de satiété est proportionnelle à la quantité d'eau et de fibre des aliments ingéré et inversement proportionnel à la quantité de calories avalée. La régulation de l'alimentation a également un caractère personnel inné ou acquis : il a été avancé que la génétique pouvait avoir une influence sur l'évolution de la consommation. De même des paramètres comme la culture, la haute disponibilité des aliments, la grande variété de choix alimentaire, le niveau de vie, l'activité physique, vont influencer les choix alimentaires d'un individu. Néanmoins il est intéressant de remarquer que l'image de la femme parfaite à silhouette fine n'a que peu d'influence sur la consommation réelle de calories et sur l'obésité. Aussi la régulation de l'alimentation ne nous permet pas d'être tous en bonne santé, un apprentissage est donc nécessaire pour la garantir. Les goûts sont également responsables de nos choix alimentaires. Dans le cas de l'abondance en variété et disponibilité alimentaire, ils sont à l'origine de l'équilibre de notre alimentation. Cependant il est très difficile d'attribuer le rôle de l'inné et de l'acquis dans les choix alimentaires.

Le choix alimentaire animal *versus* végétal est déterminant pour la durabilité de l'alimentation, l'omnivore que nous sommes a une prédisposition à s'adapter à des alimentations très différentes. Des recherches sur le régime de nos ancêtres préhistoriques (Mann, 2000) chasseurs-cueilleurs montrent un régime au rapport de 35/65 plante/animal en moyenne et avec de grands écarts. D'autre part la communauté scientifique a admis qu'un régime végétarien pouvait garantir les besoins nutritionnels du nourrisson, du jeune enfant et de l'adulte. L'équilibre en nutriments est malgré tout plus difficile à atteindre avec un régime végétarien, notamment les besoins en vitamines, minéraux, acides aminés et acides gras.

Il est donc plus facile de satisfaire les besoins nutritionnels avec un minimum de produits animaux. À condition d'avoir une très grande variété de végétaux à disposition, il est même possible de s'en passer. Il est recommandé de baisser sa consommation à 90-100g par jour de viande avec moins de 50g de viande de bœuf pour limiter l'apport en acides gras saturés, dont l'excès est mauvais pour la santé (McMichael et al, 2007).

Hétérogénéité de la consommation et évolution

En parallèle des choix alimentaires qui paraissent complexes à modéliser, on observe une hétérogénéité de la consommation à plusieurs niveaux, entre pays d'abord mais également entre les ménages.

En Europe, avant les années 1970 on observe, figure 20, une forte disparité de la ration alimentaire animale en fonction de la zone géographique.

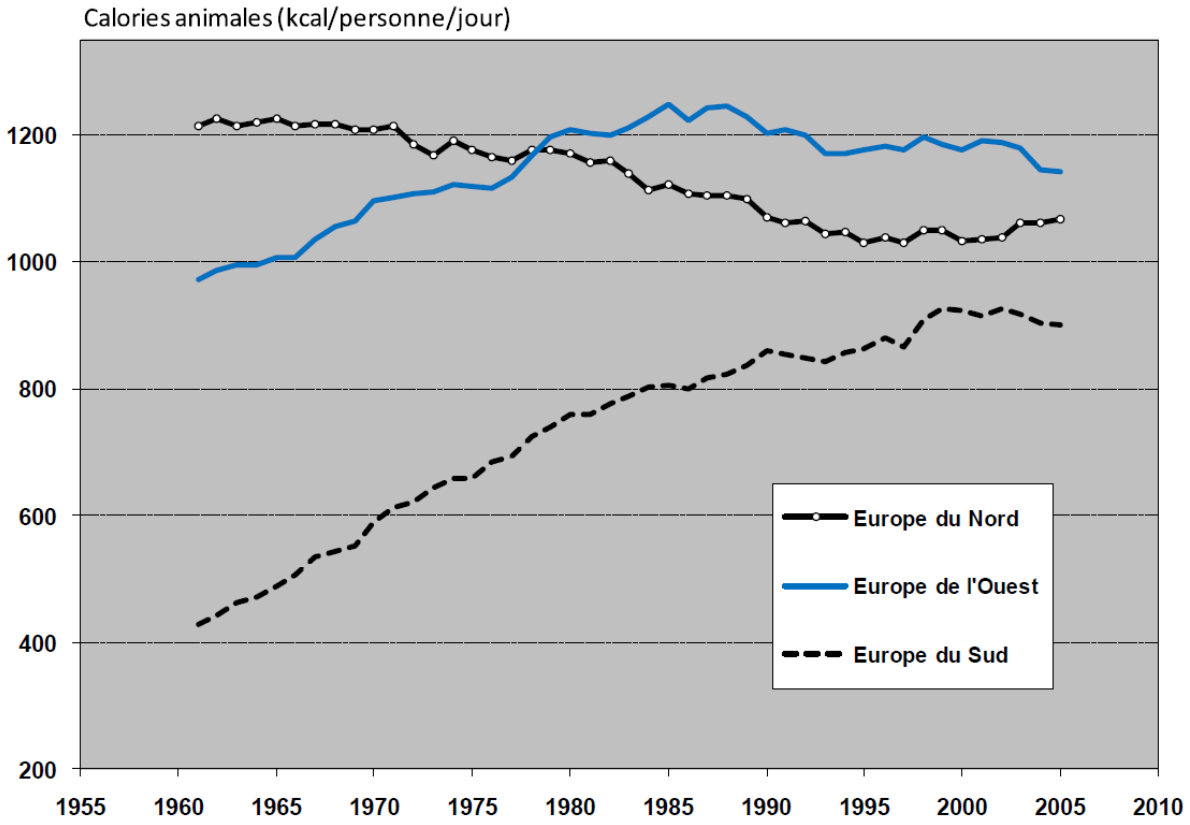


Figure 20 : Infléchissement des disponibilités en calories animales en Europe (Source : Combris, 2006, d'après Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture – STAT).

A partir de 1980, l'information nutritionnelle croissante sur le cholestérol a contribué à inverser les tendances de consommation des pays du Nord et de l'ouest dont la ration animale évoluait de manière croissante avec le revenu, cela nous montre l'importance de l'éducation dans la nutrition. Mais elle seule ne suffit pas toujours à contribuer aux changements alimentaires. Il suffit de se mettre à la place de la mère de famille qui fait le choix de ne pas mettre de légumes sur la table pour passer un bon moment en famille et de se rappeler les repas de fête qui respectent la norme du repas traditionnel. L'hétérogénéité de la consommation est également à mettre en relation avec l'hétérogénéité sociale et des typicités de chaque famille. Ainsi, au sein d'un modèle alimentaire de type géographique il existe plusieurs types de comportement alimentaire.

Le niveau social montre cependant les mauvaises conséquences de ces différences. Par exemple Guignon en 2010 et Mackenbash en 2008 montrent que l'obésité et le diabète affectent d'avantage le bas de l'échelle sociale. En France la consommation de viande diminue avec l'augmentation du niveau de revenu et l'éducation nutritionnelle n'a pas le même impact chez toutes les catégories sociales.

La prise en compte de l'éducation pour une alimentation durable est primordiale et doit être adaptée en fonction du revenu et des catégories socio-professionnelles.

Les fortes disparités au sein d'une communauté sont accrues lors des crises alimentaires, lorsque l'écart entre le revenu le plus haut et le revenu le plus bas augmente. D'autres questions méritent d'être éclaircies par la littérature scientifique, notamment, quelles sont les conséquences d'une baisse de pouvoir d'achat sur les choix alimentaires, quelles en sont les conséquences sur la santé ?

2. Les comportements alimentaires peuvent-ils être durables ?

La durabilité des régimes français, entre certitudes et questionnement.

Il est communément admis que l'empreinte carbone des produits végétaux est plus faible que celle des produits animaux et la production animale est responsable de 80% des émissions de gaz à effets de serre du secteur agricole. Aussi une consommation trop forte de produits carnés et de produits transformés riches en sucres, graisses et céréales raffinées est associée à une progression des maladies chroniques. En conséquence, un changement d'alimentation avec moins de viande, plus de fruits et légumes non transformés devrait être à la fois plus durable d'un point de vue nutritionnel et d'un point de vue émission de gaz à effet de serre.

Le régime végétarien est en adéquation avec ces recommandations. Cependant l'assiette doit être parfaitement pensée pour satisfaire l'ensemble des besoins nutritionnels, car l'apport de certains nutriments essentiels spécifiques est compliqué sans consommation de viande ni de poisson. La consommation de produits issus d'agriculture biologique, idéalement plus riches en micronutriments peut également se montrer moins durable par son emprise foncière et une mécanisation plus importante dans certains cas.

En opposition, les aliments riches en sucres et gras déconseillés dans une alimentation équilibrée ont un impact carbone très favorable. L'ensemble de ces affirmations montre que les objectifs environnementaux et les objectifs nutritionnels peuvent être incompatibles, telles les recommandations d'une augmentation de consommation de poissons incompatible avec le maintien de cette ressource.

Face à ces incompatibilités, l'étude Dualine a estimé l'impact carbone de l'alimentation française et son impact en fonction de qualité nutritionnelle afin de faire un état des lieux et chercher s'il existe aujourd'hui un comportement alimentaire exemplaire significativement représentatif. La finalité étant d'orienter les choix qui pourraient réduire l'impact environnemental sans pour autant remettre en cause la culture de l'alimentation française.

Les résultats montrent que l'impact carbone des personnes interrogées dans l'étude Inca 2 est corrélé à l'apport énergétique journalier ; la corrélation entre l'impact carbone et les quantités totales consommées est également positive.

La même étude affirme que la variabilité de l'impact carbone chez les français est d'abord due à la variable quantité, puis à celle du type de calorie ingéré. Ainsi, à l'échelle de la population, les gros mangeurs contribuent plus à l'émission de gaz à effets de serre d'abord par la quantité relative, et ensuite par leur choix alimentaire.

Pour évaluer la qualité nutritionnelle en fonction des émissions de GES, les scientifiques ont croisé trois indicateurs nutritionnels et défini quatre groupes de mangeurs en fonction de l'adéquation nutritionnelle des apports en nutriments. Ces groupes sont, celui des régimes adéquats, deux groupes de régimes intermédiaires et le dernier en inadéquation avec les recommandations nutritionnelles.

La figure 21 présente les résultats en impact carbone des différents groupes. Pour mieux interpréter les résultats, deux séries supplémentaires ont été réalisées en fixant la quantité de nourriture totale ingérée ou la quantité d'énergie.

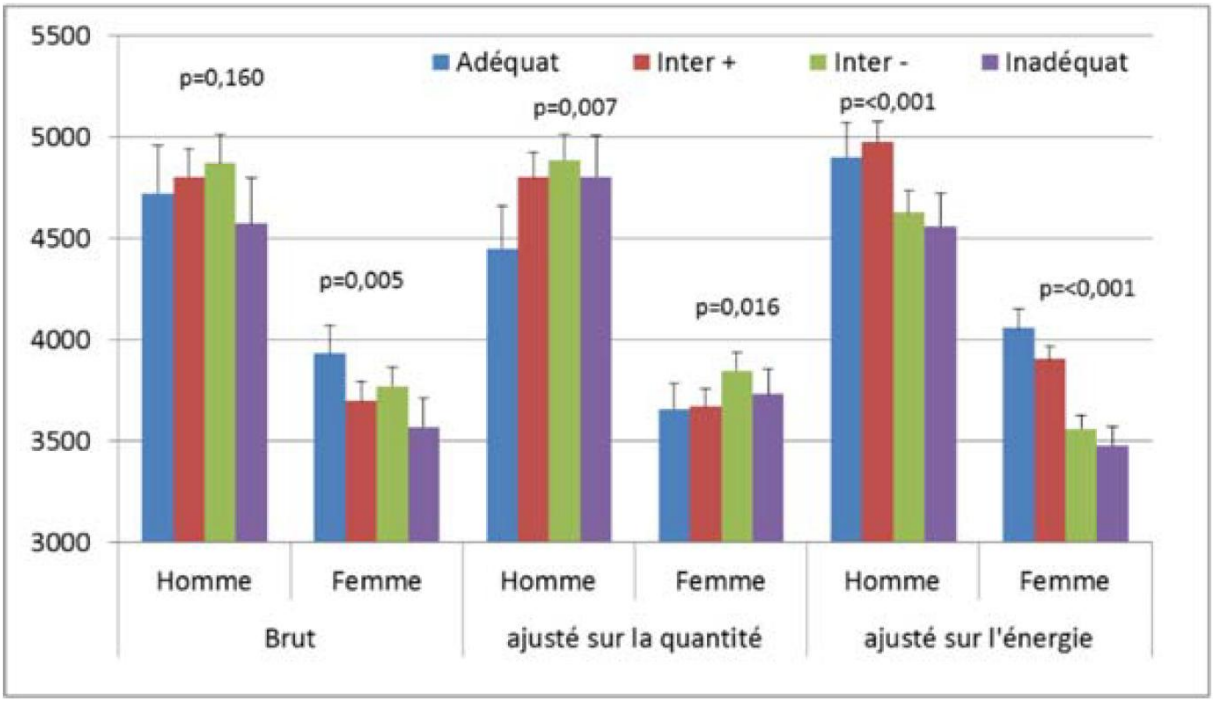


Figure 21 : Impact carbone moyen en fonction du groupe de qualité nutritionnelle et du sexe (g eqCO2/j) avec ou sans ajustement sur la quantité et sur les apports énergétiques. Les analyses et les ajustements sont réalisés sexes séparés (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

L'impact carbone est peu influencé par le bon régime culturellement accepté en France, il a même tendance à être plus impactant chez les femmes. On explique ce résultat du fait que les mangeuses adéquates doivent manger des quantités d'aliments plus importantes pour palier au manque de densité énergétique des aliments à bonne qualité nutritionnelle. Ces deux variables sont inversement corrélées, et ainsi les mangeurs adéquats qui mangent plus de féculents et de fruits et légumes peuvent avoir une alimentation plus impactante qu'un mangeur de calories « vides » à faibles émissions de gaz à effets de serre comme les graisses et le sucre.

Ce débat permet de savoir dans quelle mesure les changements de comportements de consommation peuvent permettre une réduction des émissions de GES et surtout d'estimer l'acceptabilité d'un changement de régime.

Les leviers d'actions comme la portion de viande et les excès de quantité menant aux pathologies chroniques sont identifiés. Il faudrait ensuite corréler ces pistes avec les performances environnementales associées aux conditions de production, de transformation, d'approvisionnement et à la culture alimentaire qui évoluent.

B. Des systèmes alimentaires en évolution

1. Les différents systèmes alimentaires et leur durabilité

En 2013 cinq modèles alimentaires typiques ont été identifiés (Colona et al., 2013)

Le modèle domestique est le modèle de subsistance par excellence, il repose sur le réseau familier ou sur le voisinage. Il consiste, pour une famille, à produire, transformer et partager ses aliments. Très présent dans les pays du Sud, il est en renouvellement dans les pays du Nord sous forme d'agriculture urbaine ou de jardins communautaires.

Le modèle de proximité se caractérise par le faible nombre d'intermédiaires entre producteur et consommateur où la confiance établie entre producteur et consommateur est la garantie d'un service de qualité. Ce modèle est en progrès grâce aux associations de consommateurs, de producteurs, ou grâce aux informations données par une tierce personne par le relai des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les exemples français en développement sont les réseaux AMAP, les plates-formes informatiques de réservation de produits en ligne.

Le modèle traditionnel vivrier se fait grâce à des filières avec beaucoup d'intermédiaires (producteur, transporteur, transformateur, artisan, revendeur local) sur des distances de 100 à 1 000 km. Il a été historiquement très important pour le développement des pays du Nord. On peut illustrer ce modèle par le cheminement du blé au pain de boulangerie artisanale française, mais également par l'alimentation gravitant autour des marchés de gros.

Le modèle agro-industriel est lui opposé au système traditionnel par la forte financiarisation des firmes et des intermédiaires transformateurs et grandes surfaces de commercialisation. Il vise à produire des aliments à prix réduits de qualité standard par la logique de décomposition/recomposition. Il crée une distanciation géographique, économique et cognitive entre l'aliment original et le consommateur.

Le modèle à qualité différenciée repose sur la logique de différenciation des produits justifiant un coût unitaire plus élevé au sein de filières intermédiaires tels les labels, les appellations, les certifications, les pratiques religieuses. Quatre variantes ont été résumées par la nature de la qualité apportée dans le tableau 4.

Remarque : Les modèles à qualité dédiée ou différenciée tendent à rejoindre le modèle agro-industriel car ils répondent à la logique fondamentale du profit et la distanciation avec le consommateur. Ils peuvent être souvent de pair et ce n'est donc qu'un segment marketing supplémentaire des méga-firmes industrielles.

Tableau 4 : Typologie des modèles alimentaires (tiré de l'étude *La complexité des systèmes alimentaires : un atout pour la sécurité alimentaire?* de Stéphane Fournier et al., 2014, d'après Colona et al., 2013).

Modèles		**Principaux critères**	**Convention, principes**
Modèle domestique		Autoproduction, par les ménages ou la communauté	Convention domestique pure Lien familial
Modèle de proximité		0 ou 1 intermédiaire et/ou proximité géographique	Mondes domestique et marchand (et civique dans des formes renouvelées) Lien producteur-consommateur
Modèle « Commodités » (filières vivrières)		Produits de base intermédiés, moyennes distances, faibles investissements	Monde marchand combiné aux conventions domestiques et de l'opinion. Sécurisation de l'approvisionnement, réseaux
Modèle agro-industriel		Production de masse, produits transformés, intermédiaires, services	Mondes industriel et marchand. Fractionnement/assemblage, régularités, réduction coûts/prix
Modèles de qualité différenciée	Par l'origine	Produits différenciés (qualité, prix), avec ou sans labels	Mondes de l'opinion, marchand et inspiré. Tradition et origine
	Naturaliste		Mondes civique (nature) et marchand. Pratiques respectueuses de l'environnement
	Éthique		Mondes civique (justice) et marchand (et de l'opinion). Principe moral, solidarité avec un groupe de personnes

Ces cinq systèmes alimentaires ont été classés dans le tableau 4 selon les paramètres suivants : la proximité géographique des intermédiaires, le nombre des intermédiaires, la nature des services et attributs apportés à la matière première, la nature du produit final, le mode de gouvernance des entreprises intermédiaires et leur organisation du travail, le jeu concurrentiel, le rôle des interventions publiques, la qualité du produit et les lieux de consommation.

Le bilan de durabilité des différents systèmes agro-industriel, vivrier, domestique, de proximité ou de qualité différenciée est délicat par le fait qu'aucun système ne peut prétendre à l'exclusivité et qu'aucun système ne comporte une approche globale applicable au monde entier.

Le système agro-industriel représente plus de 40% de l'alimentation mondiale et les systèmes traditionnels ou alternatifs représentent plus de 50%, ils restent majoritaires. La bonne imbrication des différents systèmes et leur complexité sont un atout pour la sécurité alimentaire ; les modèles alternatifs comblent les lacunes du système agro-industriel et inversement. Chaque modèle a cependant ses limites et ses caractéristiques fortes dont nous allons étudier la durabilité.

Durabilité du système agro-industriel

Le système agro-industriel a de nombreux avantages : hyper choix alimentaire, maintien d'une forte activité économique des pays, qualité sanitaire des produits d'un point de vue contaminant biologique. Ce système, malgré sa mission –nourrir la planète–, n'a pas permis d'éradiquer la faim dans le monde, il a détruit de nombreux emplois de petits producteurs, il a augmenté la distance entre producteurs et consommateurs, il est responsable d'épuisement des ressources naturelles (eau, biodiversité, matière organique des sols) et de dégradation des paysages. Il contribue même au développement des nouvelles maladies alimentaires notamment l'obésité.

En réaction à ce système alimentaire, un retour aux valeurs traditionnelles et naturelles d'autrefois est souhaité par de nombreux acteurs qui poussent le système agro-industriel à innover et à évoluer en système alimentaire à qualité différenciée. Cela entraine également le développement de systèmes alimentaires alternatifs.

Les circuits courts

Le système d'approvisionnement alimentaire en circuit court se développe depuis quelques années, les Amap en France (association pour le maintien d'une agriculture paysanne) inspiré des Tekei au Japon, le retour des marchés paysans, le critère local exclusif pour les légumes de restauration collective sont à l'image de ces changements sociétaux.

Le ministère de l'agriculture a défini le circuit court comme un mode de commercialisation des produits agricoles s'exerçant soit par vente directe du producteur au consommateur soit par vente indirecte à condition qu'il n'y ait qu'un seul intermédiaire entre l'exploitant et le consommateur. Les circuits courts résumés dans la figure 22 sont issus d'initiatives de différents acteurs, territoriaux ou consommateurs locaux.

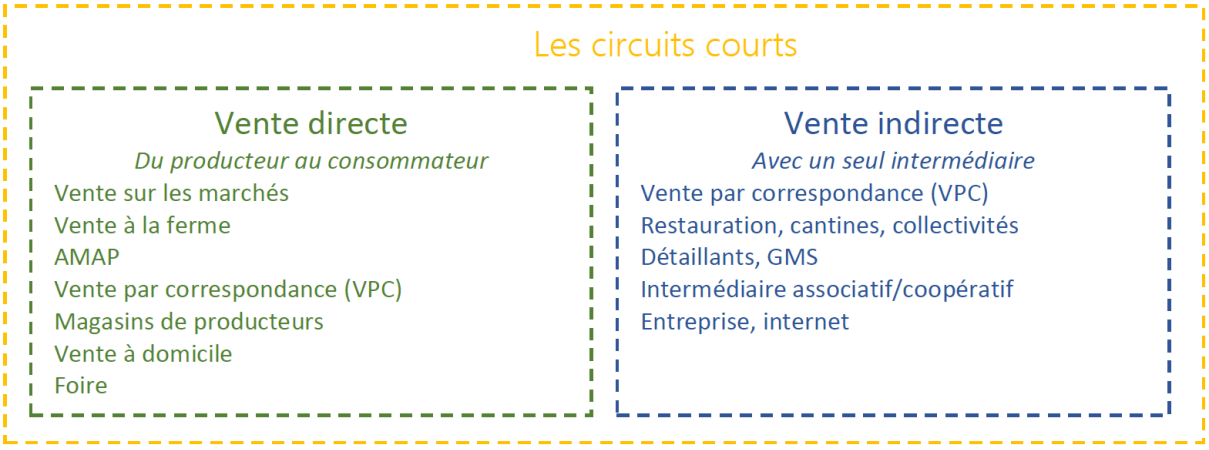


Figure 22 : Schéma récapitulatif des principaux types de circuits courts (Source : BASIC).

Les circuits courts sont un système alternatif présenté comme durable par la proximité renouée entre agriculteurs, acteurs et mangeurs locaux, en opposition au système conventionnel et aux longues chaînes agro-alimentaires. Les revendications de ce mode alimentaire sont surtout sociales. Elles dénoncent le bas coût du travail et les hauts moyens capitalistiques des grands groupes industriels et des distributeurs de grande et moyenne surface. Il met en avant une nourriture plus saine, respectant mieux les cycles saisonniers et souvent issus d'agriculture labellisée (agriculture biologique par exemple).

Aujourd'hui, en France, un agriculteur sur six est impliqué dans la vente locale. Ces entreprises ont souvent la double casquette circuit de valorisations conventionnelles et circuit court. Ce double système ne permet souvent pas d'avoir une logistique optimisée et devient chronophage, ce qui limite son développement.

Les promoteurs du système d'approvisionnement en circuits courts ont souvent des volontés politiques ou stratégiques masquées par les besoins de la communauté « locavore » qui considère l'action de manger comme un acte politique.

Il est indiscutable que la dimension sociale du développement durable est satisfaite dans ce modèle alimentaire. Cependant les autres axes du développement durable restent à débattre.

D'un point de vue environnemental la performance de ce type d'exploitation est largement débattue, notamment à cause de la moindre efficacité logistique.

D'un point de vue sanitaire les systèmes alimentaires locaux ne répondent pas aux problèmes de nutrition des populations défavorisées et ce système risque d'être soumis uniquement à des groupes urbains aisés.

Les indications géographiques et appellations d'origine protégée

Une autre alternative au système agro-industriel est le système des IG (indications géographiques) qui peut être vu comme une opportunité de renforcement de la durabilité des systèmes alimentaires. Les IG sont reconnues par l'OMC depuis 1994 comme un droit de propriété intellectuelle, ils sont soumis à cahier des charges mais ne sont pas tenus d'engagement que ce soit d'un point de vue équitable, environnemental ou social.

La mise en valeur d'une matière première locale permet une meilleure rémunération du producteur et elle est dans ce sens plus équitable. L'histoire et le patrimoine mis en avant donne une dimension sociale au produit. Cependant, le paramètre environnemental est difficile à aborder, bien que le patrimoine environnemental parait être défendu, il n'y a pas de réelle réduction des émissions de gaz à effet de serre démontrée.

Les IG sont surtout un outil de politique agricole et de développement qui permet une meilleure rémunération tout en protégeant les produits de terroir. Dans le cas particulier des AOP fromagères, l'utilisation des produits phytosanitaires est plus limitée, les exigences de pâturage à l'herbe sont très encadrées, de même que le maintien des paysages ouverts en montagne par exemple. Les races locales, souvent mieux adaptées à ce type de production, sont également favorisés par les normes de production de ces fromages ; la diversité génétique est donc favorisée dans ce système. L'AOP fromagère étant un cas particulier, il reste à démontrer que l'ensemble des AOP et IG contribue à la préservation de la biodiversité.

L'agriculture biologique

L'agriculture biologique est un mode de production basé sur des principes de respect de la nature, elle respecte un cahier des charges européen et le logo AB garantit le respect des normes. Cette agriculture connaît un fort développement : de 2006 à 2016 les ventes ont progressé d'un facteur 3,5.

Le Grenelle de l'environnement ainsi que la FAO disent de l'agriculture biologique qu'elle est durable. La littérature scientifique s'interroge, bien que de nombreuses études démontrent un impact positif de l'agriculture biologique sur l'environnement.

De nombreuses études vantent les impacts environnementaux de l'agriculture biologique, par la notion de non emploi des pesticides chimiques et engrais de synthèse. Ils sont certes très nombreux comme l'indique le tableau 5 ci-dessous mais à moduler sur l'aspect empreinte carbone.

Tableau 5 : Les principales externalités de l'Agriculture Biologique (Source : ADEME, 2018, tiré de l'ITAB, 2016).

Indicateurs	Résultats Agriculture Biologique	Tendance à la réduction des externalités
Sols	Dégradation physique	=
	Acidification	n/a
	Salinisation, toxification	++
	Eutrophisation	++
	Dégradation biologique	+
	Emprise foncière (si changement d'échelle)	-
Eau	Consommation d'eau	+
	Pollution par les pesticides	++
	Pollution par les nitrates	++
Air	Pollutions particules, ammoniac	n/a
	Bilan émissions de GES (Plus faible GES/ha ; GES/kg + variable)	+
Energie Fossile	Bilan consommation d'énergie (ACV) (Plus faible énergie/ha ; énergie kg + variable)	+
Phosphore	Moindre consommation	+
Biodiversité	Mortalité faune (oiseaux, poissons…) due aux pesticides	++
	Impacts nitrates sur faune aquatique	++
	OGM : réduction nb variétés cultivées	++
	Service de pollinisation accru	++
	Régulation biologique des ravageurs +	++
Santé Humaine	Toxicité aigüe des pesticides	++
	Toxicité chronique (parkinson, cancers, …)	++
	Toxicité des composés azotés NOx, et N2O, NH3	n/a
	Meilleur qualité sanitaire des aliments	+
Santé animale	Développement de l'antibio-résistance	++
	- mutilations, et pratiquées sous antalgie	+

Deux questions restent cependant controversées : le travail du sol parfois plus important en agriculture biologique et l'émission des gaz à effet de serre, thème majeur des objectifs de durabilité de l'ONU. Les conséquences défendues par Patrice Coll dans sa thèse de 2011 sont une différence non significative de la qualité des sols en agriculture biologique, un appauvrissement en population de vers de terre, résultat d'un travail de la terre plus fréquent et plus profond.

En parallèle J-Marc Jancovici démontre par des calculs empiriques présentés dans les figures 23 et 24 ci-dessous mais utilisables à l'échelle de la planète, que les émissions des gaz à effet de serre par l'agriculture biologique sont du même ordre que celles de l'agriculture conventionnelle. La raison défendue est simplement la diminution des rendements par unité de surface pour une activité du travail mécanique agricole similaire et que le fumier épandu est également émetteur de gaz à effets de serre.

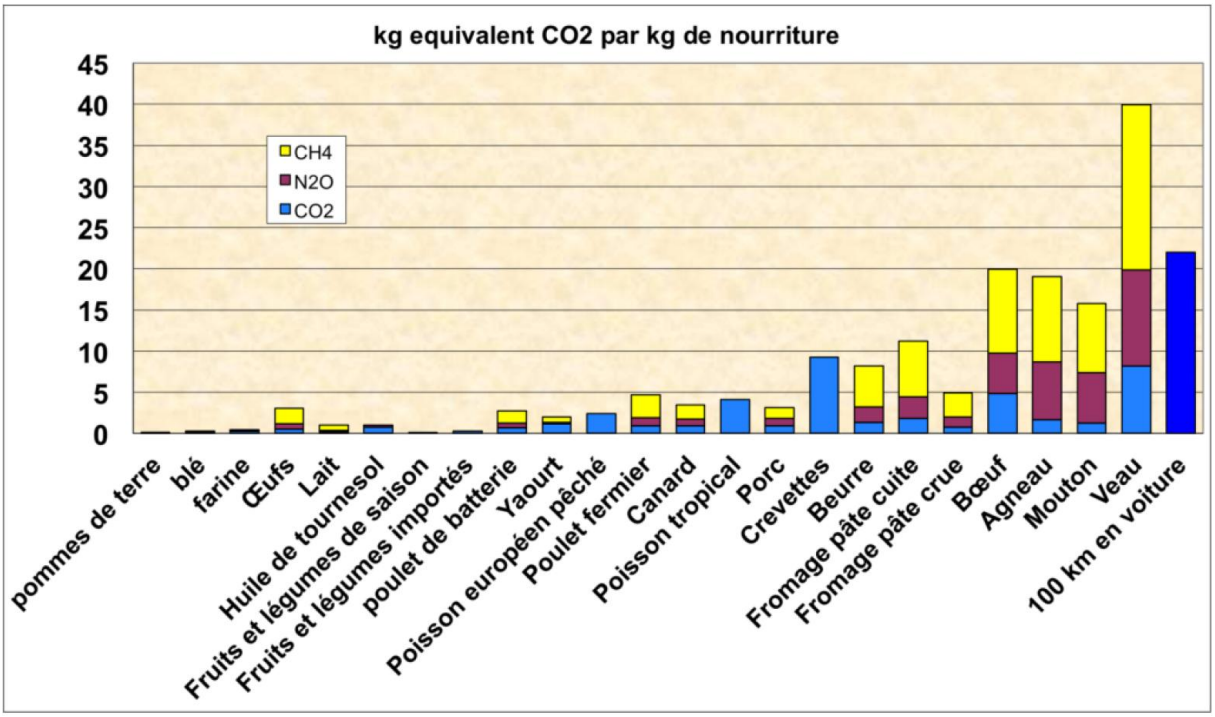


Figure 23 : Emissions de gaz à effet de serre liées à la production d'un kg de nourriture, en kg équivalent carbone, avec une discrimination par gaz, pour les produits dits « conventionnels » (tiré de l'article *Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?* de J-M Jancovici, 2017).

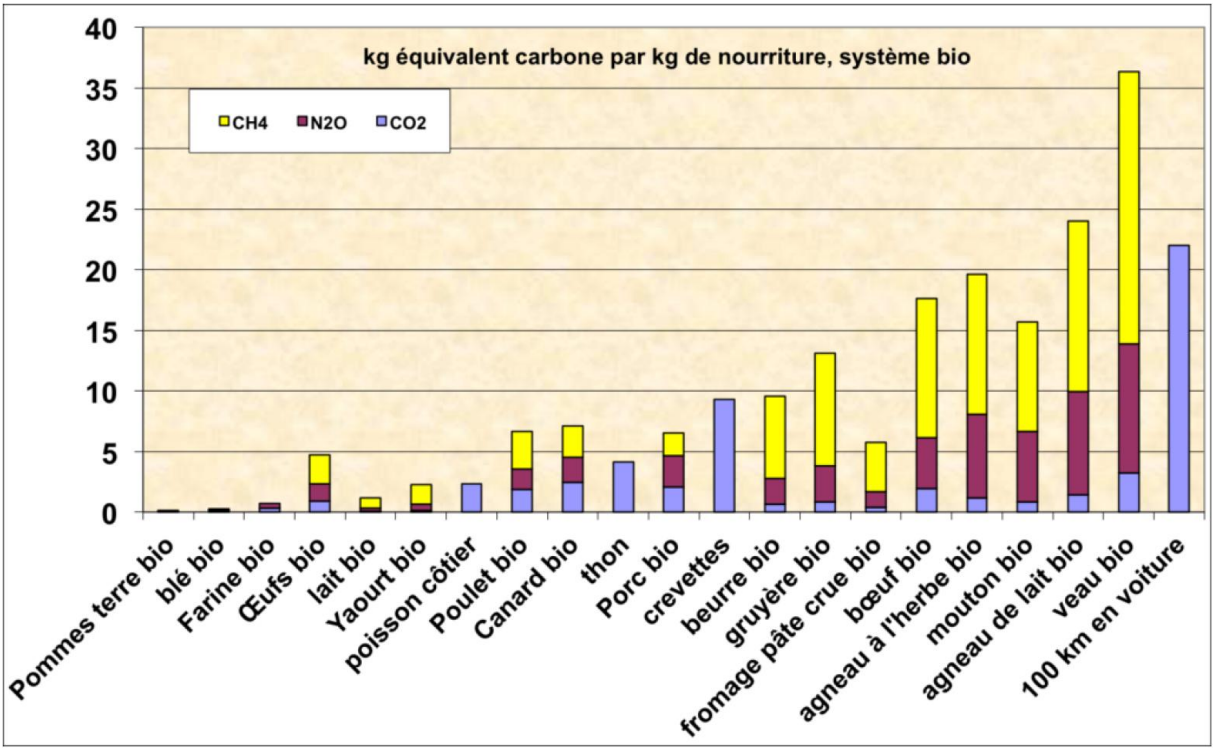


Figure 24 : Emissions de gaz à effet de serre liées à la production d'un kg de nourriture, en kg équivalent carbone, avec une discrimination par gaz, pour les productions en « système bio » (tiré de l'article *Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?* de J-M Jancovici, 2017).

Cependant ces hypothèses en faveur ou non de l'agriculture biologique ne sont pas exhaustives en raison d'une réelle diversité des modèles d'agriculture biologique et conventionnelle. D'ailleurs un sujet de recherche (Capitaine et al. 2009) a démontré que l'évaluation des agricultures conventionnelles ou biologiques sous un modèle unique n'a pas de réelle valeur. De plus une méthodologie appliquée à deux échelles géographiques différentes peut donner des résultats contradictoires sur la durabilité des agricultures.

Il s'agit donc d'être prudent sur les conclusions que nous pourrions donner sur la durabilité de l'agriculture biologique d'un point de vue émissions de gaz à effets de serre.

On peut néanmoins affirmer que l'emprise foncière est augmentée par la baisse considérable des rendements dans un système traditionnel de monoculture, que la diminution de déversement d'engrais et pesticides de synthèses dans la nature a un impact incomparable sur la biodiversité et sur la qualité de l'eau, que la qualité du sol peut être remise en cause par un travail mécanique qui peut augmenter en système d'agriculture biologique.

D'un point de vue social, même s'il est souvent affirmé que l'agriculture biologique est éthique, peu d'études le démontrent.

Les produits biologiques sont souvent plus chers. Le coût est justifié par les attributs santé, goût, environnement, certifications qui garantissent une rentabilité économique du producteur malgré une différence de rendement avec l'agriculture non biologique. Cependant ce surcoût peut présenter des problèmes d'accès à l'alimentation pour les catégories de population les plus pauvres.

La FAO proclame pouvoir nourrir la planète avec l'agriculture biologique en 2050 et défend un programme en ce sens. Il est nécessaire d'avoir plusieurs années de transition pour qu'un équilibre de production agricole et de consommation puisse être établi, sans tenir compte des dimensions politiques et économiques qui influencent l'avenir des agricultures.

Le commerce équitable

Le commerce équitable défini dans la figure 25 est le souhait de garantir une rémunération plus juste aux producteurs agricoles qui leur permette de vivre de leur métier et de le faire évoluer par les investissements. En plus d'être équitable d'un point de vue économique, le besoin de réduire l'empreinte environnementale apparait comme une valeur équitable de plus en plus représentée.

« Le commerce équitable a pour objet d'assurer le progrès économique et social des travailleurs en situation de désavantage économique du fait de leur précarité, de leur rémunération et de leur qualification, organisés au sein de structures à la gouvernance démocratique, au moyen de relations commerciales avec un acheteur, qui satisfont aux conditions suivantes :

- *Un engagement entre les parties au contrat sur une durée permettant de limiter l'impact des aléas économiques subis par ces travailleurs, qui ne peut être inférieure à trois ans.*
- *Le paiement par l'acheteur d'un prix rémunérateur pour les travailleurs, établi sur la base d'une identification des coûts de production et d'une négociation équilibrée entre les parties au contrat.*
- *L'octroi par l'acheteur d'un montant supplémentaire obligatoire destiné aux projets collectifs, en complément du prix d'achat ou intégré dans le prix, visant à renforcer les capacités et l'autonomisation des travailleurs et de leur organisation.*

Chaque entreprise intervenant dans ces filières est en mesure de produire des informations relatives à la traçabilité des produits.

Les entreprises faisant publiquement état de leur appartenance au commerce équitable participent à des actions de sensibilisation et d'éducation à des modes de production et de consommation socialement et écologiquement durables. »

Figure 25 : Définition du commerce équitable selon l'article 94 de la loi du 31 juillet 2014 relative à l'économie sociale et solidaire.

L'impact social positif de ce système est un point de débat car il ne peut être garanti positif sur l'ensemble des filières dont les acteurs sont souvent les mêmes que ceux des filières conventionnelles. L'engouement pour ce type de produit crée un marché à plus haute valeur ajoutée dont les règles de partage sont sensiblement les mêmes.

D'après le journal *Le Monde*, le commerce équitable est en pleine croissance et son panier moyen chez les français en 2018 était de 6,24 € et de 41 € chez les Suisses. En France, les produits issus du commerce équitable sont d'une grande variété et issus de plusieurs démarches comme « Ensemble » de Biocoop, « Paysans d'ici » d'Ethiquable, « c'est qui le patron ?! » et les différentes filières de Biopartenaire. Leur engagement dans l'écologie est fort et la concrétisation du partenariat se fait par la certification agriculture biologique dans la majorité des cas.

Aucune documentation ne traite l'environnement pour l'agriculture de commerce équitable. On observe que l'agriculture biologique est souvent une obligation et on peut imaginer que les circuits logistiques sont optimisés de manière limitée.

Les démarches de commerce équitable en France ont débuté dans les années 2000 et sont en pleine croissance. Elles ont le bénéfice d'apporter à la fois de l'éthique par la stabilité économique apportée aux producteurs et des arguments environnementaux liés à l'agriculture biologique. Son déploiement en France sera conditionné par la compréhension de ses principes par les consommateurs.

Le risque de ce marché est que la croissance attirant de nombreux acteurs aux motivations hétérogènes tende à la banalisation du commerce équitable. Cela pourrait être en faveur de la disparition de ce mouvement ou d'un renouvellement de ses pratiques.

La dynamique des systèmes alimentaires entre eux

La diversité des systèmes alimentaires induit une imbrication complexe d'acteurs dont les objectifs diffèrent. Les modes de fonctionnement des systèmes sont différents et l'évaluation des impacts sociétaux, économiques et environnementaux sont difficiles à aborder sur des échelles de temps restreintes, sur des échelles géographiques croissantes et pour le manque de données.

Il est possible d'observer le développement de systèmes alternatifs ultra-innovants qui expérimentent et sont susceptibles d'influencer les différents systèmes alimentaires alternatifs ou conventionnels. C'est le jeu concurrentiel mutuel et permanent des différents acteurs qui pèse dans le changement pas à pas vers la durabilité.

Les systèmes alternatifs ont aujourd'hui l'avantage d'être un levier d'action pour l'alimentation durable plus par son influence sur les consommateurs que par une réalité environnementale justifiée scientifiquement. Ce processus de changement relayé par les médias, les mouvements sociaux et politiques amplifie le besoin sociétal d'évolution des systèmes alimentaires vers le sens de la durabilité. Les évolutions des aliments s'effectuent par cycles, la durabilité est la dernière tendance d'une longue suite de propriétés liées à l'alimentation figure 26.

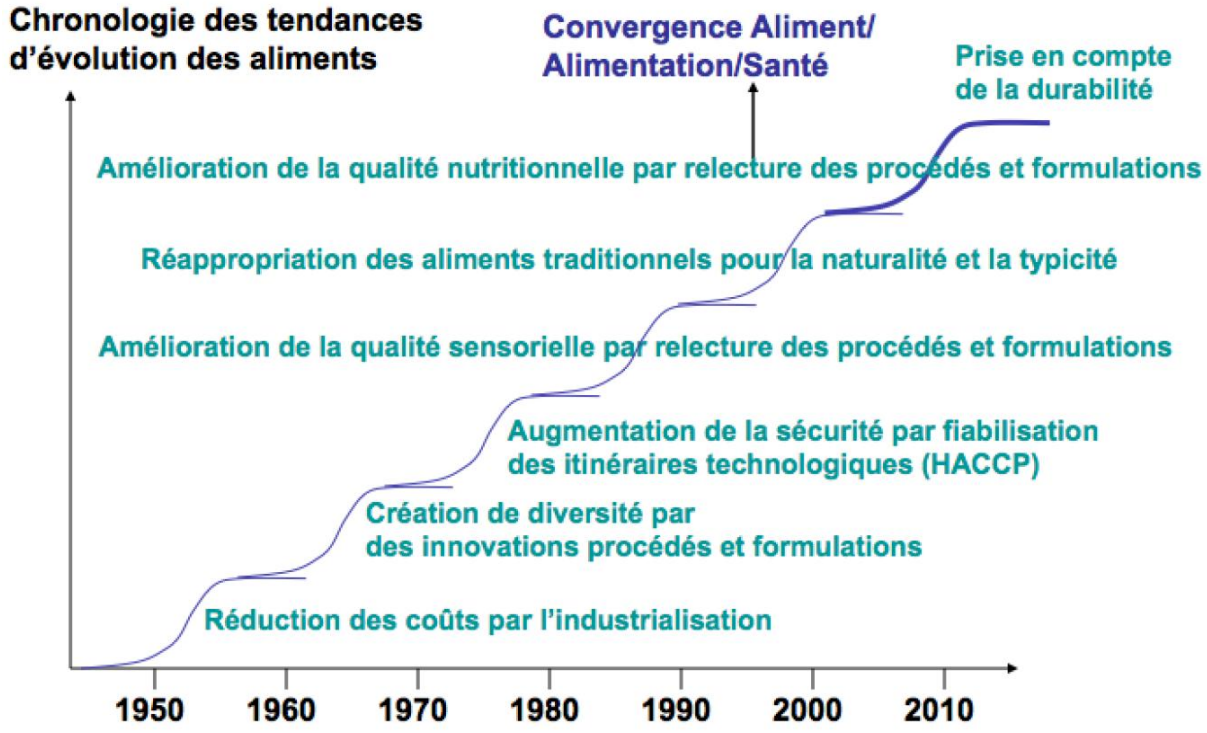


Figure 26 : Evolution historique des facteurs expliquant l'évolution de la qualité des aliments (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

2. Ce qui fait évoluer les systèmes alimentaires

L'urbanisation croissante des populations et l'approvisionnement alimentaire

La dynamique des populations est une question très importante pour la durabilité des systèmes alimentaires. La concentration de la population urbaine aux quatre coins du monde et l'étalement des villes changent les contraintes de l'approvisionnement et du transport de la nourriture. Pour connaitre la durabilité du système alimentaire, il est important de comptabiliser la dimension spatiale des flux alimentaires et de s'intéresser à la localisation de la production, de la transformation et de la distribution des aliments.

L'urbanisation croissante modifie l'aire géographique et les modes d'approvisionnement, elle réattribue l'usage des terres à proximité des villes. Le défi de nourrir les villes en qualité et en quantité est un enjeu majeur de la santé. Quelques chiffres pour la région Île de France montrent l'ampleur du défi. Il faut environ 7 200 tonnes de nourriture par jour pour nourrir les 12 millions d'habitants de la région Île de France, soit 3,6 millions d'hectares pour nourrir la région Île de France dont la superficie est de 1,2 millions d'hectares (soit trois fois moins). En plus de l'exclusion spatiale, l'exclusion sociale s'accompagne bien souvent d'exclusion nutritionnelle. En effet, dans les grandes villes, les zones de population aux revenus modestes sont non négligeables. On observe que ces populations moins bien nourries atteignent des proportions très élevées dans les pays en voie de développement puisque le tiers de la population urbaine mondiale vit dans des bidonvilles.

Une problématique majeure de l'urbanisation est la consommation d'énergie de transport des marchandises occasionnant les émissions de gaz à effets de serre. Nous notons que la distance moyenne parcourue par les marchandises agricoles a augmenté aux niveaux national, européen et mondial, que ce soit en tonne-kilomètre ou en distance moyenne des transports. L'évolution de nos habitudes alimentaires est la principale cause de l'allongement des distances de transport, elle a influencé la géographie de l'économie par un remodelage des spécialités territoriales, une concentration spatiale des sites industriels et des modifications dans la chaîne logistique.

En Europe, le trafic en tonne-kilomètre a plus que doublé de 1970 à 2010 et la distance moyenne des transports de produits manufacturés et alimentaires est passé de 72 à 99 km pendant la même période. Le transport international des produits agricoles et agroalimentaire effectué par les camions français a triplé de 1975 à 1995.

La concentration urbaine est responsable de ces augmentations, ainsi que l'augmentation des revenus qui est corrélée à une forte demande de diversité alimentaire. Cela a pour conséquence l'importation de produits de régions de plus en plus éloignées et une consommation croissante de produits transformés en faveur du transport des marchandises.

La spécialisation des territoires et l'évolution des stratégies industrielles concentrent pour des raisons économiques, logistiques et de simplicité d'accès au savoir-faire, les spécialités alimentaires dans des bassins de production régionaux.

Bien que l'activité de production et de transformation soit la principale source d'émission de gaz à effets de serre, le transport des produits alimentaires est fortement impliqué. Les villes concentrant la moitié de la population mondiale et certains pays n'étant pas autonomes en alimentation, de nombreux pays, villes et politiques s'approprient la question de l'approvisionnement alimentaire en faveur de la durabilité. Selon la London Developement Agency, en 2006 plus de 40% de l'empreinte carbone de la ville de Londres était imputable à son système alimentaire. Repenser le système agro-industriel actuel en faveur d'une alimentation plus durable inspirée des systèmes alternatifs est une nécessité. Ainsi des systèmes de valorisation à la fois plus courts et plus diversifiés ouvrent de nouvelles opportunités mais également beaucoup de discussion. Pendant que le débat sur la définition d'un produit local se focalise sur la considération d'une aire géographique, il faut également souligner le besoin des villes à penser de manière globale. Pour diversifier ses sources de production et éviter la pénurie alimentaire, pour garder un bilan environnemental positif, pour garder un lien social et culturel vis-à-vis d'autres régions, il est important de ne pas être 100% local et de rechercher un juste équilibre.

La FAO souligne que le développement de l'agriculture périurbaine et urbaine est un outil efficace pour assurer la sécurité alimentaire et s'adapter au réchauffement climatique. Cette agriculture doit être un levier qui permet de préserver les paysages et les services de l'alimentation, tout en enrichissant la réflexion sur les émissions de gaz à effets de serre.

Pertes et gaspillages

Le gaspillage alimentaire ainsi que les pertes ont été longtemps méconnus du grand public. Débattu sur les plateaux TV depuis quelques années, il est le résultat des changements socio-économiques des systèmes alimentaires au niveau planétaire et du changement de la valeur du temps passé à la cuisine. Les pertes et gaspillages deviennent une préoccupation politique en conséquence de l'augmentation de la population, de la prise de conscience de la finitude des terres et de la faim dans le monde qui augmente. Ils sont même présentés comme solution à l'augmentation de population d'ici 2050 puisqu'au niveau mondial les gâchis représentent 30% de la production initiale d'après la FAO, ce qui correspond à la prévision d'augmentation de population sur la période 2017-2050.

Du point de vue de la durabilité, la nourriture gâchée comporte plusieurs aspects. Elle aurait pu être valorisée en aliment à coût d'achat plus bas pour faire face au problème de la faim des plus démunis, en énergie ou en compost. De plus le coût en ressource sol, eau, énergie consommée et gaz à effets de serre émis, alourdit le bilan. Le consommateur paye indirectement la recette dans le coût global de l'alimentation. Le cycle de vie des produits jetés ont utilisé la chaine de valeur dans son intégralité, de la transformation à l'emballage, la conservation, la distribution, la mise sur le marché, l'élimination, la collecte des déchets et leur traitement. Cette thématique est très ancienne puisque les pertes post-récoltes existent depuis l'apparition de l'agriculture et le gaspillage depuis toujours.

La FAO définit les pertes comme une modification de la disponibilité, de la comestibilité ou de la qualité d'un aliment, qui le rendent impropre à la consommation humaine ; et les gaspillages comme l'action de trier et mettre au rebus délibérément ou consciemment une ressource alimentaire alors qu'elle est parfaitement comestible. Le gaspillage se fait surtout en fin de chaîne alimentaire dans la distribution, la restauration et les ménages. Il est le

résultat d'achat ou de production supérieure au besoin. On peut également parler de gaspillage dans la surconsommation, qui génère également un coût sanitaire non négligeable quand la surconsommation chronique déclenche les maladies liées à l'obésité par exemple.

La nature des pertes et gaspillages est différente pour les pays du Nord et les pays du Sud, figure 27.

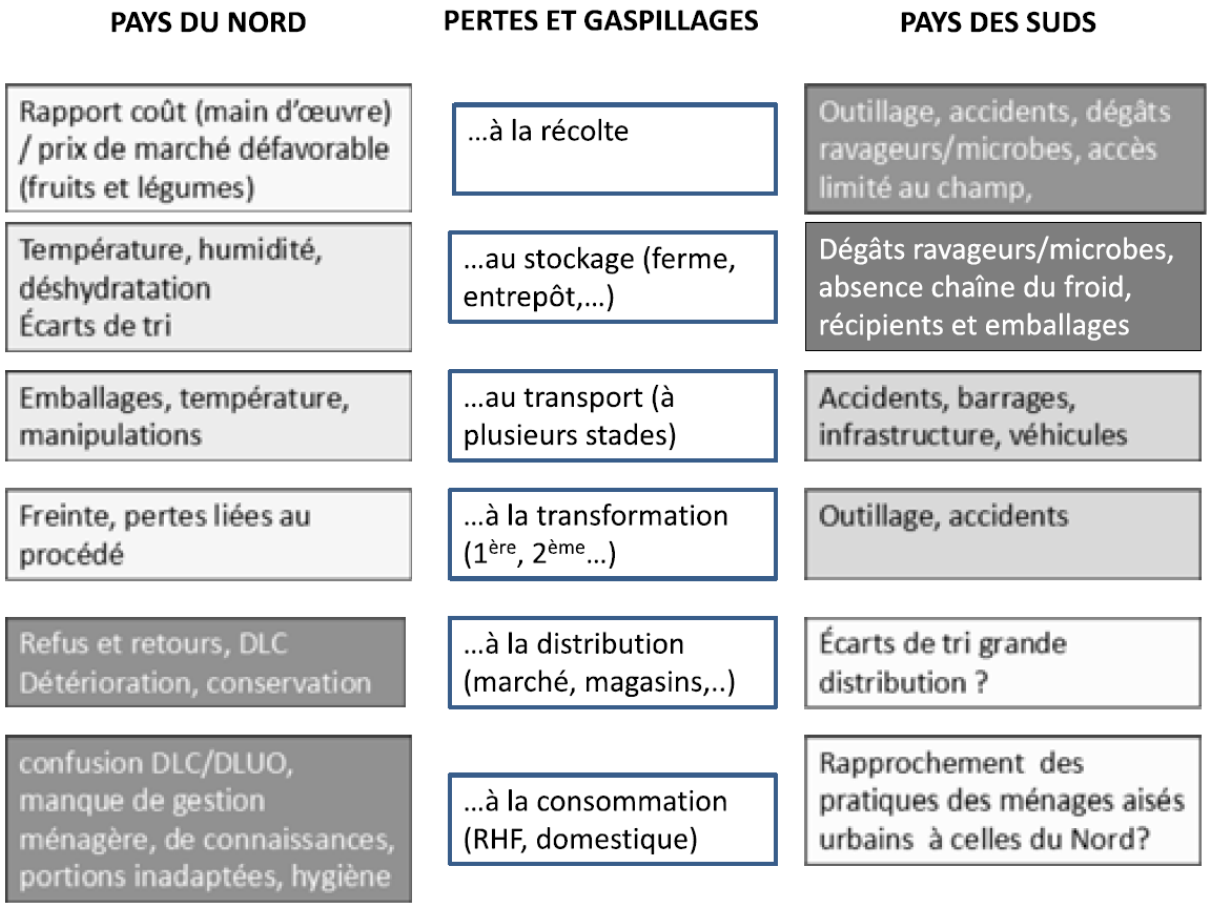


Figure 27 : Origines et localisation des pertes et gaspillages dans les systèmes alimentaires des pays du Nord et des Suds (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

Les pertes post-récoltes sont plus fréquentes dans les pays du Sud, qui maîtrisent moins bien les procédés de production, et les gaspillages des ménages sont bien plus importants dans les pays du Nord.

Les données du gâchis sont difficiles à quantifier dans les pays du Sud où les données sont moindres. Dans l'Europe des 27 en 2009, les données de perte et de gaspillage ont été compilées pour estimer son poids à 179 kg/hab/an. La ventilation est montrée sur la figure 28.

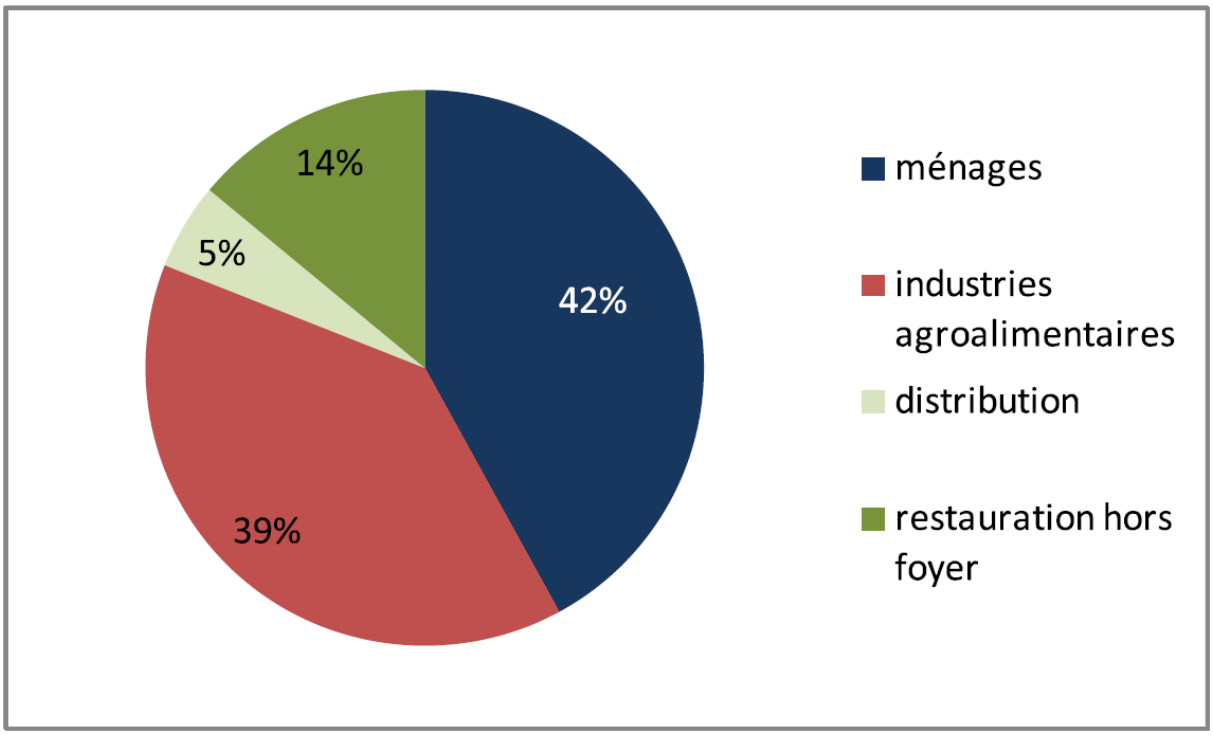


Figure 28 : Répartition des 89 millions de tonnes de déchets alimentaires annuels en Europe (179 kg par habitant et par an). Pour les industries agroalimentaires, le chiffre inclut les co-produits (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011, d'après Eurostat 2006 et données nationales de 2006 à 2009).

En France, les données précises manquent. L'ADEME estime en 2007 le gaspillage à 7 kg de produits alimentaires jetés sous emballage et 20 kg non consommés par an et par habitants pour les ménages et la restauration.

La prise de conscience des populations de pays développés implique la prise en compte des politiques qui réglementent l'industrie par l'augmentation de la redevance pour les effluents chargés en matière organique. En logistique la gestion des stocks, l'automatisation du conditionnement et la robotisation des préparations de commandes ont permis d'éviter des gaspillages. La recherche appliquée permet également à l'industrie agro-alimentaire de valoriser les sous-produits et co-produits en alimentation humaine plutôt qu'animale.

Il reste difficile néanmoins pour le public de comprendre les différences entre DLC : date limite de consommation et DDM : date limite d'utilisation minimale (la DDM remplace la DLUO : date limite d'utilisation optimale) qui sont normalisées au niveau européen.

En restauration collective, des actions de sensibilisation et d'éducation des jeunes sont menées bien que la quantification des pertes et gaspillages ne soit pas chiffrée précisément. Pour une meilleure prise de conscience et arriver à des comportements économes et durables, il serait bon de pouvoir mesurer plus précisément les gâchis. Ce serait une piste pour changer les mauvaises habitudes de production, de commercialisation et de vivre qui sont souvent invisibles pour la plupart de la population.

Du côté des pays du Sud ce sont les pertes post-récoltes qui sont les plus importantes, un accompagnement technique et organisationnel permettrait des évolutions conséquentes. La FAO a chiffré un investissement de 940 milliards de dollars US qui permettrait de diminuer de moitié les gâchis pour 2050 en Afrique Subsaharienne.

Compréhension de la volatilité des prix et politique agricole

La volatilité des prix impacte la santé durable par le coût d'accès aux matières premières agricoles de premier recours, ce qui peut provoquer des malnutritions pour les populations vulnérables. La problématique de la volatilité des prix des matières premières agricoles est de dimension internationale. Elle est dictée par le marché des exportations, soit 7% de la production mondiale de riz décortiqué, 11% de celle du maïs et 19% de celle du blé pour l'année 2010.

Ces pourcentages qui paraissent moindres sont suffisants pour établir l'équilibre de l'offre et de la demande. La principale variable d'ajustement des prix de marché est la quantité de stock et sa prévision. Quand les stocks atteignent un minimum mettant en péril l'approvisionnement mondial, les prix s'élèvent et deviennent volatiles.

Le commerce international tient un rôle dans la répartition des stocks par mutualisation du risque et l'aléa productif mondial est nettement plus faible qu'au niveau national. Les deux graphiques de la figure 29 démontrent que la variation de rendements de blé dans une zone géographique localisée est toujours plus importante que dans la zone monde.

L'envolée des prix agricoles en 2007-2008 et les crises alimentaires ont ouvert le débat sur les politiques commerciales à mener. Les réactions de mise en place de mesures aux frontières sont courantes, ce sont des restrictions ou incitations aux exportations ou aux importations qui correspondent à des situations d'abondance ou de pénurie. Les protections douanières tiennent compte du niveau de stock et des perspectives de stock mondial. Ces barrières ne sont pas toujours à la hauteur et ne permettent pas l'éradication de la malnutrition. Il est important que les pays les plus vulnérables participent à une collaboration internationale pour que le ciblage et la mise en œuvre des actions correspondent mieux au besoin de la faim dans le monde. Il existe d'autres solutions de lutte contre l'inflation des produits alimentaires pour les pays pauvres ; la souveraineté alimentaire qui améliore le stock national en denrées alimentaires diversifiées.

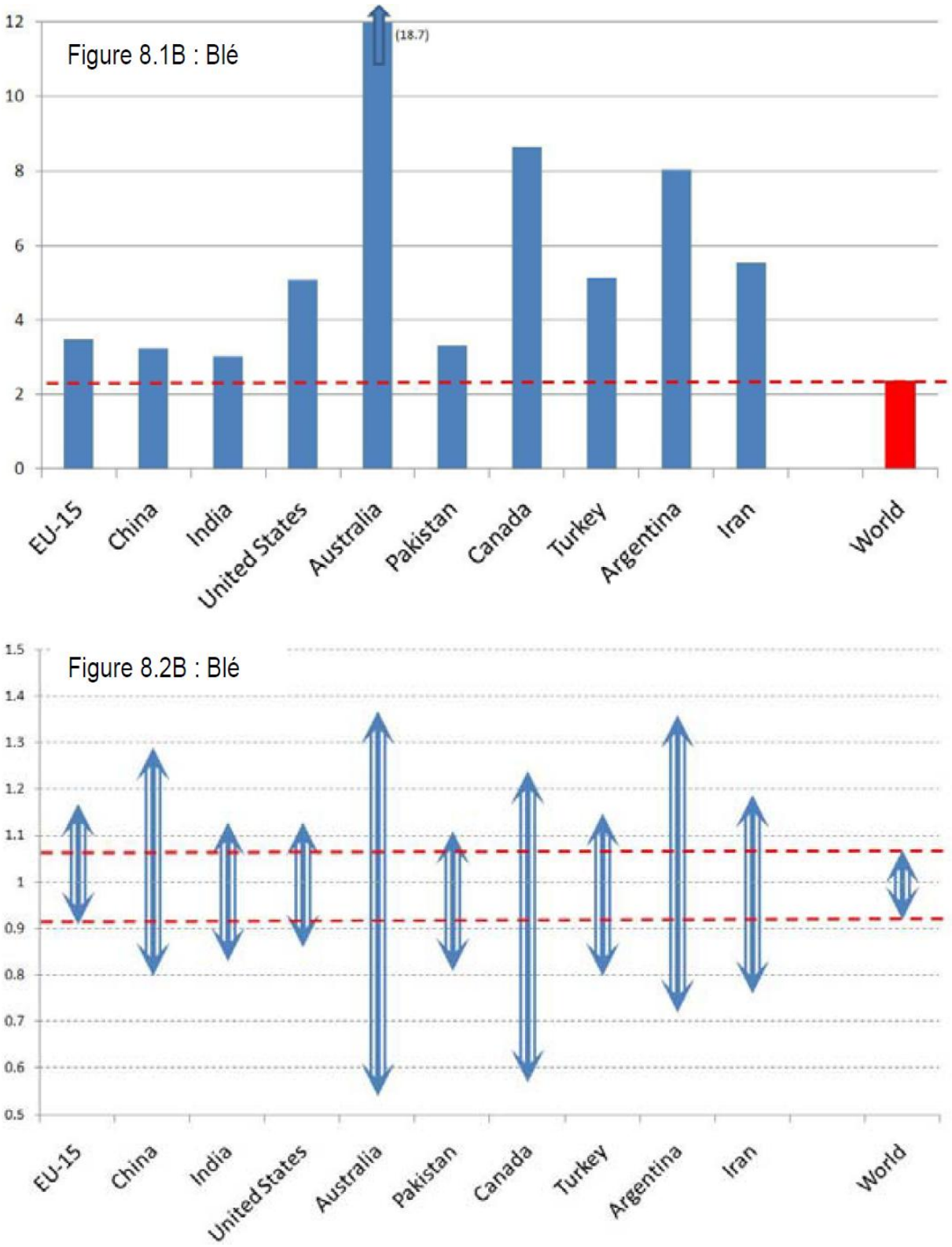


Figure 29 : Coefficient de variation (8.1B) et plage de variation (8.2B) des rendements du blé par pays et dans le monde (1960-2010) (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

C. Quelle alimentation pour demain

1. Prédire l'avenir de l'alimentation

Pour tenter d'avoir une vision de l'alimentation de demain il est important de déterminer quels sont les facteurs de changement qui vont influencer les systèmes alimentaires mondiaux. Ceux-ci sont en évolution constante et les différents paramètres d'échanges alimentaires, d'innovations techniques, des lieux de vente sont amenés à être modifiés. Il est impossible de prévenir l'avenir mais une tendance globale peut être dessinée et discutée.

Les principaux facteurs pouvant influencer l'avenir de l'alimentation sont représentés sur la figure 30.

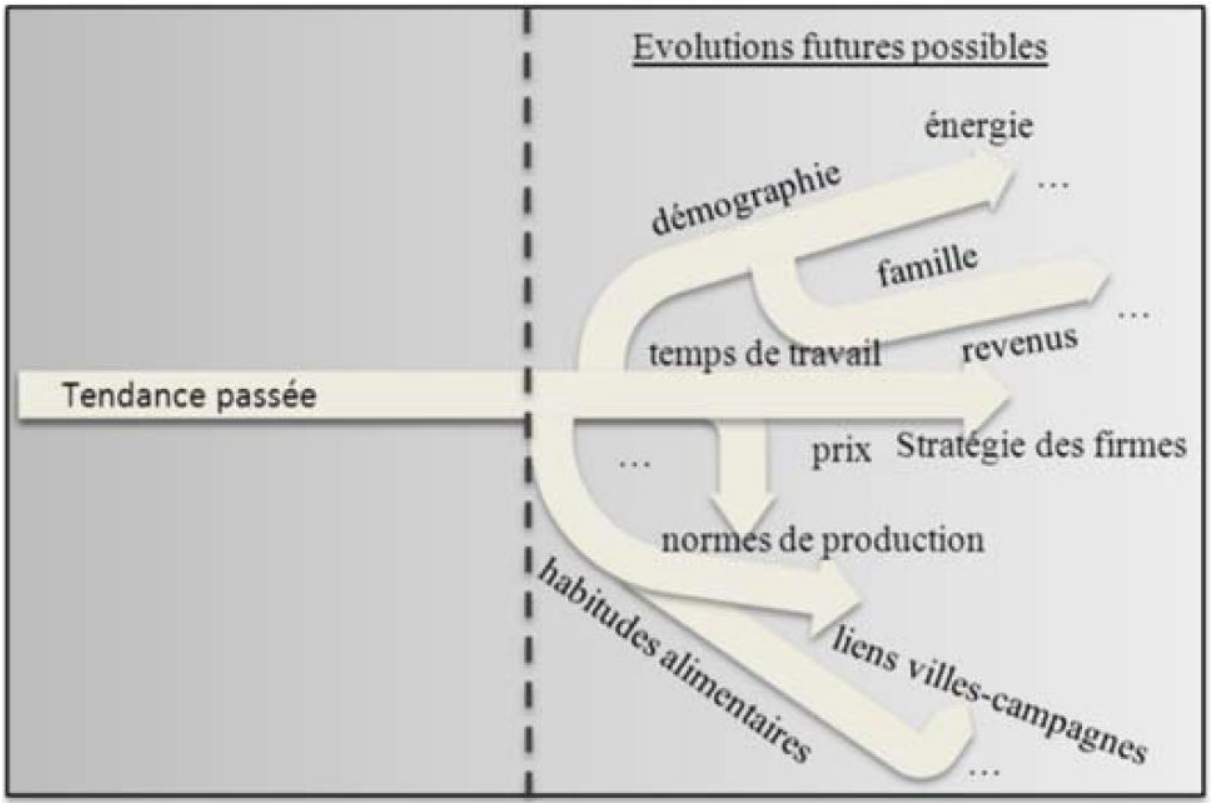


Figure 30 : Multiples facteurs d'évolution des systèmes alimentaires mondiaux (tiré de l'étude *DuALIne*, 2011).

L'évolution de la population en nombre et densité vont redessiner l'organisation logistique de l'alimentation et de leurs filières.

A l'horizon 2050, près de 10 milliards d'habitants peupleront la terre. Cette dynamique va redessiner le jeu géopolitique et économique que l'on anticipe difficilement à ce jour. De plus, nous ne connaissons pas le devenir des inégalités et de la pauvreté dans le monde.

Nous nous interrogeons donc sur la capacité de l'appareil productif mondial à fournir une alimentation suffisante en quantité et qualité et sur les modes de production et distribution.

La pauvreté est en faveur d'un modèle d'agriculture manuelle et urbaine, d'achat sous contrainte budgétaire plus importante, de canaux de distribution non monétarisés, de prise en charge de santé publique plus importante.

Les mouvements de populations vont influencer les modes de distribution des aliments. La répartition Nord-Sud, Pays développés-Pays pauvres, zones littorales- arrières pays, villes-campagne vont dessiner les filières de demain.

La population urbaine a dépassé 50% en 2009 ; elle devrait atteindre 60% en 2030 et 70% en 2050. Cette dynamique connaît des ampleurs différentes en fonction des régions de la planète. La France compte déjà plus de 80% de citadins alors que 62% d'urbains sont attendus en Afrique en 2050.

L'urbanisation s'accompagne généralement d'une réduction du temps passé à l'achat, à la préparation et à la consommation des aliments et d'une augmentation de la consommation des produits transformés, préparés et prêts-à-consommer achetés à la grande distribution, en restauration, sur les marchés ou livrés à domicile. Cette consommation urbaine est largement accompagnée de l'augmentation significative de maladies non transmissibles liées à l'alimentation. Certaines prévisions estiment qu'il faudrait plus de trente ans pour renverser la tendance de l'augmentation du surpoids et de l'obésité.

Les bassins d'approvisionnement d'alimentation s'élargissent également en fonction de la croissance de la population et élèvent la facture de transport et d'approvisionnement des villes.

Avec cette urbanisation croissante on peut envisager d'autres scénarios avec l'accroissement des villes secondaires plutôt que la concentration en métropoles. Ce qui favoriserait le lien avec la campagne et infléchirait la tendance décrite ci-dessus. Le mode de gouvernance des villes peut également avoir une incidence sur la durabilité de son alimentation en favorisant des circuits d'approvisionnement privilégiés et l'agriculture urbaine et périurbaine, notamment pour répondre aux enjeux environnementaux, politiques, sociaux et locaux.

Les contraintes de production influencent les stratégies de production.

Au-delà des changements en nombre et en répartition de la demande alimentaire, les contraintes pesant sur la production vont se consolider et impacter massivement les stratégies des entreprises de la chaîne alimentaire.

Les déplacements de zone de production dus au réchauffement climatique vont donner de nouvelles opportunités de production.

La pression foncière exercée par les acquisitions massives est en faveur d'un modèle agro-industriel. La finalité non alimentaire des agro-carburants ne fait qu'augmenter cette problématique.

Les normes sanitaires croissantes développent le risque associé aux investissements financiers.

La volatilité des prix de l'énergie et des biens agricoles augmente le risque associé aux investissements également.

La concurrence des usages des ressources naturelles (eau, sol, énergie fossile, biodiversité) ou leur épuisement vont faire évoluer les modes de production.

La productivité gagnée grâce à l'utilisation de l'énergie fossile devrait également être mise en péril avec l'épuisement de l'or noir et provoquer une baisse de productivité.

Cette somme inédite de contraintes est en train de favoriser le nouveau paradigme agricole fondé sur la résilience des systèmes et la limitation des risques pour garantir un revenu. Deux stratégies se développent, l'autonomisation de l'exploitation agricole d'une part qui consiste à réduire la dépendance avec l'extérieur en intégrant une filière courte, et la contractualisation avec un intégrateur d'autre part qui assure un revenu.

L'industrie alimentaire va également largement influencer l'orientation des stratégies. La financiarisation des entreprises et leur concentration donnent naissance à des exploitations d' « agribusiness » de milliers d'hectares qui graviteraient autour de centaines d'intermédiaires, d'agro-industries et de commerces. Les conséquences seront positives sur le prix de l'alimentation, qui serait moins volatile grâce à la substitution des ingrédients primaires, mais n'est pas sans un risque de sur-contrôle de l'alimentation mondiale permis par le lobbying. En effet les standards de qualité des produits sous leur contrôle seraient en faveur de leur profit au détriment de la santé publique.

L'exemple de l'huile de Palme de Nutella® nous montre malgré tout que les firmes sont capables de montrer une stratégie positive concernant la responsabilité sociale, elle montre une certaine implication dans le développement durable.

Le pouvoir d'achat et la culture des ménages de demain dessineront le marché de l'offre.

La tendance haussière du marché des produits alimentaires, due en partie à la demande croissante en produits d'origine animale et à la spéculation financière, pourrait fortement modifier le comportement d'achat et de consommation des classes pauvres et moyennes. On observerait une substitution des produits animaux par des produits végétaux, des produits transformés par des produits bruts, de la restauration hors-foyer par l'alimentation au foyer.

Le changement social peut également encourager les bricolages alimentaires. Nous ne savons pas jusqu'à quelle point ces phénomènes peuvent se déployer, mais on peut imaginer des recombinaisons alimentaires de protéines d'insectes qui rappelleraient un plat traditionnel à base de viande, des gélules repas ou des aliments à fonctions nouvelles tels que les alicaments d'aujourd'hui.

La représentation de la nature au travers de l'alimentation a également une part grandissante d'adeptes dans les classes sociales les plus élevées. La transmission de ces

valeurs peut donc se faire vers les classes les moins aisées et encourager des rapports socioculturels forts au travers de la nature et de l'agriculture dite « naturelle ». La demande en produits alimentaires à fort contenu environnemental, diététique et éthique serait ainsi favorisée.

Il est nécessaire de préciser que seul l'avenir nous dira la direction que ces différents facteurs d'évolution prendront. Nous allons tout de même aborder les différents leviers de changement qui favoriseraient un système alimentaire plutôt qu'un autre.

2. Les leviers de changement de l'alimentation

Le système agro-industriel est dominant aujourd'hui parce qu'il est efficace économiquement, qu'il permet aux consommateurs de gagner du temps dans leurs tâches quotidiennes d'achat de préparation et de consommation. Pour évoluer vers un modèle plus durable, trois leviers paraissent fonctionner : des politiques qui orientent vers des systèmes alimentaires choisis pour l'environnement ou pour une faible dépendance aux marchés internationaux ; des consommateurs sensibilisés qui exigent des indicateurs et des informations relatives aux produits ; des engagements volontaires de producteurs qui n'attendent pas l'orientation politique pour agir.

Les leviers de changement sont différents en fonction de la typologie des mangeurs, plusieurs groupes de mangeurs permettent d'identifier les moyens forts des changements de demain.

Mangeurs-producteurs

Les mangeurs-producteurs s'organisent pour faire face aux facteurs de l'insécurité alimentaire en travaillant sur des micro-surfaces. Leur capacité de résilience et d'innovation détermine leur propension à être durable.

Les qualités collectives et individuelles d'entreprenariat semblent favoriser leur développement. L'éducation et la politique d'accompagnement de ces agriculteurs pourraient favoriser l'innovation et l'aspect durable de leur production-alimentation et, plus encore, faire émerger des innovations locales et leur transfert par l'animation de leur réseau.

Il est important de connaître l'échelle du tissu rural des mangeurs-producteurs locaux (famille, voisin, village, syndicat) et d'adapter l'accompagnement en fonction du devenir des relations durables des mangeurs producteurs.

Mangeurs urbains et agriculture urbaine

Le lien économique du marché de l'alimentation entre ville et campagne est différent en fonction du degré de concentration de l'urbanisation. Dans les villes où l'urbanisation est plus diffuse comme à Amiens, la place de l'agriculture urbaine des hortillonnages persiste. Cette

agriculture apporte une diversification du choix alimentaire pour les revenus pauvres quand le type d'agriculture reste conventionnel, et une alimentation locale à qualité différenciée pour les revenus plus aisés. La durabilité des systèmes alimentaires urbains est positive dans le sens de l'autonomie alimentaire mais la forte concurrence foncière peut la fragiliser.

Les zones périurbaines et les campagnes des pays en développement sont également propices à l'investissement dans des modes alimentaires alternatifs, ces réseaux et modes de valorisation étant néanmoins fragiles du fait de la difficulté à faire persister leur modèle économique et la connexion avec des mangeurs fidèles. Une réglementation améliorant l'image de marque du producteur pourrait être un instrument politique favorisant la fidélité des consommateurs.

Mangeurs des filières longues et courtes

La coexistence des filières longues et courtes coexisteront toujours chacune avec ses atouts et ses faiblesses. Les controverses quant à l'efficacité environnementale d'un système vis-à-vis d'un autre nécessitent des études plus détaillées, là où les circuits sont durables et contractualisés, par exemple les teikei au Japon, les AMAP en France. La corrélation entre empreinte énergétique totale d'un produit et la localisation de sa production est réductionniste. Elle ne tient pas compte du type de produit, du mode de production ou de transformation qui peuvent être déterminant pour le taux global d'émission de gaz à effets de serre. De même les multiples points de vente nécessitent plusieurs déplacements aux consommateurs s'ils décident de manger exclusivement local. Il est difficile aujourd'hui de se positionner sur l'avantage durable d'une filière longue vis-à-vis d'une filière courte.

Mangeurs aisés et pauvres

Le comportement d'achat résultant d'une baisse de pouvoir d'achat est bien souvent le choix d'aliments plus basiques, peu chers à haute densité calorique. Il est directement corrélé à une dégradation de la santé par la progression des maladies non transmissibles. On peut imaginer qu'en cas de crise alimentaire, le système agro-industriel, par le biais des lobbyings pourrait même abaisser ce niveau de qualité sanitaire pour nourrir en quantité suffisante plutôt qu'en qualité afin de garantir une certaine paix sociale.

A l'opposé, les comportements d'achats sans contrainte budgétaire où les mangeurs dits libres vont pouvoir choisir l'ensemble des paramètres qu'ils jugent nécessaires pour une bonne alimentation : le circuit d'approvisionnement, la qualité du produit au sens gustatif, nutritionnel, environnemental, éthique. Il est aidé par des indicateurs et son niveau de connaissance sur l'alimentation. Cependant l'obligation d'affichage des informations nutritionnelles sur les produits est devenue le marketing vert. Cette démarche a pour vocation de créer de la valeur pour les industries, la distribution et les agriculteurs de la filière en réponse à ce besoin. Un autre type d'affichage dit label ou indication géographique, a pour vocation de restreindre le marché en apportant un critère qualité décrit dans un cahier des charges. Dans ce cas, la qualité des produits est souvent réalisée à la marge des volumes commercialisés. Ces modes alimentaires sont différents des systèmes alimentaires durables sur le plan environnemental et ne visent pas les mêmes objectifs.

Les populations les plus aisées ont plus facilement accès à l'information et comprennent plus largement l'impact des aliments. Mais le contexte actuel de consécration du corps humain fait émerger des comportements d'orthorexie, qui se matérialisent par la fixation de l'ingestion de nourriture dite saine et qui sont associés à une perte de plaisir de l'alimentation, tant sur le plan social que sur le plan gustatif. On observe que dans ce cas l'éducation non maîtrisée et l'accès facilité à l'information sont également corrélés avec les problèmes alimentaires de la surmédicalisation de l'alimentation.

L'écart des revenus des ménages les plus riches avec les plus pauvres se creuse et fait émerger les politiques de logement des populations urbaines défavorisées dans l'ensemble des pays industrialisés. Quels seraient les conséquences d'une politique allouant une partie de ce budget pour améliorer les pratiques alimentaires des plus modestes pour éviter les surcoûts de santé liés aux maladies non transmissibles associées à l'alimentation ? L'éducation alimentaire n'étant pas toujours idéale pour l'ensemble des catégories sociales, faut-il en favorisée une éducation alimentaire collective institutionnalisée ?

Ces questions mènent à l'introduction du rôle du pharmacien dans la santé publique, l'alimentation et en particulier dans l'agriculture. Comment le pharmacien peut-il s'adapter à ces nouvelles problématiques, que doit-il savoir, que doit-il faire, comment peut-il s'impliquer autrement ?

III. Rôles croisés du pharmacien et de l'agriculteur dans l'alimentation durable

A. L'histoire montre que le pharmacien peut être un acteur majeur de santé publique par son implication dans l'agriculture

Au Moyen Âge, l'apothicaire se distinguait de l'épicier pour garantir la qualité des drogues et des préparations. Sa mission de santé publique décrite par le médecin italien Saladin d'Ascoli est de conseiller le jeune médecin dans la prescription des remèdes pour éviter les accidents. Au-delà des sciences de médecine, le pharmacien, qui a une vision pluridisciplinaire a joué un rôle important dans de nombreuses sciences fondamentales au cours de l'histoire, notamment dans celles liées à l'alimentation et l'agriculture.

En Allemagne de nombreux pharmaciens contemporains au célèbre chimiste Justus Von Liebig ont contribué au développement et au succès de la chimie agricole au XIXème siècle.

La fin du monopole de la canne à sucre a été permise par le pharmacien allemand Margraf qui a découvert le sucre dans la betterave et initié l'industrie européenne du sucre.

En France, deux célèbres pharmaciens ont marqué l'histoire, Antoine-Augustin Parmentier (1737-1813) et Jules-Emile Planchon (1823-1888). Le premier est connu pour ses essais sur la pomme de terre et la vulgarisation de sa production en France. Pharmacien militaire sensible aux questions de santé publique, il fit des recherches sur la qualité de l'eau et la salubrité de l'air. Il émit également l'idée de traitement des excréments humains pour l'usage agricole et fut l'un des créateurs de la première école de boulangerie à Paris en 1800.

Le pharmacien Jules-Emile Planchon est célèbre pour sa découverte du Phylloxéra, maladie transmise par le puceron du même nom à la vigne. En 1867, alors que les vignes françaises sont dévastées par cette maladie apparue quelques années auparavant, le pharmacien botaniste et agronome identifia la cause de la maladie et eu l'idée d'utiliser des greffons de vigne française sur des portes-greffes d'origine américaine.

Ces pharmaciens célèbres ont répondu à des problématiques de leur époque, la productivité pour les pharmaciens chimistes allemands, la prophylaxie agricole pour le Docteur Planchon et la diversité alimentaire pour le roi de la pomme de terre. Le pharmacien contemporain doit avoir une vision claire des externalités de l'alimentation et des problématiques pour pouvoir lancer des recherches dans ces domaines de santé publique, en relation directe avec l'agriculture durable.

B. Les missions du pharmacien pour une santé durable

1. Maîtriser les externalités de l'agriculture française

Au-delà des impacts sanitaires et environnementaux de l'alimentation, l'impact sociétal et économique est peu documenté. Le modèle de l'agriculture industrielle, dont les verrous empêchent le développement des systèmes agro-écologiques est représenté ci-dessous dans la figure 31 par l'ensemble de ses principes.

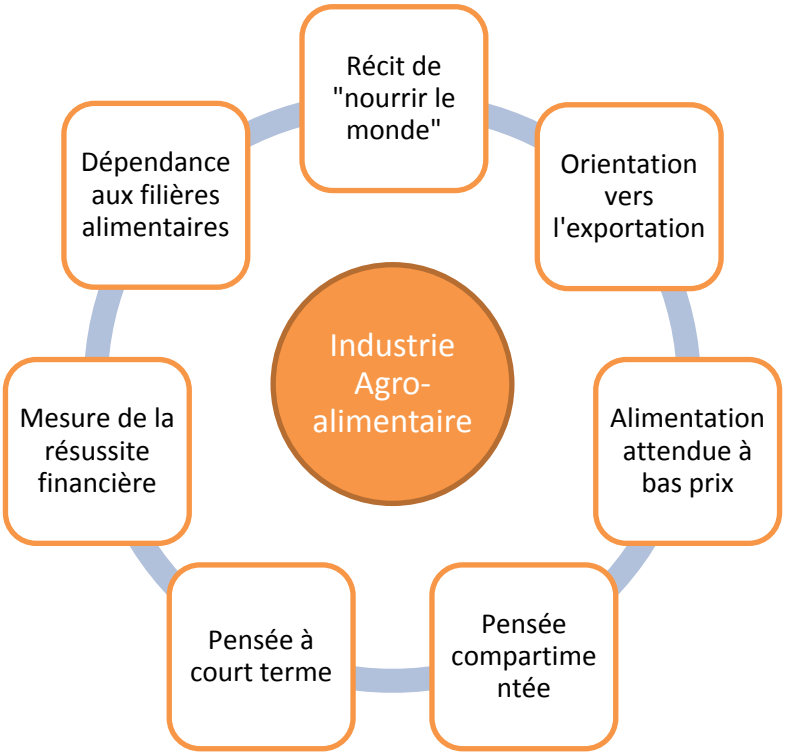


Figure 31: Les verrous clés de l'agriculture industrielle (adapté de IPES Food, *From University to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*, 2016).

C'est ce paradigme qui, en quelque sorte, bloque les agriculteurs dans une position inconfortable « d'agriculteur pollueur » et dans une relation de dépendance de leurs clients industriels qui font la promotion d'une alimentation dont le résultat est l'épidémie d'obésité.

Les externalités négatives produites par le système agricole et échappant à la logique de marché en terme d'émission de gaz à effets de serre sont particulièrement lourdes en France. Les productions animales sont responsables de 85% des émissions françaises de protoxydes d'azote et deux tiers des émissions de méthane du pays d'après l'ITAB.

A ces externalités peuvent s'ajouter les émissions dues aux étapes de transformation, transport, distribution. Elles semblent être plus liées à un système et une organisation agro-industrielle. Le bilan de ces externalités qui échappe à la comptabilité des différents acteurs de la filière alimentaire est à imputer aux usagers, aux contribuables français qui n'ont pas de pouvoir de décision direct sur ces coûts.

Des études récentes sur les externalités ont permis au Bureau d'Analyse Sociétale pour une Information Citoyenne de présenter quelques chiffres résumés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Tableau récapitulatif d'estimation des coûts cachés de l'agriculture (Source : BASIC, 2007).

Impact	Coût	Echelle	Source
Dégradation des sols	1,2 milliards $	Monde	FAO (2006)
Impact total eau (pesticides, nitrates)	939-1489 millions €	France	CGDD (2011)
Pollution de l'air (agriculture) Pollution de l'air (tous secteurs)	197 millions € 330-940 milliards €	France UE	CGDD (2015) Commission E. (2014)
Changement climatique (agriculture)	350-2000 millions €	France	CGDD (2015)
Biodiversité (eutrophisation)	70-100 millions €	France	CGDD (2015)
Biodiversité (pesticides)	1,9-5,9 milliards $	USA	B&G (2016)
Impacts sanitaires pesticides	19 milliards $	USA	B&G (2016)
Impacts sanitaires antibiorésistance	76,5 milliards €	UE	ITAB (2016)
Externalités environnementales & sanitaires totales de l'agriculture	2330 milliards $	Monde	Trucost/Fao (2015)
Coût social de l'obésité	20,4 milliards €	France	Trésor Public (2016)

Même s'il est légitime de se poser quelques questions sur les méthodologies employées pour arriver à ces conclusions, il est intéressant de souligner le coût social de l'obésité de plus de 20 milliards de dollars en 2016, à comparer au coût de la maladie dans le budget de la sécurité sociale qui s'élevait à 208 milliards d'euros pour 2017.

L'autre chiffre intéressant, 2 330 milliards de dollars pour les externalités environnementales et sanitaires totales de l'agriculture monde, est comparable au produit intérieur brut de la France qui s'élève à plus de 2 500 milliards d'euros.

Dans ce tableau récapitulatif, les gaspillages alimentaires n'ont pas été évalués. L'ADEME estime que, pour la France, il y a en 2016, 16 milliards d'euros de denrées alimentaires gaspillées. Un chiffre comparable au coût social de l'obésité.

Il est donc évident selon ces chiffres que mieux manger permettrait de baisser les problèmes de nutrition et les problèmes environnementaux. Le pharmacien doit les maîtriser pour pouvoir prioriser son action de santé publique en alimentation auprès des consommateurs.

2. Promouvoir une assiette et une alimentation plus durable

Le pharmacien est cité comme un acteur majeur de la santé publique, notamment par sa proximité avec le patient comme le déclare l'étude Avenir Pharmacie en 2018, et pour cause : le conseil hygiéno-diététique est largement pratiqué au comptoir de nos officines.

Cependant la notion d'écologie alimentaire ne parait pas préoccuper le corps de métier dans sa pratique. L'exception d'un groupement d'officine « Pharm'o naturel » qui fait la promotion d'une alimentation écologique pour protéger la planète nous le confirme après quelques recherches par mot clé sur la toile.

Après lecture de la première partie de cette thèse, il parait évident que l'éducation nutritionnelle est une solution à l'obésité, mais aussi à la pollution environnementale et, de manière générale, à une solution de santé durable.

Il s'agit ici de décrire une alimentation culturellement acceptable et plus durable par les français grâce à l'étude réalisée par le fond mondial pour la nature et eco2 initiative en 2018 et de montrer ses bénéfices.

Les habitudes alimentaires françaises tendent vers une baisse de consommation de viande

Dans l'alimentation française, il existe beaucoup de différences de pratiques, compte tenu de la multitude de paramètres, telle la diversité des habitudes, des cultures, des modes de vie, des goûts, allergies, etc. Un régime vendu comme plus durable a donc peu de chance d'être adopté de manière uniforme par l'ensemble de la population.

Cependant, suite aux nombreux débats sur la responsabilité de la viande dans le réchauffement climatique et sur le bien-être animal, les comportements des consommateurs plus ou moins engagés évoluent vers le flexitarisme ou le végétarisme.

La figure 32 nous donne l'ensemble des chiffres illustrant ces changements de comportement recueillis par un sondage IFOP de 2017.

Figure 32 : Mesure de la consommation des produits végétaux par les Français (Source : sondage IFOP/Lesieur, 2017).

D'après ces chiffres, on peut imaginer que les 43% de français qui envisagent d'être flexitarien le deviendront en 2030 et l'association WWF a tenté de faire des prévisions des différentes modes alimentaires rassemblées dans le tableau 7 ci-dessous. Le régime INCA 3 est le régime de référence des français publié dans une étude du même nom en 2015.

Tableau 7 : Evolution de la répartition des régimes alimentaires dans la population française d'ici à 2050 (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

	2017	2020	2025	2030	2040	2050
Régime INCA3	86%	74%	56%	37%	22%	7%
Régime Flexitarien	8%	16%	29%	**43%**	48%	53%
Régime Végétarien	4%	6%	9%	13%	19%	**26%**
Régime Végétalien	3%	4%	6%	7%	11%	**14%**
Empreinte carbone moyenne par jour/hab en geqCO2**	4 538	3971	3 625	3 278	2955	**2 632**

Hypothèses:
2017 : répartition moyenne selon les chiffres combinés de l'étude Harris et IFOP
2030 : Sondage IFOP - 43% flexitariens en 2030
2050 : Sondage IFOP - 26% de végétariens et 14% de végétaliens en 2050
Autres années : Evolution linéaire avant 2030 pour les régimes flexitariens puis augmentation plus lente entre 2030 et 2050 (5% par an pour atteindre un peu plus de la moitié de la population française). Evolution linéaire de 2017 à 2050 pour les régimes végétariens et végétaliens.
**L'empreinte carbone du régime végétalien (1866 gCO2eq/hab/j) a été calculée sur l'assiette végétalienne de l'étude Livewell [11,12]. L'empreinte carbone moyenne a été calculée par la moyenne pondérée des empreintes carbones des 4 régimes alimentaires.

Pour imaginer notre régime de demain, la figure 33 ci-dessous reprend l'évolution de la composition des rations alimentaires journalières pour un nombre de calories comparable.

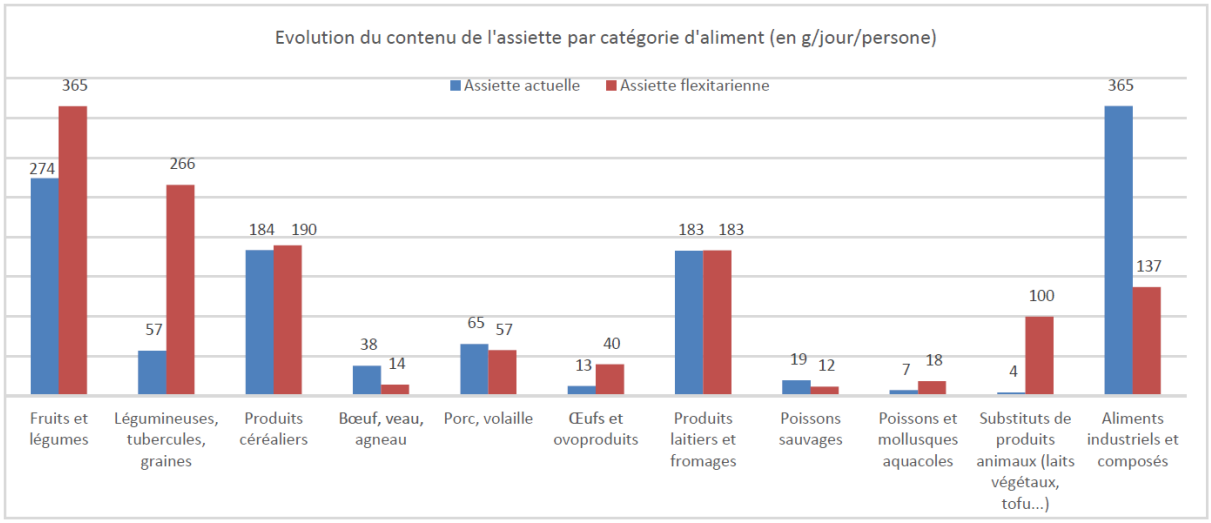


Figure 33 : Evolution du contenu de l'assiette actuelle (INCA3) vers une assiette flexitarienne par catégorie d'aliment (en g / jour / personne) (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Ce changement nécessite par exemple de diminuer la fréquence de consommation de la viande et du poisson de 6 repas/Semaine à 4 repas par semaine dont un seul repas de viande rouge tous les 9 jours.

Evaluation de la durabilité de l'assiette flexitarienne et végétarienne

Le tableau 8 ci-dessous décompose les assiettes végétariennes et flexitariennes. Les légumineuses, noix et oléagineux prennent une place importante dans ces nouveaux régimes qui passe de 11 g à plus de 200 g par jour. Ce sont les snacks et desserts, les sucres, les boissons et jus non-alcoolisés et la viande de bœuf qui subissent les plus grosses baisses et sont divisés par trois ou plus.

Tableau 8 : Composition des assiettes INCA 3, flexitarienne et végétarienne selon les catégories d'aliments en grammes par adulte par jour (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable*, 2018)

	INCA 3	Flexitarienne	Végétarienne
Boissons alcoolisées	128	75	75
Boissons non-alcoolisées	596	197	194
Eau	902	816	816
Fruits et produits à base de fruits	144	133	133
Légumes et produits à base de légumes	131	232	248
Céréales et produits à base de céréales	184	190	213
Légumineuses, noix et oléagineux	11	211	227
Racines et tubercules amylacés	46	55	57
Substituts de viande	4	10	40
Substituts de produits laitiers	-	90	125
Poissons sauvages	19	12	-
Poissons aquacoles	7	18	-
Œufs et ovo produits	13	40	65
Bœuf et veau	34	11	-
Porc	11	11	-
Agneau	4	3	-
Autres viandes	0	0	-
Volaille	27	31	-
Viande transformée	27	15	-
Produits laitiers frais	152	152	157
Fromage	31	31	33
Matières grasses et huiles	17	35	43
Sucre et confiserie	28	9	7
Jus de fruits et légumes	64	13	13
Herbes, épices et condiments	25	14	17
Aliments composés	257	110	110
Snacks, desserts et autres aliments	80	18	21
TOTAL (g/pers/j)	**2941**	**2531**	**2593**

On voit aussi l'apparition dans ces régimes de substituts aux produits carnés, comme le steak de soja ou aux produits laitiers tels que les laits végétaux.

Ce tableau ensuite soumis à quelques indicateurs de durabilité dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous nous révèle que le régime flexitarien permet de diminuer les émissions de GES de 38% par rapport à au régime Inca 3 actuel et le régime

végétarien de 51%. Ces résultats sont d'autant plus prometteurs qu'ils obtiennent un meilleur score nutritionnel et un coût diminué.

Si l'on utilise les prévisions présentées dans le tableau 7, on peut estimer l'empreinte carbone de l'alimentation française en fonction du temps et du régime comme présenté dans la figure 34 ci-dessous.

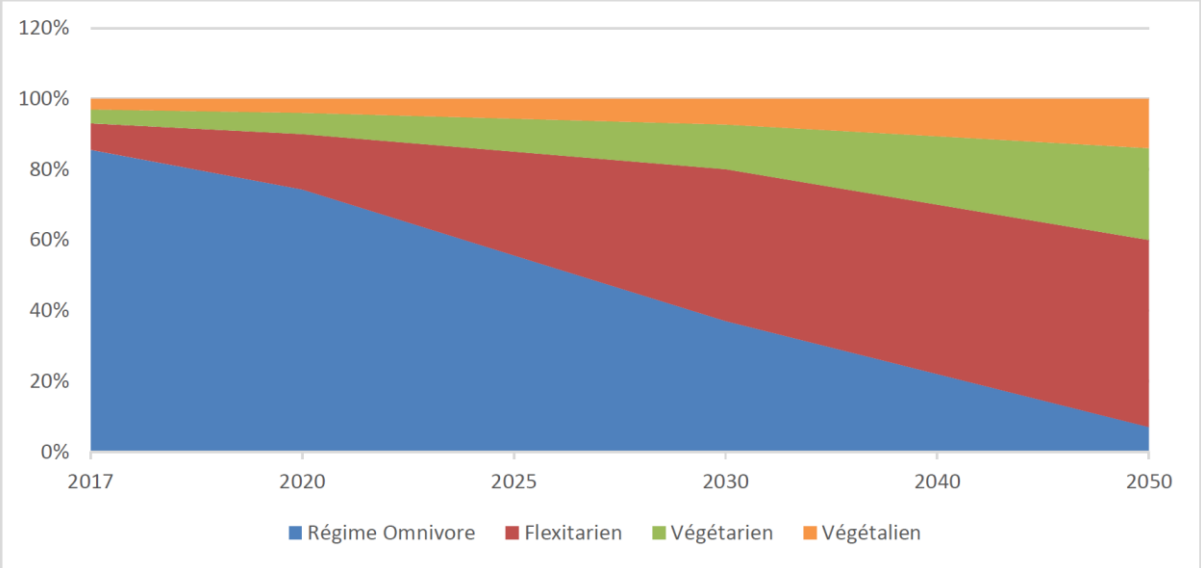


Figure 34 : Evolution de l'empreinte carbone moyenne journalière par personne, pour chaque régime alimentaire entre 2017 et 2050 (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Pour améliorer l'impact environnemental en gardant un coût constant de l'alimentation, on peut imaginer une part de produits labelisés et issus de l'agriculture biologique de produits consommés. Ces produits respectent des cahiers des charges stricts au regard d'autres critères environnementaux que l'empreinte carbone. L'équipe du WWF estime que le flexitarien pourrait garder le même budget alimentation en consommant 49 % de produits soumis à certification et le végétarien 62% de ces produits.

3. S'intégrer aux Projets Alimentaires Territoriaux

Dans le contexte de l'urbanisation croissante, de l'éloignement entre bassins d'approvisionnement et consommateurs, et de la multiplication des acteurs intermédiaires de l'alimentation, les projets alimentaires territoriaux sont nés pour palier à des problématiques croissantes d'augmentation des coûts, des consommations d'énergie, des gaspillages, etc.

Ces dynamiques se traduisent aujourd'hui principalement autour de la restauration collective des cantines scolaires, où la majorité des produits est locale et issue de l'agriculture biologique.

Ces projets sont définis par l'ADEME comme « *la mise en place, à l'échelle d'un territoire, d'une gouvernance partagée entre les acteurs de la filière alimentaire, les élus et les consommateurs, afin d'appréhender de manière globale et systémique l'alimentation. A partir d'un diagnostic, l'ensemble des acteurs du territoire co-construisent des actions répondant aux enjeux du développement durable, en intégrant les volets environnementaux, sociaux et économiques.* »

Il existe plusieurs leviers d'action pour les collectivités, la figure 35 ci-dessous permet de résumer ces différentes voies.

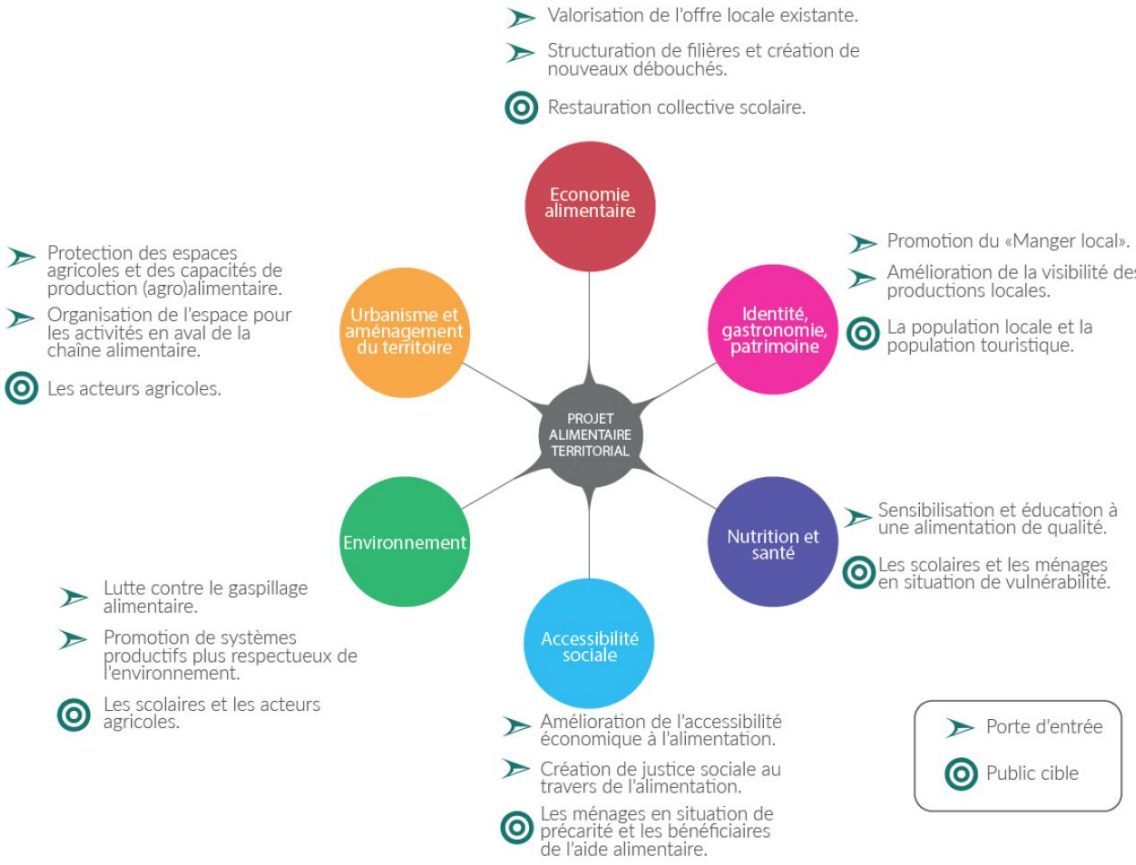


Figure 35 : Schéma récapitulatif des champs, voies d'action et acteurs cibles dans les PAT (Source : RnPAT, 2017).

Le pharmacien spécialiste de la nutrition et de la santé pourrait intégrer le public scolarisé et les ménages en situation de vulnérabilité pour éduquer dans l'objectif d'une alimentation plus durable, et également dans l'objectif de sensibiliser à la préservation de l'environnement par la lutte contre le gaspillage et la promotion des systèmes agricoles durables auprès de ses patients, avec lesquels il a une relation de proximité.

Le modèle économique de ce type d'action n'est pas établi. Cette piste pourrait être étudiée et constituer une nouvelle mission pharmaceutique.

4. Prendre un rôle pour atteindre les objectifs de la COP21

De nombreux efforts dans la diététique ont été déjà réalisés par le pharmacien, qui fait la promotion d'un régime plus équilibré quotidiennement à l'officine.

Equilibrer un régime nécessite de l'éducation nutritionnelle. A l'échelle nationale, le français moyen ne se nourrit pas correctement d'après l'étude inca 3. En ajoutant les contraintes de restriction de viande, de sucres raffinés et de produits transformés on peut s'attendre à des déséquilibres nutritionnels plus importants.

Un professionnel de santé doit prendre en charge cet accompagnement et éduquer au plus tôt les mangeurs de demain, les enfants, les futurs parents et les adultes sensibles à l'environnement. Il ne peut être le seul à éduquer si l'on considère l'alimentation comme un acte citoyen mais doit être fortement intégré.

Il y a un changement de paradigme à faire accepter à la profession. Développer le conseil hygiéno-diététique en un conseil hygiéno-diététique écologique. Ce conseil pourrait d'ailleurs s'étendre à d'autres champs que l'alimentation, telle que l'hygiène corporelle, l'hygiène de la maison et serait un bon relais de vente de produits commerciaux adaptés aux enjeux de durabilité.

Le travail du seul pharmacien ne peut être efficace pour satisfaire l'objectif de sauver la planète tel que le suppose les Nations unies.

Concernant l'alimentation, le WWF a tenté de calculer une empreinte carbone améliorée à la fois par des changements de consommation et des changements de production. Les résultats présentés dans le tableau 9 ci-dessous projettent une empreinte finale à 1 869 geqCO_2/hab/j pour 2050 soit une réduction de 54%.

Tableau 9 : Evolution de l'empreinte carbone de l'alimentation moyenne par habitant et par jour en intégrant des améliorations au niveau de la chaîne de production (agriculture, agro-alimentaire) (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable*, 2018)

	2016	2020	2025	2030	2040	2050
CHANGEMENT DE CONSOMMATION Empreinte moyenne (geqCO2/hab/j)	4 538	3 971	3 625	3 278	2 955	2 632
CHANGEMENT DE PRODUCTION Amélioration cumulée du bilan GES de la production (par rapport à 2010)		-7%	-15%	-20%	-25%	-29%
CHANGEMENT DE PRODUCTION Amélioration du bilan GES de la production	-	278	544	656	739	763
Empreinte finale moyenne geqCO2/hab/j	4 538	3 693	3 081	2 623	2 216	1 869

Ce modèle montre que l'innovation agricole en amont de la filière d'approvisionnement de l'alimentation doit être couplée à un changement des pratiques alimentaires.

D'après les résultats présentés dans la figure 36, l'objectif de la COP21 de réduction de moins 40% entre 1990 et 2030 est faisable avec l'assiette flexitarienne couplée aux objectifs de changement de production agricole, cependant l'objectif facteur 4 de division des GES par 4 de 1990 à 2050 sera difficilement atteignable.

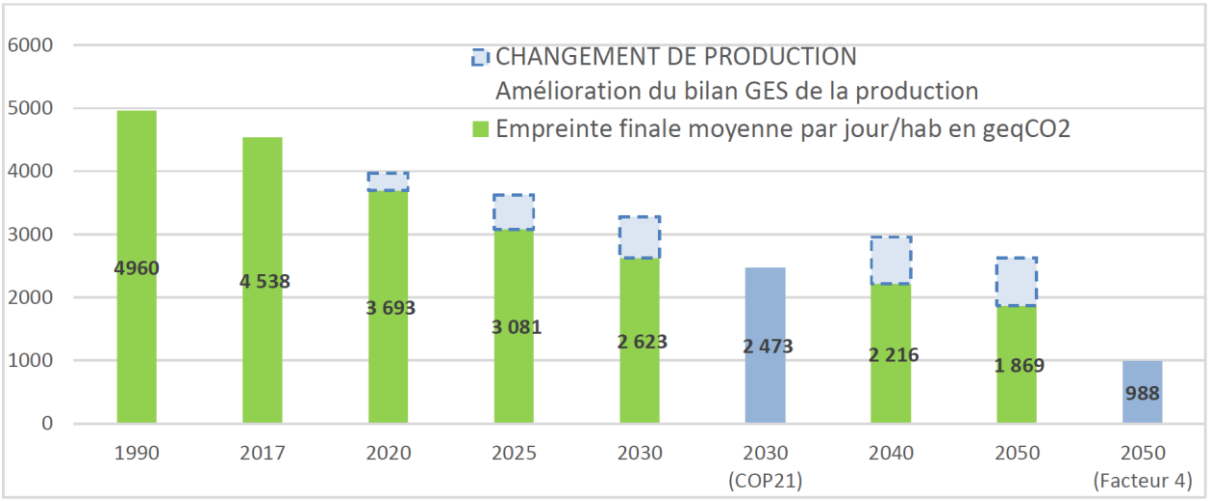


Figure 36 : Evolution de l'empreinte carbone moyenne journalière ($geqCO_2$ / hab / j), en prenant en compte des améliorations sur les modes de productions agricoles (tiré de l'étude *Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable* de WWF, 2018).

Les pharmaciens dont le bagage scientifique est complet et pluridisciplinaire devraient être en mesure d'accompagner ce changement. Cette interdisciplinarité est nécessaire pour atteindre les engagements de réduction d'émissions de gaz à effets de serre pris par la France.

C. L'innovation agricole pour soutenir une santé durable

a. Les systèmes alimentaires innovants proposent d'abord une alimentation plus durable

Les systèmes alimentaires perçus comme durables par les Français ont des chiffres d'affaires en croissance, ils assurent une meilleure répartition de la valeur aux différents maillons de la chaîne alimentaire. La performance économique des producteurs est souvent améliorée avec de la création d'emploi. La création d'une offre alimentaire dite durable séduit le consommateur et ces systèmes sont d'un point de vue social et économique plus durable que les systèmes conventionnels.

Cependant, d'un point de vue environnemental, ces systèmes durables qui sont en majorité des systèmes à qualité différenciée ont les effets contrastés que nous avons déjà développés dans le paragraphe attribué à la critique des différents systèmes alimentaires.

Il faut retenir que l'ensemble de ces systèmes alternatifs semblent avoir des points ou des souhaits communs sur l'environnement :

- La réduction de l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires de synthèses
- L'introduction de techniques culturales de conservation du sol
- La préservation de l'eau
- La conservation des paysages bocagers et de prairies

Ils défendent également un produit de qualité gustative améliorée dont les standards peuvent échapper aux exigences industrielles et dont on peut imaginer que la teneur en micro-nutriments soit améliorée en dépit de caractéristiques propres à l'usage industriel.

Certains agriculteurs innovent cependant avec panache et défendent des systèmes de production très différents comme l'ABC en grande culture que nous allons présenter comme exemple, et permettent une durabilité moins discutable que celles discutées de manière globale.

L'ABC ou l'agriculture biologique de conservation.

Dans les années 2010, deux types d'agriculture ont pris leur essor en grande culture, l'agriculture biologique déjà exposée précédemment et l'agriculture de conservation. Ces deux systèmes qui s'opposaient ont tendance aujourd'hui à se rejoindre sous le terme d'agriculture biologique de conservation, qui est une agriculture sans pesticide et engrais de synthèse et sans labour.

L'agriculture de conservation suit le seul principe de conservation et de régénération du sol par l'utilisation du génie agronomique ; elle supprime le labour, utilise les couverts de végétaux en inter-culture, les semis sur couvert.

Félix Noblia lauréat du Prix de l'innovation des Trophées de l'agro-écologie 2016-2017 a mis en place ce système ABC. Le tableau 10 ci-dessous reprend ces réussites

Tableau 10 : Les innovations Agro-écologique de Félix Noblia (tiré du site agriculture.gouv.fr, 2017).

Les innovations agro-écolo de Félix Noblia
• semis direct sous couvert végétal le plus souvent permanent (luzerne, trèfle violet) ; • pâturage tournant doublant la productivité de ses prairies ; • choix de vaches rustiques, les Angus ; • valorisation de ses productions en filières courtes (blé, huile, orge, viande...)

Le système présenté semble être plus durable d'un point de vue environnemental, d'abord grâce aux qualités de l'agriculture biologique et ensuite grâce au contournement des problématiques habituellement liées à l'agriculture biologique. Le manque de productivité est diminué grâce au pâturage des couverts végétaux et le travail mécanique intensif du sol réduit grâce à la bonne gestion des couverts végétaux.

Dans cette dernière partie nous allons résumer comment l'agriculteur, au travers des différentes formes d'innovation, peut améliorer notre alimentation et notre santé.

b. Les différentes manières d'innover en agriculture pour une santé durable

Gary Hamel, célèbre fondateur du cabinet en stratégie Strategos décrit plusieurs types d'innovations répertoriés dans la figure 37 ci-dessous ; il les a classés en fonction de leur importance pour une entreprise et en fonction de leur capacité à créer de la valeur pour celle-ci.

Figure 37 : La pyramide de l'innovation (Source : Hamel et Breen, 2007).

Les innovations agricoles présentées dans ce chapitre sont classées dans cet ordre d'importance pour montrer la valeur de chacune de ces méthodes.

- Les innovations de procédés

Celles-ci portent sur la méthode de culture ou d'élevage. Les objectifs de santé durable sont assez clairs à ce sujet, elle souhaite des méthodes agricoles qui permettent de préserver nos ressources naturelles et en particulier limiter le réchauffement de la planète, problème majeur tout en nourrissant l'ensemble de notre territoire.

Voici la liste des directions à prendre pour une santé durable :

- Diminuer le travail mécanique pour diminuer l'empreinte carbone de l'agriculture, la destruction des populations de vers terre et l'érosion du sol.
- Diminuer les élevages hors sol intensifs pour diminuer l'usage d'antibiotiques et l'apport d'aliments issus du système agricole conventionnel.
- Diminuer les apports de produits de synthèse, engrais et produits phytosanitaires, pour limiter les émissions de gaz à effets de serre et les problèmes de biodiversité.
- Développer la qualité génétique des produits consommés pour un meilleur ratio rendement/nutriment et micro-nutriments utiles.
- Développer les inter-cultures et la culture de légumineuses fixatrices d'azote pour entretenir son sol et limiter la mécanisation.
- Développer les associations de cultures permettant de diminuer l'apport d'engrais et de produits phytosanitaires.
- Développer les prairies et paysages de bocages pâturés permettant le stockage de carbone dans le sol, une meilleure épuration des eaux de pluie et contribuant à l'amélioration de la biodiversité.
- Développer les superpositions de différentes cultures par l'étalement des assolements, les superpositions espèces pérennes et annuelles pour une synergie entre ces cultures et les superpositions de différents élevages pour en tirer des bénéfices par les pâturages successifs de différentes espèces.
- Combiner les différents systèmes d'agriculture, de sylviculture et de pastoralisme pour améliorer la fertilité sans apport d'engrais azotés, pour améliorer la productivité par unité de surface et être plus résilients face aux aléas climatiques.

- Les innovations de produits et services

Les innovations produits ou services associés portent sur l'aliment et ses attributs, les objectifs de santé durable sont moins clairs que pour l'innovation de procédé. Il s'agit ici de développer un marketing agricole permettant de récupérer de la valeur sur un marché différenciant.

Voici quelques préconisations pour vendre de la santé durable:

- Développer les labels et certifications justifiant un apport durable pour la société et donner confiance en ses produits.
- Développer la fonction sociale du produit alimentaire par sa vente en directe, par l'agriculture urbaine ou par la communication sur les emballages.
- Développer l'utilisation d'emballages durables.
- Développer les partenariats avec les filières prouvant la qualité du produit, sa traçabilité, son équité et le respect de la nature.

- Les innovations stratégiques

Les innovations stratégiques sont celles qui apportent la rentabilité de l'entreprise, elles cherchent à trouver un modèle d'affaire ou « business model » qui puisse être rémunérateur durablement.

La figure 38 ci-dessous résume les différentes composantes importantes d'un modèle d'affaire.

<table>
<tr><th>Partenaires clés</th><th>Activités clés</th><th>Propositions de valeur</th><th>Relations clients</th><th>Segmentation clientèle</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td></td><td rowspan="3"></td><td></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Ressources clés</td><td>Canaux de distribution</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">Structure des Coûts</th><th colspan="2">Flux de Revenus</th></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Figure 38 : Le canevas d'un modèle d'affaire, traduit de l'anglais *business model canvas* (imaginé par Alexander Osterxwalder et Yves Pigneur, 2010).

Dans le cadre de la santé durable, la proposition de valeur est évidemment un produit qui permet au mangeur de vivre longtemps en bonne santé. Il y a autant de manières de développer son *business model* que d'exploitations agricoles puisque qu'aucune ferme ne dispose des mêmes ressources foncières.

Cependant, deux grandes tendances stratégiques dessinent les affaires de demain, l'autonomisation des entreprises agricoles et la contractualisation avec à un intégrateur.

Afin de mesurer la durabilité des choix stratégiques des indicateurs pertinents doivent être mis en place. L'outil MASC 2.0 de l'INRA présenté en figure 39 permet d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble des critères mettant en jeu la durabilité.

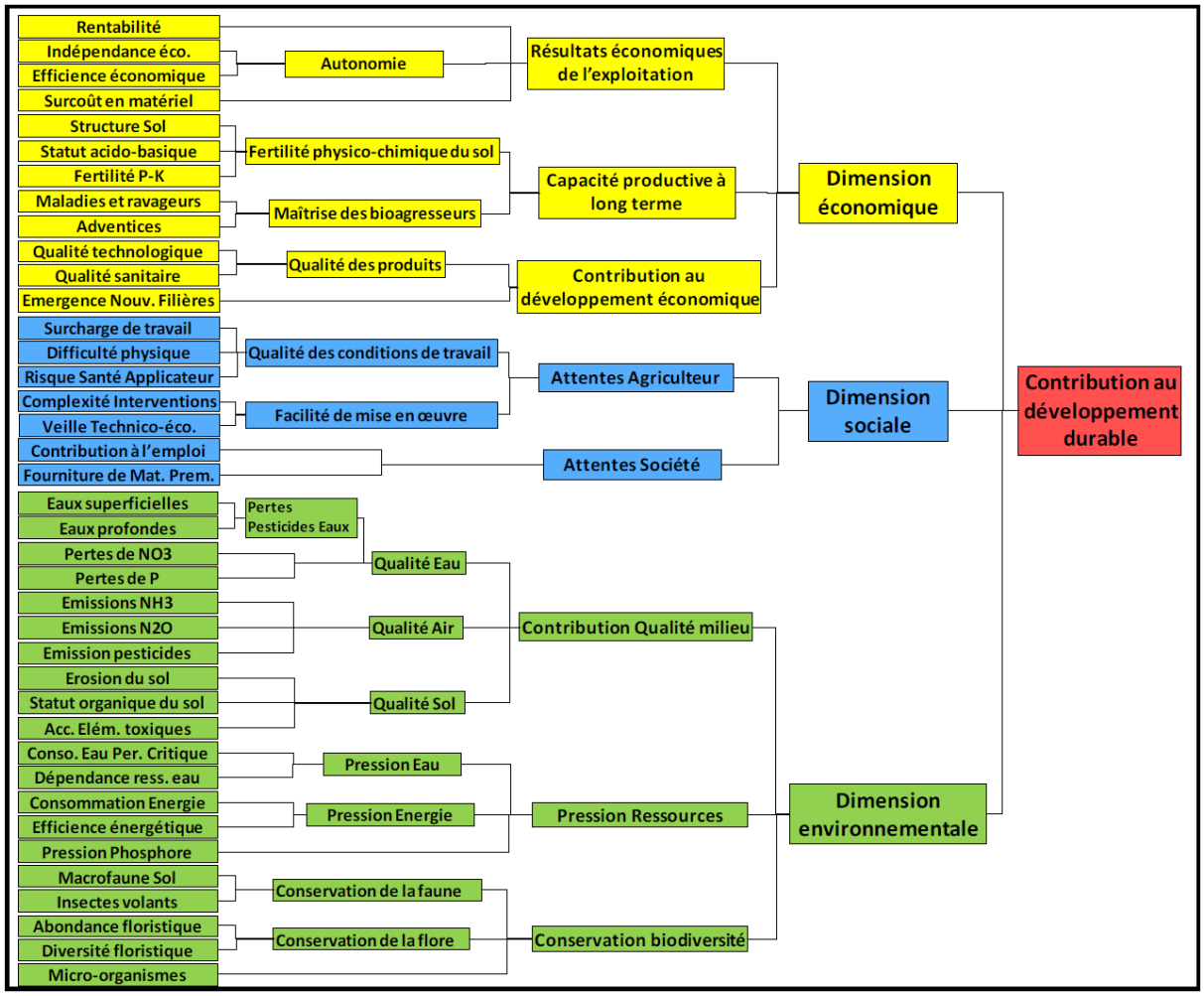


Figure 39 : Présentation synoptique de l'arborescence de MASC 2.0 (Source : INRA, 2011)

De manière générale l'innovation stratégique pour une santé durable est la proposition d'un ensemble de produits nobles sur les points écologiques, biologiques et gustatifs. Les conditions de production doivent permettre de limiter le risque des aléas climatiques, la dépendance de la mécanisation, la dépendance en énergie, en eau et éviter la dépendance au fournisseur et client unique. Elles doivent permettre à l'agriculteur d'avoir une rémunération équitable et juste au regard de son engagement et de ses responsabilités.

- L’innovation managériale

Ces trois derniers types d’innovation peuvent être rapidement imités et donnent un avantage concurrentiel réel, uniquement quand on fait partie des premiers à être sur le marché.

Le dernier, l'innovation managériale, est la manière dont le management et l’organisation sont abordés dans l'entreprise, c'est-à-dire : la fixation des objectifs, la motivation des efforts, la coordination du travail, le développement des talents, l'attribution des ressources, l'entretien des relations au sein de l'entreprise. C'est en résumé la manière d'atteindre la satisfaction des différentes parties prenantes de l'entreprise. L'innovation managériale peut être un réel avantage concurrentiel. Ces entreprises capables d'innovations managériales percutantes peuvent être détectées par leur capacité à innover dans *tous* les domaines opérationnels, grâce à des principes de travail ancrés dans l'entreprise.

Du point de vue de la santé durable, les valeurs portées envers la nature et le produit fini conditionnent la suite des évènements. Celui qui considère les insectes comme des nuisibles risque d’utiliser des insecticides ; celui qui considère la terre comme un support risque d’avoir un comportement moins écologique que celui qui considère sa terre comme sa ressource la plus précieuse ; celui qui n’aime pas manger ou n’a jamais goûté son produit fini ne peut pas être motivé par l’amélioration gustative de ce dernier, etc.

C’est à partir de ces valeurs morales qu’un être humain défini des objectifs ; aujourd’hui beaucoup d’agriculteurs portent encore dans le cœur « nourrir la planète » et « la culture du rendement ». Ces buts sont associés à l’objectif de rendement optimal en monoculture. Cette valeur a montré ses limites avec le système alimentaire conventionnel.

Des valeurs telles que « nourrir ses clients », « la santé durable », « vivre heureux de sa passion » pourraient amener à d’autres objectifs, d’autres principes de fonctionnement. Les valeurs de l’agriculteur vis-à-vis de la nature, de la qualité des produits, de l’environnement et de sa famille ont un poids très fort dans le processus de décision et dans la mise en œuvre de ses projets.

Il est dommageable de voir des agriculteurs se suicider sur leur lieu de travail ou être victimes de cancer après avoir été en contact avec des produits phytosanitaires pendant des années. Peut être que leurs valeurs de travail ne les ont pas aidés à prendre les bonnes décisions.

Les valeurs de management peuvent avoir de très bonnes conséquences comme de très mauvaises. On peut retenir l’exemple des agriculteurs qui ont suivi la route toute tracée par les acteurs de l’agriculture industrielle ou conventionnelle et se retrouvent victimes à la fois de l’agri-bashing et de la crise de l’agriculture d’aujourd’hui. Il y a également les agriculteurs qui aiment voir des insectes dans leur champ et qui ont développé des systèmes en agriculture biologique dans les années 1990 sur le constat de cette seule idée ; ceux-là étaient vus comme des marginaux ou des artistes dans le milieu agricole des années 1990 et sont vus aujourd’hui comme des héros ou des sauveurs aux yeux des consommateurs.

Conclusion Générale

Alors que les membres du GIEC prédisent une décroissance future de la disponibilité en énergie fossile, cette thèse avait pour but de faire un état des lieux de l'alimentation et sa projection pour que les agriculteurs et pharmaciens puissent trouver des sources d'inspiration pour innover et entreprendre dans la durabilité de celle-ci et promouvoir une santé durable.

Ce travail montre que les systèmes alimentaires d'aujourd'hui sont contraints d'évoluer. La disponibilité de l'énergie fossile est la source du développement de la société industrielle et son exploitation est responsable d'émissions de gaz à effets de serre. Le système agroalimentaire industriel dominant consomme 7 calories d'énergie pour produire une calorie alimentaire et l'alimentation est responsable d'un tiers de l'émission des GES.

Au-delà de cette problématique majeure, on constate un lourd bilan sanitaire de l'alimentation : hausse de l'obésité, problèmes de carences en micro-nutriments, malnutrition, malaise social général lié à l'alimentation et un lourd bilan environnemental : émissions de gaz à effets de serre, perte de fertilité des sols, diminution de la qualité de l'eau et de la biodiversité.

Les différentes projections de l'alimentation montrent une hausse du besoin en viande qui est responsable de la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole, et une urbanisation croissante dont les besoins en approvisionnement alourdissent le besoin en énergie fossile.

Les systèmes alimentaires alternatifs ne proposent pas de solution significativement plus durable à grande échelle. Mais quelques agriculteurs innovants arrivent à se démarquer localement pour proposer une agriculture peu consommatrice de carbone et d'intrants de synthèse. Ces évolutions de production sont indissociables des changements de régime en faveur d'une alimentation « bas carbone » nécessitant un renouvellement des habitudes alimentaires.

Il serait tentant de baisser les bras devant ces faits alarmants, dont peu se sentent responsables, il est cependant réaliste de proposer quelques solutions de production et consommation plus durables.

Un changement de régime en faveur d'une assette flexitarienne « bas carbone » couplé à un changement de production nous permettrait d'atteindre l'objectif de la COP21 de réduction de moins 40% d'émissions des GES entre 1990 et 2030. Le pharmacien, premier acteur de santé publique, pourrait en être l'évangélisateur pour permettre à l'homme de vivre plus longtemps en bonne santé, en promettant un régime plus sain, plus écologique et plus économe par la réduction des gaspillages notamment. L'agriculteur premier acteur de l'alimentation pourrait évoluer en faveur d'une agriculture à la fois biologique et de conservation des sols et contribuer à une santé plus durable aux côtés du pharmacien.

Précisions sur les auteurs et sources de la bibliographie

Les différents acteurs traitant du problème alimentaire sont, pour la majorité, des groupes d'experts pluridisciplinaires et peinent à mettre en action les gouvernements et les différents corps de métier dans l'urgence des changements liés à leurs pratiques. Nous notons qu'il y a peu de scientifiques des corps pharmaceutique et médical présents dans ces études et engagés sur le terrain. Pourtant les compétences de ces généralistes se sont montrées remarquablement efficaces dans le traitement des problèmes de santé publique du XIX^{ème} siècle grâce à l'enseignement scientifique général que les pharmaciens acquièrent pendant leurs études. Les livres concernant les nouvelles agricultures sont nombreux mais ne font pas l'objet d'étude synthétique qui mette en avant les bonnes pratiques durables de manière scientifique et chacune met en avant sa méthode.

Limites du sujet

Le choix des articles ayant servi à la rédaction de cette étude a été complexe. La linéarité des sujets scientifiques auxquels les pharmaciens sont habitués rend difficile l'exercice d'analyse systémique requis pour le traitement de la problématique. Il est également délicat de ne pas tomber dans les préjugés de l'opinion publique qui fait des associations simplistes, comme local et durable, qui ne sont pas toutes vérifiées.

Nous avons tenté, par l'exploitation de ces données, de présenter des analyses à différentes échelles spatiales et temporelles. Cependant l'analyse des données de santé et d'alimentation de territoires soumis à l'embargo pendant de longues durées, comme par exemple Cuba aurait pu apporter d'autres éléments de réponses intéressants.

L'agriculture biologique de conservation a été mise en avant ; elle n'est pas la seule digne d'être présentée. D'autres noms servent à illustrer des agricultures durables comme l'agriculture de régénération, la permaculture, l'agroécologie, l'agriculture naturelle, l'agriculture bio-intensive. Il en existe autant que de témoignages d'agriculteurs innovants. Certains sont qualifiés de gourous auprès de leurs adeptes. Il est intéressant de connaître chacune de ces méthodes, les présenter toutes aurait été redondant.

L'état de connaissance des pharmaciens en écologie est également un point d'interrogation : une enquête auprès d'un échantillon représentatif de pharmaciens aurait permis de mesurer la difficulté de mise en place d'un conseil hygiéno-diététique écologique.

Position de pharmacien agriculteur

Il est difficile de tirer des conclusions prudentes, nettes et précises. Les systèmes alimentaires sont complexes et notre regard diffère selon la position spatiale et temporaire de l'analyse.

En tant que pharmacien et citoyen français on ne peut pas rester indifférent au sujet de la consommation de viande et, en particulier, celle d'origine bovine, et au sujet des gâchis de l'alimentation, il est urgent que cela change. Connaître l'histoire de ses aliments, leurs effets écologiques et sanitaires est une étape essentielle à franchir pour les français, afin d'atteindre rapidement une santé durable à l'échelle nationale. Je suis convaincu que le pharmacien a un rôle de santé publique par l'information et l'éducation auprès de ses patients.

Néanmoins, les thématiques contemporaines de recherche en santé sont soucieuses de gagner quelques années de vie par le traitement ou la prévention du cancer et l'artificialisation des différents organes. Nous observons depuis quelques années que des questions générales sur l'alimentation sont traitées, telle la prévention de l'obésité par l'éducation et j'espère que le corps scientifique médical étudiera en profondeur la mise en application d'une alimentation durable et travaillera de pair avec les ingénieurs agronomes pour en dessiner les contours.

Il serait intéressant qu'un travail de recherche coordonné entre chercheur pharmacien et ingénieur agronome permette de fournir des données utilisables par les gouvernements pour développer des politiques alimentaires plus durables.

Les syndicats de ces deux professions pourraient également faire du lobbying auprès de l'Union européenne et du gouvernement pour défendre des modèles économiques en faveur de la santé durable et une rémunération plus juste en faveur de ceux qui jouent le jeu. Pour les pharmaciens cela pourrait être sous forme de nouvelles missions rémunérées et, pour les agriculteurs, en allouant une part plus importante des aides de la politique agricole commune dans les mesures agroenvironnementales.

Bibliographie

ADEME, Le Basic, AScA, *Volet 1 « Analyse des valeurs sociales de l'alimentation »*, Analyse des enjeux économiques et sociaux d'une alimentation plus durable, 2017.

ADEME, Le Basic, AScA, *Volet 2 « Analyse de la valeur socio-économique de l'alimentation, et sa répartition »*, Analyse des enjeux économiques et sociaux d'une alimentation plus durable, 2017.

ADEME, Le Basic, AScA, *Volet 3 : « Quels sont les impacts d'une alimentation plus durable sur la valeur, sa répartition, les emplois et les coûts cachés ? Quels en sont les déterminants et comment pourraient-ils évoluer ? »*, Analyse des enjeux économiques et sociaux d'une alimentation plus durable, 2018.

Agence Belga, *Le nombre d'insectes a baissé de 78% depuis 1989*, rtbf, 2017, consulté le 18 septembre 2019. URL: www.rtbf.be/info/societe/detail_le-nombre-d-insectes-a-baisse-de-78-depuis-1989?id=9614949

Aguilar Yulaidis, *Cuba's polygon program — agricultural land rehabilitation*, Current Opinion in Environmental Sustainability, Elsevier, 2015.

Ailhaud Gérard et al., *Obésité : dépistage et prévention chez l'enfant*, Rapport de recherche, Institut national de la santé et de la recherche médicale - INSERM, 2000.

Alan Rotz C., *Symposium review: Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms*, Journal of Dairy Science, FASS et Elsevier, 2018.

Axelosa Monique, Cherbut Christine, *Quel aliment pour qui ?,* Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Bellisle France et al., *Une enquête alimentaire de sept jours révèle une faible consommation de céréales complètes dans la population française*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Bellon-Maurel Véronique, Huyghe Christian, *l'innovation technologique dans l'agriculture*, Géoéconomie, Choiseul, 2016.

Belpomme D., *Ces maladies créées par l'Homme. Comment la dégradation de l'environnement met en péril notre santé*, Albin Michel, 2004.

Bertrand C. et al., *Alimentation biologique : état des lieux et perspectives, Cahiers de nutrition et de diététique*, Elsevier Masson, 2018.

Bouteloup Corinne, *Les pathologies digestives liées au blé ou au gluten : certitudes et doutes*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Bricas Nicolas, Lamine Claire, Casabianca François, *Agricultures et alimentations : des relations à repenser ?*, Natures Sciences Sociétés, 2013.

Brunel Sylvie, *La nouvelle question alimentaire*, Hérodote, La Découverte, 2008.

Calame Matthieu, *Une agriculture pour le XXIe siècle Manifeste pour une agronomie biologique*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2007.

Canet Alain, Schreiber Konrad, *Agroforesterie et couverture végétale des sols : du carbone pour la production et la protection en agriculture*, Association Française d'Agroforesterie, 2015.

Chandon Pierre, Quentin André, *Les effets du marketing sur les comportements alimentaires*, Cahiers de nutrition et diététique, Elsevier Masson, 2015.

Charuel A., Prevost V., *Conseils nutritionnels à l'officine dans le cadre du Programme National Nutrition Santé*, Annales Pharmaceutiques Françaises, Elsevier Masson, 2014.

Chaumet Jean-Marc et al., *Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*, Prospective Agrimonde, CIRAD et INRA, 2009.

Chenu C. et al., *Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France*, Innovations Agronomiques, INRA, 2014.

Chevassus-au-Louis Bernard, Griffon Michel, *La nouvelle modernité: une agriculture productive à haute valeur écologique*, Club Demeter, 2008.

Collette Linda et al., *Produire plus avec moins - Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne*, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO, 2011.

Combris Pierre, *Comprendre et maîtriser l'évolution de l'alimentation : que faut-il attendre des économistes ?*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2010.

Combris Pierre, *Economie et nutrition : de l'alimentation rationnelle à l'alimentation durable,* Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Coumoul Xavier, *La toxicologie moderne : vers de nouveaux défis sociétaux*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2013.

Coumoul Xavier, *Toxicologie et alimentation : nouveaux concepts*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Coumoul Xavier, *Contaminants alimentaires et le risque de cancer,* Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Craheix D. et al., *MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Présentation & principes d'utilisation*, INRA, 2011.

Delhommeau Tiphaine, *Agir pour une santé durable Priorités et perspectives en Europe*, Pour la Solidarité, Les Cahiers de la Solidarité, 2011.

Desbrosses Philippe, *L'agriculture industrielle peut-elle nourrir le monde ?*, nature & progrès, 2008.

Donnadieu Gérard et al., *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?* , Synthèse des travaux du Groupe AFSCET, Diffusion de la pensée systémique, 2003.

Dor F., *Pollution des sols et santé publique*, Archives des maladies professionnelles et de l'environnement, Masson, 2006.

Durand Daniel, *La Systémique*, Que sais-je ?, Presses Universitaires de France, 2013.

Emile J-C., Al Rifai M., Delagarde R., *Le pâturage de triticale en fin d'hiver permet d'avancer la mise à l'herbe en troupeau laitier*, Rencontres Recherches Ruminants, INRA, 2008.

Enjalbert Jérome et al., *Gestion dynamique de la diversité cultivée: d'une approche expérimentale à la conservation à la ferme*, Comptes Rendus Biologies, Elsevier Masson, 2011.

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

Fardet Anthony, Rock Edmond, *Vers une approche plus holistique de la nutrition*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Féret Samuel, Douguet Jean-Marc, *Agriculture durable et agriculture raisonnée, Quels principes et quels pratiques pour la soutenabilité du développement en agriculture ?*, nature sciences société, Elsevier, 2001.

Fournier Stéphane, Touzard Jean-Marc, *La complexité des systèmes alimentaires : un atout pour la sécurité alimentaire?*, Dossier : Des systèmes alimentaires articulés et transversaux pour une sécurité alimentaire, VertigO la revue électronique en sciences de l'environnement, 2014.

Gamet-Payrastre Laurence, Lukowicz Céline, *Les effets des mélanges de pesticides,* Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2017.

Garnett Tara, *Food sustainability: problems, perspectives and solutions*, Proceedings of the Nutrition Society, The Author, 2013.

Grunert Klaus G., Hieke Sophie, Wills Josephine, *Sustainability labels on food products: Consumer motivation, understanding and use*, Elsevier, 2014.

Guéguen Jacques, Walrand Stéphane, Bourgeois Oriane, *Les protéines végétales : contexte et potentiels en alimentation humaine*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Guéguen Léon, Pascal Gérard, *Le point sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2010.

Gurviez Patricia, Mugel Ophélie, *L'influence de l'orientation motivationnelle sur les représentations et les choix alimentaires*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson , 2016.

Guy-Grand Bernard, *Aliments « bio » pour la prévention du cancer ?*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2018.

Guyomard Hervé, Schmitt Bertrand, *Les terres agricoles, un enjeu pour la sécurité alimentaire de la planète à l'acuité variable selon les régions du monde*, Agriculture et foncier, Club Demeter, 2014.

Halweil Brian, *L'agriculture biologique peut-elle nous nourrir tous ?*, l'état de la planète, World Watch Institute, 2006.

Halweil Brian, *Still No Free Lunch: Nutrient levels in U.S. food supply eroded by pursuit of high yields*, The Organic Center, 2007.

Hamel Gary, *La fin du management Inventer les règles de demain*, Signature, Vuibert, avril 2008.

Hill Catherine, *Il est temps de prendre au sérieux la prévention des cancers*, Bulletin du Cancer, Elsevier Masson, 2015.

De Jaeger C. et al., *Place, intérêt et danger des produits phytosanitaires*, Médecine & Longévité, Elsevier Masson, 2012.

Jancovici Jean-Marc, *Combien de gaz à effet de serre dans notre assiette ?*, jancovici.com, 2017, consulté le 18 septembre 2017. URL : https://jancovici.com/changement-climatique/les-ges-et-nous/combien-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-notre-assiette/

Juricek Ludmila, Coumoul Xavier, *Alimentation, pesticides et pathologies neurologiques,* Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2014.

Kassel Dominique, *Des pharmaciens dans leur siècle, le XIXe*, Collection d'histoire de la Pharmacie, 2002

Kesse-Guyot Emmanuelle et al., *Déterminants et corrélats de la consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique. Résultats du projet BioNutriNet*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2018.

Lafont O., *Parmentier, hygiène et santé publique*, Annales Pharmaceutiques Françaises, Elsevier Masson, 2014.

Lahlou S., *Les systèmes et niveaux de détermination du comportement alimentaire*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2006.

Lançon Frédéric et al., *L'extension urbaine à travers le monde : enjeux pour les villes et les campagnes*, Agriculture et foncier, Club Demeter, 2014.

Lang Tim, *Reshaping the Food System for Ecological Public Health*, Journal of Hunger & Environmental Nutrition, Taylor and Francis Group, 2009.

Langa P.-O., Dramé M., *Le vieillissement démographique : comment mesurer la qualité de notre avenir ?* , Neurologie - Psychiatrie – Gériatrie, Elsevier Masson, 2013.

De Lattre-Gasquet Marie et al., *Quel(s) avenir(s) pour les structures agricoles ?*, Agriculture et foncier, Club Demeter, 2014.

Lecerf Jean-Michel et al., *Grandes lignes de la nutrition de l'adulte en bonne santé (et qui souhaite le rester) et au cours du cycle de la vie*, Revue Francophone des Laboratoires, Elsevier Masson SAS, 2014.

Lecerf Jean-Michel, Legrand Philippe, *Les effets des nutriments dépendent-ils des aliments qui les portent ? L'effet matrice*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Lecerf Jean-Michel, *Les aliments hyper-transformés : un nouveau concept discuté*, Médecine des maladies Métaboliques, Elsevier Masson, 2018.

Lepiller Olivier, *Les critiques de l'alimentation industrielle et les réponses des acteurs de l'offre*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2013.

Lepiller Olivier, *Valoriser le naturel dans l'alimentation*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Lorient Denis, *L'aliment naturel : une réalité ou un mythe ?*, Cahiers de nutrition et de diététique, 2016.

Mathieu Sasha, Dorard Géraldine, *Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective*, la Presse Medicale, Elsevier Masson, 2016.

Meybeck Alexandre, Gitz Vincent, *Quelle alimentation pour des systèmes alimentaires durables ?*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2016.

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, *Noblia, les lettres de noblesse de l'agroécologie*, agriculture.gouv.fr, 2017, consulté le 23 septembre 2019. URL : https://agriculture.gouv.fr/noblia-les-lettres-de-noblesse-de-lagro-ecologie

Mostofa Amin M.G et al., *Conservation dairy farming impact on water quality in a karst watershed in northeastern US*, Agricultural Systems, Elsevier, 2018.

Mourot Jacques, *Evolution de la qualité des produits animaux au cours des cinquante dernières années*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

OMS Bureau régional de l'Afrique, *Projet de Stratégie mondiale OMS sur la santé, l'environnement et les changements climatiques*, 2018.

Perrier Alain, Tuzet Andrée*, Le cycle de l'eau et les activités au sein de l'espace rural. Enjeux globaux, solutions locales et régionales*, Compte Rendus Geoscience, Elsevier, 2005.

Pillon Alexandre, *Le système alimentaire : un levier de développement durable pour les territoires sous influence urbaine*, Rapport de thèse professionnelle, 2011.

Pincemail Joël et al., *Effet d'une alimentation riche en fruits et légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs*, Nutrition clinique et métabolisme, Elsevier Masson, 2007.

Ponce Palma Isela et al., *Historical changes in the process of agricultural development in Cuba*, Journal of Cleaner Production, Elsevier, 2013.

Poulain Jean-Pierre, *Des risques de médicaliser l'alimentation quotidienne*, Manger aujourd'hui. Attitudes, normes et pratiques, Privat, 2002.

Poursinoff Anny et al., *Agriculture biologique et alimentation, un mariage fertile*, Les Pratiques, Cédis, Pollen, 2013

Pousset Joseph, *Qu'est-ce que l'agroécologie ? – retranscription de l'interview*, Université virtuelle d'agroécologie, 2013.

Poutier Audrey et al., *Le rôle du pharmacien dans la prévention de l'obésité*, Actualités pharmaceutiques, Elsevier Masson, 2017.

Rémésy Christian, Leenhardt Fanny, Fardet Anthony, *Donner un nouvel avenir au pain dans le cadre d'une alimentation durable et préventive*, Cahiers de nutrition et de diététique, Elsevier Masson, 2015.

Robine Jean-Marie, Cambois Emmanuelle, *Les espérances de vie en bonne santé des Européens*, Population & Sociétés, l'Institut national d'études démographiques, 2013.

Salvador-Perignon Marielle, *Les représentations mentales du mode de production des produits alimentaires (France)*, mis en ligne le 15 septembre 2011, consulté le 16 septembre 2019. URL : http://journals.openedition.org/aof/6888

Sautereau N., Benoit M., Savini I., *Evaluer et chiffrer économiquement les externalités de l'AB ?*, ITAB, 2016.

Sautereau N., Benoit M., Savini I., *Evaluer et chiffrer économiquement les externalités de l'AB ?*, Synthèse de l'étude ITAB, 2016.

Seconda L. et al., *Identification of sustainable dietary patterns by a multicriteria approach in the NutriNet-Sante cohort*, Journal of Cleaner Production, Elsevier, 2018.

Seconda Louise et al., *Comparaison de régimes alimentaires observés sur des critères nutritionnels, économiques et environnementaux en fonction de leur niveau d'émission de gaz à effet de serre*, Équipe de Recherche en Épidémiologie Nutritionnelle, 2017.

Senchyna Arun, Roth Léa, Schukraft Sara, Mania Sylvano, Système *de santé cubain: L'utopie face aux réalités*, Rapport de stage d'Immersion en Milieu Communautaire, 2013.

Silver Economie, *Le pharmacien, premier interlocuteur santé du public, 2018*. Consulté le 19 juin 2019. URL :https://www.silvereco.fr/le-pharmacien-premier-interlocuteur-sante-du-public-dapres-une-etude/3197276

Tara Garnett, *Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)?* , Food Policy, Elsevier, 2010.

Testud F., Grillet J-P., Nisse C., *Effets à long terme des produits phytosanitaires : le point sur les données épidémiologiques récentes*, Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement, Elsevier Masson, 2007.

Tournis Véronique, Rabinovitch Michel, *Les ressources naturelles pour la fabrication des engrais : une introduction*, Géologues, société géologique de France, 2009.

Urdang George, *La Place de la pharmacie dans la société : communication*, Revue d'histoire de la pharmacie, 1953.

Van Der Ploeg J.D., *Les paysans du XXI^{ème} siècle Mouvements de repaysannisation dans l'Europe d'aujourd'hui*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2014.

Vandaele Diane, Lebreton Amandine, Faraco Benoît, *Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*, Réseau Action Climat France, Fondation Nicolat Hulot pour la nature et l'homme, 2010.

Volpe Jean-Sébastien, *La Pharmacie mène à tout. Des Pharmaciens célèbres aux Célébrités pharmaciens*, Sciences Parmaceutiques, 2010.

WWF, ECO2 Initiative, *Prospective des régimes alimentaires et évolution de l'empreinte carbone de l'alimentation en France*, Vers une alimentation bas carbone, saine et abordable, WWF, 2018.

Zahm F. et al. , *Agriculture et exploitation agricole durables : état de l'art et proposition de définitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et des frontières de la durabilité en agriculture*, Innovations Agronomiques, INRA, 2015.

Annexes

Annexe 1 – 22 pages

Comprendre les interactions entre climat et agriculture

L'agriculture est à la fois un des secteurs les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques et un contributeur net aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES). **Avec 13,5% des émissions mondiales et 21% des émissions françaises (ce qui la place au deuxième rang des secteurs émetteurs)**, l'agriculture rejette du méthane (élevage et sols), du protoxyde d'azote (fertilisation azotée et gestion des déjections animales) et du dioxyde de carbone (consommation d'énergie). Selon son impact sur le changement d'affectation des sols* et ses pratiques, l'agriculture peut favoriser le stockage ou le déstockage du carbone dans les sols.

Si les émissions d'origine agricoles sont en baisse dans la plupart des pays industrialisés, la mondialisation des échanges et la croissance démographique expliquent en partie **la forte hausse des émissions agricoles dans les pays en développement.** De même si le méthane est le principal gaz émis au Sud, c'est le protoxyde d'azote qui arrive en tête des émissions agricoles au Nord.

En raison de la complexité et de la variabilité des systèmes agricoles, des incertitudes persistent sur l'évaluation des émissions de GES, rendant nécessaire un effort de recherche dans ce domaine.

* Voir glossaire page 69.

PREMIÈRE PARTIE

N°1 Comprendre les changements climatiques et leurs impacts globaux

Depuis la révolution industrielle du XIXe siècle, les activités humaines émettent dans l'atmosphère des gaz à effet de serre qui provoquent un réchauffement de la température moyenne à la surface du globe et dérèglent le climat mondial. Si elles ne sont pas considérablement et très rapidement réduites, ces émissions risquent de mettre en péril à la fois les économies, les sociétés humaines et les écosystèmes que nous connaissons aujourd'hui.

1. Le principe de l'effet de serre

L'effet de serre naturel permet à notre planète d'avoir une température moyenne de +15°C à sa surface. Sans cela, il y ferait -18°C et toute vie humaine sur Terre serait impossible (figure 1). Or, depuis la révolution industrielle (1850), les activités humaines émettent des gaz à effet de serre (GES) supplémentaires qui s'accumulent dans l'atmosphère et retiennent davantage de chaleur qu'à l'état naturel. C'est ce qu'on appelle **l'effet de serre additionnel, qui provoque un réchauffement accru de l'atmosphère et dérègle nos climats** (cycle de l'eau, précipitations et humidité de l'air, vent et pression atmosphérique, etc.).

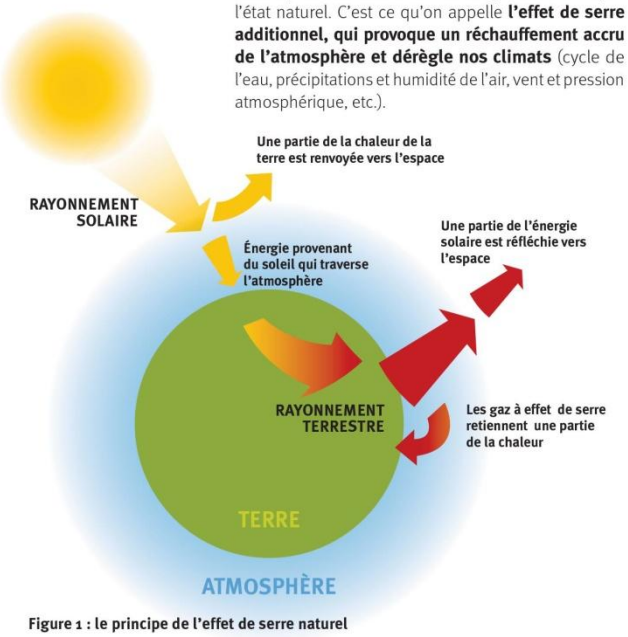


Figure 1 : le principe de l'effet de serre naturel

2. Les activités humaines, les émissions de GES et leurs impacts

Les activités humaines entraînent des émissions de GES responsables de l'effet de serre additionnel, (figure 2) qui sont :

- **Le dioxyde de carbone (CO_2)** qui résulte de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) et du changement d'utilisation des sols (agriculture et déforestation). Il est surtout issu du secteur des transports, de l'industrie et de l'habitat.
- **Le méthane (CH_4)** issu en grande partie des activités agricoles : rizières, élevage des ruminants, déjections animales.
- **Le protoxyde d'azote (N_2O)** produit essentiellement par le secteur agricole (épandage d'engrais azotés sur les sols) et certaines industries chimiques.
- **Les gaz fluorés (HFC, PFC, SF6)**, issus des activités industrielles humaines, sont des gaz qui n'existent pas à l'état naturel.

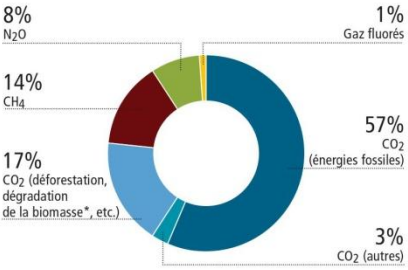


Figure 2 : part des différents gaz dans les émissions mondiales de GES d'origine humaine en 2004
Source : 4e rapport du GIEC, 2007.

À chaque gaz son impact sur le réchauffement...

Les différents GES n'ont pas le même impact sur le réchauffement de l'atmosphère. (figure 3). La contribution à l'effet de serre de chaque GES s'exprime grâce à un indicateur appelé pouvoir de réchauffement global (PRG), unité de mesure qui correspond à l'effet d'un gaz sur le réchauffement de l'atmosphère cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure par rapport au CO_2.

	Durée de vie dans l'atmosphère	Pouvoir de réchauffement global
CO_2	100 ans	1 (par convention)
CH_4	12 ans	25
N_2O	120 ans	298

Source : 4e rapport du GIEC, 2007.

Figure 3 : PRG des gaz
Explication du PRG : 1 kg de CH_4 émis dans l'atmosphère produira le même effet, sur un siècle, que l'émission de 25 kg de CO_2.

* Voir glossaire page 69.

© Jean-Louis Zimmermann

Puisque les différents GES n'ont pas le même impact sur le climat et pour pouvoir les comparer, ils sont mesurés en équivalent CO_2 ($eqCO_2$). Cette unité commune se calcule de la façon suivante :
Tonne d'équivalent CO_2 d'un gaz = tonne du gaz x PRG de ce gaz.

3. Quels sont les impacts observés et attendus des changements climatiques ?

➨ Des impacts déjà visibles

Selon les dernières données scientifiques[1], la température mondiale a augmenté de 0,74°C en moyenne à la surface du globe depuis 1850 mais certaines zones se sont plus réchauffées que d'autres. Ainsi, les climats mondiaux ont déjà commencé à subir des changements au cours du XX^{e} siècle : augmentation des évènements de fortes précipitations, sécheresses plus intenses et plus longues, changements phénologiques et de migrations de certaines espèces animales, fonte des glaciers, augmentation du niveau des océans, etc. **En France, le réchauffement moyen observé est plus important : de l'ordre de 1°C au cours du XX^{e} siècle.**

Selon le rapport de l'Observatoire national des Effets du Réchauffement climatique (ONERC), on constate « des températures diurnes et des températures de fin de nuit plus élevées, une diminution du nombre de jours de gel, une augmentation des vagues de chaleur, une diminution des vagues de froid et une augmentation de la variabilité des températures estivales, ce qui traduit une accentuation du risque de forte chaleur estivale ». Plusieurs indicateurs, comme la couverture neigeuse, le déplacement vers le nord de certaines espèces, la date de floraison des arbres fruitiers ou la date des vendanges (figure 4) permettent de mesurer les effets des changements climatiques sur le territoire français.

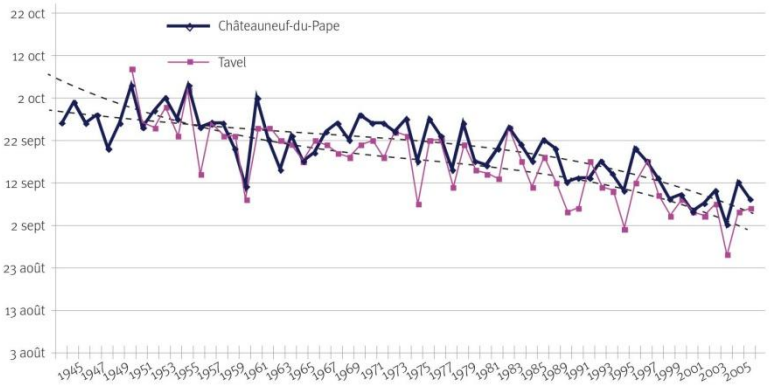


Figure 4 : évolution de la date du début des vendanges à Châteauneuf-du-Pape et Tavel
Source : ONERC d'après Syndicat intercommunal de l'appellation Châteauneuf du Pape – Château d'Aqueria.

1 - GIEC, 4^{e} rapport, 2007.

➨ Les projections pour le XXIe siècle

Pour le siècle à venir, les modélisations proposées par le GIEC dans son 4e rapport projettent, en l'absence de politiques effectives de réduction des émissions, **une augmentation de la température mondiale moyenne comprise entre 1,1 et 6,4°C en 2100[2]. Les changements climatiques qui en découlent auront donc des impacts significatifs sur les hommes et les écosystèmes.** Les scientifiques prévoient :

- une augmentation du niveau des océans comprise entre 18 et 59 cm en 2100, voire plus si l'accélération de la fonte des calottes glaciaires se confirme,
- l'inondation de certaines zones côtières où vivent des millions de personnes,
- la fonte des glaciers de montagne, la fragilité des pôles, le bouleversement du cycle de l'eau,
- le dérèglement des saisons et donc la modification de la pluviométrie,
- la multiplication d'événements climatiques extrêmes (canicule, inondation, sécheresse…) et une intensification de l'activité des cyclones les plus violents dans l'Atlantique Nord.

Au-delà de ces impacts directement liés à l'élévation des températures, des effets indirects sont également à prévoir :

- l'extinction de 20 à 30% des espèces animales et végétales pour une augmentation de la température de 2 à 3°C,
- une augmentation de la productivité agricole dans les régions tempérées pour un réchauffement limité à 2° C et une diminution au-delà. A l'opposé une chute des rendements dans tous les cas pour les régions chaudes parmi les plus vulnérables du globe (Afrique, Asie),
- le développement de certaines maladies humaines comme le paludisme ou la fièvre jaune.

Quels sont les impacts attendus à la surface de la planète d'ici à 2100?

Source : Caisse des dépôts, Mission Climat, d'après le 4e rapport du GIEC, 2007.

2 - Cette incertitude provient pour moitié de notre connaissance imparfaite du système climatique, pour moitié de l'incertitude sur les émissions futures de GES.

En France, selon le rapport de l'ONERC[3] basé sur la modélisation Arpège Climat[4], on peut s'attendre à un réchauffement moyen de 3 à 4°C à l'échelle du siècle. Ce réchauffement devrait entraîner des **modifications significatives du climat : fréquence accrue des sécheresses dans le sud du pays et érosion des espaces côtiers sur la majeure partie du littoral, menaçant en particulier les zones humides.**

De lourdes conséquences économiques sont également à prévoir car de nombreux sites industriels seront menacés par des inondations ou par une rupture de l'approvisionnement en eau (refroidissement de centrales nucléaires par exemple). Les zones de montagnes, avec la baisse de la couverture neigeuse, pourraient subir une diminution des activités de tourisme en hiver.

D'un point de vue sanitaire, le risque de canicule va croître. Avant la fin du siècle, un été sur deux pourrait conduire à des phénomènes caniculaires équivalents ou plus chauds que celui de 2003 en France. Le réchauffement climatique, en modifiant l'aire de répartition de nombreuses espèces animales (dont certaines servant de vecteur à des maladies tels les moustiques et les rongeurs) modifie l'aire de répartition des maladies.

Selon l'INRA, un réchauffement de 1°C se traduirait par un déplacement de 180 km vers le nord des aires de répartition des espèces.

GRANDES VILLES
- Vagues de chaleur : augmentation de la pollution locale (ozone), avec des conséquences sanitaires et sur la consommation d'énergie (rénovation du bâti nécessaire).
- Inondations urbaines : débordement des réseaux de drainage.

MONTAGNES
- Réduction de la superficie des domaines skiables : affaiblissement du tourisme.
- Risques naturels accrus : inondations, avalanches, éboulements.

LITTORAUX
- Départements dont les littoraux sont les plus menacés par l'érosion et/ou de submersion.
- Risque d'immersion complète des polders.
- Ports et leurs industries menacés par les inondations.
- Plages : érosion, ensablement de l'arrière-côte.
- Estuaires : érosion, salinisation, submersion.
- Baies : comblement.

SUD DE LA LOIRE
- Risques majeurs de sécheresses plus intenses : conséquences importantes pour l'agriculture.
- Feux de forêts plus fréquents.
- Risque de modification des événements cévenols (fortes précipitations et inondations).

FLEUVES
- Risque de crues plus important.
- Centrales et industries : problèmes de refroidissement dus à la hausse de la température des eaux.

3 - ONERC, Évaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France. Rapport de la deuxième phase - Septembre 2009.
4 - Le scénario A2 est construit sur l'hypothèse d'un monde hétérogène, avec une croissance continue de la population et des économies régionalisées qui connaissent une croissance modeste et fragmentée.

PREMIÈRE PARTIE

N°2 Comprendre les cycles du carbone et de l'azote et leurs liens avec les émissions de gaz à effet de serre anthropiques

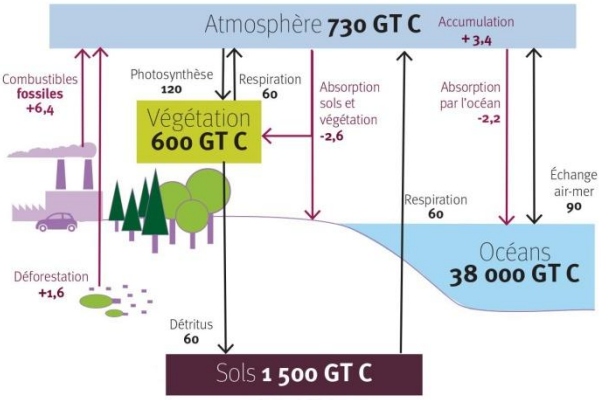
Le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote sont les trois principaux gaz à effet de serre qui contribuent au réchauffement de la planète. Ce sont aussi des gaz qui jouent sur les cycles naturels du carbone et de l'azote.

1. Le cycle du carbone

Le carbone (C), qui compose le méthane (CH_4) et le dioxyde de carbone (CO_2), est un atome à la base de la matière organique et donc de la vie. C'est un des composants essentiels des êtres vivants et on le retrouve dans tous les compartiments de la biosphère. Sur terre, les principaux stocks de carbone sont les océans (≈38 000 Gt[5]), les ressources fossiles (≈3700 Gt), l'atmosphère (≈730 Gt de carbone), les sols (≈1 500 Gt) et la biomasse* (≈600Gt) (figure 5).

L'agriculture dans le cycle du carbone ?
Les végétaux et les sols stockent, sur du plus ou moins long terme, du carbone et permettent donc de réduire la concentration atmosphérique en CO_2. Dans le même temps, l'agriculture rejette dans l'atmosphère du carbone supplémentaire sous forme de CH_4 (élevage, riziculture) et de CO_2 (déstockage du carbone des sols à cause de certaines pratiques agricoles ou du changement d'utilisation des sols).

Figure 5 : le cycle du carbone



→ Flux naturels en GT C/an.
→ Flux supplémentaires dus aux activités humaines en GT C/an.

GT C = milliard de tonnes de carbone.
Source : valeur pour les années 1990, d'après GIEC 4e rapport 2007.

5 - Gigatonne (Gt) = 1 milliard de tonnes

Le cycle du carbone représente les échanges qui existent entre ces stocks. Via la photosynthèse*, les végétaux terrestres absorbent le CO_2 contenu dans l'atmosphère. Une partie de ce carbone est transférée aux êtres vivants qui se nourrissent des végétaux, l'autre partie est incorporée au sol à la mort des animaux et des végétaux et par les excréments animaux. **Le carbone est ensuite intégré au sol grâce à l'activité de micro-organismes qui le transforment et lui permettent d'intégrer l'humus*, un des stocks de carbone les plus importants à la surface de la Terre.** Le carbone de l'humus* est peu à peu minéralisé, entraînant une libération progressive de CO_2 dans l'atmosphère.

À l'état naturel, les phases de stockage et de relargage du CO_2 par les sols sont à l'équilibre. Dans le même temps, les océans absorbent des quantités importantes de carbone, essentiellement par dissolution sous forme de bicarbonate mais aussi par la photosynthèse de la flore marine.

Une partie du carbone contenu dans les profondeurs terrestres se transforme, à l'échelle de dizaines de milliers d'années, en hydrocarbures et forme les réservoirs d'énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon).

Dans le cycle du carbone, il faut également comptabiliser le méthane (CH_4), émis par l'ensemble des animaux, mais surtout par les ruminants (dont la digestion se fait sans oxygène) et par certaines zones humides (rizières, tourbières, décharges...).

Le cycle du carbone est aujourd'hui perturbé par les activités humaines qui émettent des quantités supplémentaires de carbone. Ainsi au cours des années 1990 :

- Environ 24 Gt de CO_2 par an (soit 6,4 Gt de C/an) issues de la combustion des énergies fossiles.
- Environ 6 Gt de CO_2 par an (soit 1,6 Gt de C/an, +/- 0,8) provenant des changements d'utilisation des terres (déforestation, retournement de prairies, etc.).

Sur les 30 Gt de CO_2 émises par l'homme tous les ans, seules 17,5 Gt sont absorbées par la biomasse*, les sols et les océans, le reste (environ 12,5 Gt de CO_2/an, soit 3,4 Gt de C/an) s'accumule dans l'atmosphère et conduit à réchauffer cette dernière.

À ces émissions de CO_2, il faut ajouter le méthane (CH_4), autres gaz à effet de serre, qui, une fois émis dans l'atmosphère, est oxydé et rapidement transformé en CO_2.

* Voir glossaire page 69.

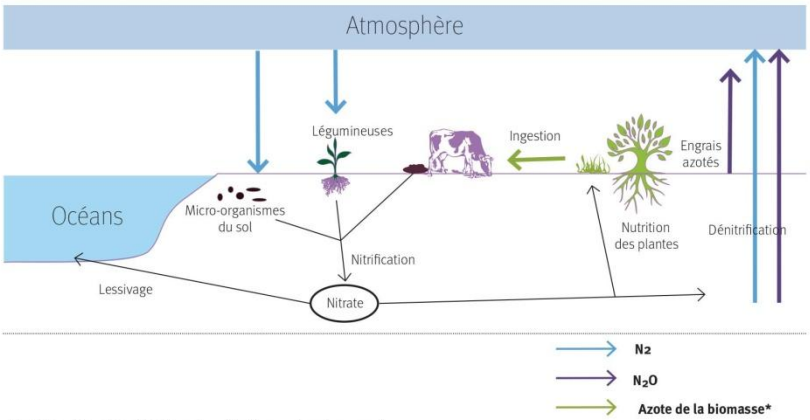
2. Le cycle de l'azote

L'atmosphère est composée à 79% d'azote (N), élément essentiel du vivant qui intervient dans la composition des protéines. **L'azote atmosphérique, pour être assimilable par les organismes vivants, doit être transformé en azote minéral** (figure 6). Le cycle de l'azote comprend donc plusieurs processus qui mettent en jeu un panel de bactéries :

- La **fixation** de l'azote de l'air (N_2) par les végétaux est réalisée par des bactéries dans les sols ou associées aux légumineuses* (pois, haricots, lentilles, soja, etc.), végétaux riches en azote et utilisés pour l'alimentation humaine et animale.

* Voir glossaire page 69.

Figure 6 : le cycle simplifié de l'azote



* Voir glossaire page 69.

- Le **flux d'azote direct** entre végétaux et animaux via l'alimentation. Cet azote ingéré retourne dans le sol par les excréments et après la mort des êtres vivants.

- La **nitrification** transforme l'azote ammoniacal des sols en nitrates grâce à certaines bactéries qui rendent ainsi l'azote assimilable par les organismes vivants. Une partie des nitrates ainsi obtenus est également lessivée vers les océans.

- La **dénitrification** produit de nouveau du N_2 atmosphérique. Cette réaction est à l'origine de dégagements de CO_2 et de N_2O.

Les légumineuses* fourragères (trèfle, luzerne...) et celles cultivées pour leurs graines (lentilles, pois, fèves, haricots, soja...) sont des végétaux capables, via des bactéries symbiotiques contenues dans les racines, de convertir l'azote atmosphérique en azote minéral (utilisable par les plantes).

Les bactéries forment des nodules sur les racines des légumineuses*

© ecosociosystemes.fr

où est fixé l'azote minéral.

PREMIÈRE PARTIE

N°3 Agriculture : secteur émetteur et secteur impacté

L'agriculture est un secteur dont les différentes activités contribuent à émettre trois principaux gaz à effet de serre : le protoxyde d'azote, le méthane et le dioxyde de carbone. Dans le même temps, l'agriculture est la première activité à subir les impacts des modifications du climat déjà amorcées.

1. La contribution de l'agriculture aux émissions de GES

La croissance des émissions agricoles dans le monde

L'agriculture représentait en 2004 environ 13,5% des émissions mondiales de GES (hors forêts). L'agriculture contribue à émettre directement environ 5,5 GteqCO_2[6] chaque année dans l'atmosphère, derrière l'industrie et la production d'électricité et de chaleur (avec 12 Gt) et le transport (environ 6,2 Gt). Si on combine les émissions directes de l'agriculture à celles du changement d'affectation des sols* et de la déforestation qui lui sont souvent liées (17,4% des émissions mondiales), on arrive à la première source mondiale d'émission de GES (figure 7).

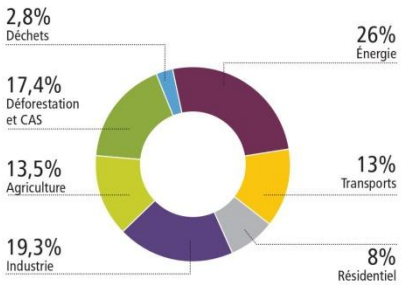


Figure 7 : contribution des secteurs aux émissions mondiales de GES en 2004
Source : 4e rapport du GIEC, Rapport du Groupe de travail III – 2007.

L'agriculture est responsable de plus de 70% des émissions mondiales de protoxyde d'azote (environ 3,2 GteqCO_2 par an) et de 50% des émissions de méthane (environ 3 GteqCO_2 par an).

Entre 1990 et 2004, selon le 4e rapport du GIEC, les émissions mondiales de GES ont connu une croissance de l'ordre de 25%. Les émissions de l'agriculture ont connu une croissance plus modeste, de l'ordre de 13% environ (méthane et protoxyde d'azote principalement). Cependant on note des différences importantes entre les pays en développement et émergents, où les émissions agricoles ont largement augmenté (+28%), alors qu'elles ont baissé dans les pays industrialisés (-12%).

Les émissions agricoles en France

Selon le CITEPA[7], l'agriculture française représentait en 2008 environ 21% des émissions de GES[7], avec 109 MteqCO_2. L'agriculture est ainsi le 2e secteur émetteur, derrière les transports (25%) et devant l'industrie manufacturière (20%) et le secteur des bâtiments (19%).

Voir fiche n°4 : La place de l'agriculture dans les émissions de gaz à effet de serre (p.18).

2. Les impacts des changements climatiques sur l'agriculture

L'agriculture est une activité basée sur le vivant et directement dépendante des conditions climatiques (températures, précipitations, distributions interannuelles, mensuelles et journalières des variables climatiques). Les systèmes agricoles sont tributaires à la fois d'un climat découpé selon de grandes zones géographiques et de microclimats sur des zones beaucoup plus restreintes.

Impacts au niveau mondial

Selon les scénarios d'évolution du climat mondial, les changements climatiques impacteront l'agriculture à plusieurs titres :

- Les modifications de la pluviométrie pourront faire évoluer les capacités d'irrigation de certaines cultures. La fonte des glaciers de montagne, qui régule en grande partie le débit des cours d'eau, risque d'entraîner de fortes pénuries dans certaines régions du monde, en particulier en Asie du Sud-Est. Il existe donc un fort risque de stress hydrique pour les plantes.
- Les projections envisagent une recrudescence des évènements climatiques extrêmes, comme les vagues de chaleur ou les inondations, qui ont des impacts importants sur les cultures et l'élevage.
- L'augmentation des températures annuelles moyennes va entraîner des modifications dans les rendements de certaines cultures ainsi que des changements des zones géographiques les plus favorables à des cultures ou à des élevages spécifiques.

Il existe aussi de nombreux effets indirects qui peuvent concerner l'agriculture : dégradation et désertification des sols dans les régions déjà arides, hausse des températures pouvant favoriser les feux de forêts, etc.

Les impacts sur l'agriculture seront donc très variés. Comme l'illustre la carte de synthèse (figure 8) présentée par le GIEC, certaines régions comme l'Australie, l'Afrique Centrale et Saharienne, l'Amérique Centrale ainsi que l'Asie Centrale, seront particulièrement vulnérables aux changements climatiques. **En fonction du réchauf-**

* Voir glossaire page 69.

6 - GteqCO_2 : Gigatonnes équivalent CO_2.
7 - Ici, contrairement aux émissions mondiales, est intégré l'ensemble des émissions agricoles, y compris celles associées à la consommation d'énergie dans les exploitations.

Figure 8 : principaux impacts des changements climatiques en 2050 sur les rendements des cultures céréalières et forestières et sur l'élevage (l'adaptation n'est pas prise en compte).
Source : GIEC, 4e rapport de synthèse.

fement, on s'attend à une baisse importante de la productivité de certaines cultures et de l'élevage. D'autres régions devraient au contraire bénéficier d'un accroissement de la productivité, notamment au Nord (Nord des États-Unis et Canada, Russie et Sibérie Orientale). **Dans les zones tempérées, les impacts seront variables, même si, au-delà d'un certain seuil, les températures ont des effets négatifs sur les rendements** (figure 9).

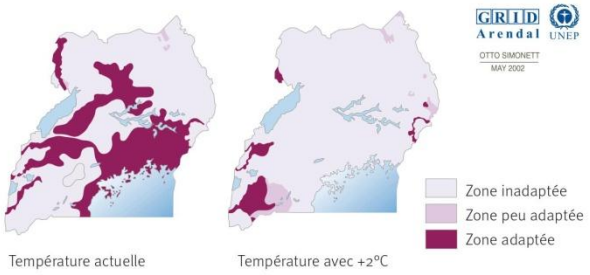


Figure 9 : les zones de culture du café en Ouganda avec 2°C de plus
Source : GIEC 2001.

➨ Impacts en France

Même avec un réchauffement global modeste, le climat subira des modifications substantielles. L'agriculture, qui occupe près de la moitié du territoire, est directement concernée par ces évolutions et devra s'y adapter. Le réchauffement va modifier le développement de la végétation cultivée et non cultivée ; la compétition entre les cultures et les « mauvaises herbes »ou les parasites devrait devenir plus rude.

L'augmentation de CO_2 va stimuler la photosynthèse*, à condition que les réserves en eau soient suffisantes. Or la pluviométrie devrait se modifier, avec un risque de stress hydrique accru dans la partie sud de l'Hexagone. Cela aura sans doute aussi un effet sur les animaux domestiques et l'élevage, qui seront affectés par la modification à la fois des écosystèmes et des ressources en eau.

La floraison précoce des arbres fruitiers les exposera à des coups de gels tardifs. La date de floraison de certaines espèces a déjà avancé de quelques semaines (certains pommiers qui fleurissaient plutôt début avril sont aujourd'hui en fleurs dès le 15 mars), ainsi que la date de certaines vendanges.

Les interactions entre les différents paramètres (hausse des températures, évolution des régimes de précipitations, augmentation de la concentration de CO_2, etc.) sont encore assez mal connues, ajoutant des incertitudes sur les impacts des changements climatiques sur l'agriculture.
Au niveau économique et territorial, les appellations d'origine contrôlée (AOC) et les associations cépage-terroir d'aujourd'hui qui font la spécificité des vins français pourraient disparaître car ils sont définis par le milieu physique (sol, climat), les techniques culturales et le matériel végétal spécifique.

* Voir glossaire page 69.

N°4 La place de l'agriculture dans les émissions de gaz à effet de serre

Avec 21% des émissions de gaz à effet de serre en France, l'agriculture est le 2e secteur émetteur. Elle ne représente par contre que 9% des émissions au niveau européen notamment en raison du poids plus faible de l'agriculture dans l'économie et des émissions de l'industrie et de l'énergie. Comme dans la majorité des pays industrialisés, les émissions agricoles sont en baisse.

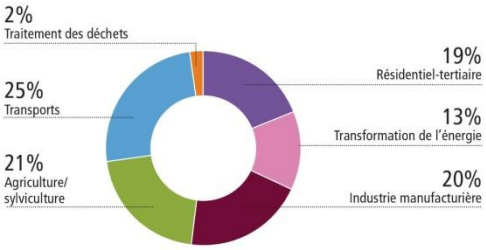


Figure 10 : contribution des secteurs aux émissions de GES en France en 2008
Source : CITEPA, 2009.

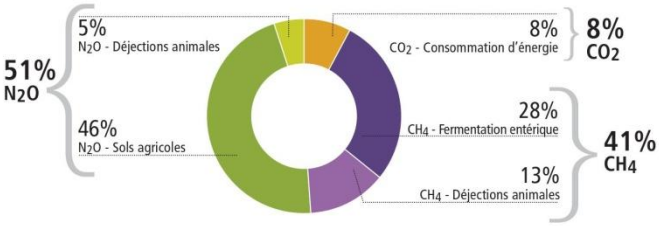


Figure 11 : part des activités dans les émissions agricoles en France en 2008
Source : CITEPA, 2009.

1. Émissions de gaz à effet de serre en France

GES par secteur

En 2008 les émissions de GES en France s'élevaient à 527Mteq CO_2. Elles proviennent avant tout du secteur des transports, qui représente 25% des émissions. **Le secteur agricole se place en 2e position, avec 21% des émissions**, devant le secteur de l'industrie (20%), celui des bâtiments (19%), de la production d'énergie (13%) et des déchets (2%) (figure 10). Remarquons tout de même que le contexte financier de 2008 a réduit conjoncturellement les émissions de certains secteurs comme celui des transports de marchandises et celui de l'industrie.

GES agricole

Le principal GES agricole est le protoxyde d'azote, qui représente 51% des émissions, devant le méthane 41%, puis le CO_2 avec environ 8% (figure 11).
La fertilisation des sols agricoles est la première source de GES d'origine agricole en France (46%), devant la fermentation entérique (27%). Viennent ensuite les déjections animales, sources de méthane (13% des émissions agricoles) et de protoxyde d'azote (6%). La consommation d'énergie est quant à elle responsable de 8% des émissions.
Entre 1990 et 2008, les émissions du secteur agricole ont diminué d'environ 8% (figure 12 & 13) avec des baisses notables du poste « Sols agricoles » dues à une moindre utilisation de fertilisants minéraux et du poste « Fermen-

Figure 12 : émissions agricoles en France en 2008 par activité et par gaz (hors UTCF)
Source : CITEPA, émissions de GES directes au format «Plan climat» en France - Kyoto, Édition 2009.

	1990				2008				Évolution 1990–2008
En milliers de tonnes équivalent CO_2	**CO_2**	**CH_4**	**N2O**	**Total**	**CO_2**	**CH_4**	**N2O**	**Total**	
Consommation d'énergie	11 180	16	81	11 277	11 357	15	85	11 457	**+1,6%**
Sols agricoles	0	0	55 941	55 941	0	0	49 290	49 290	**-12%**
Fermentation entérique	0	30 960	0	30 960	0	28 556	0	28 556	**-7,5%**
Déjections animales	0	13 779	6 838	20 617	0	14 112	6 019	20 131	**-2,5%**
Culture du riz	0	100	0	100	0	90	0	90	**-10%**
	11 180	**44 855**	**62 860**	**118 895**	**11 357**	**42 773**	**55 394**	**109 524**	**-8%**

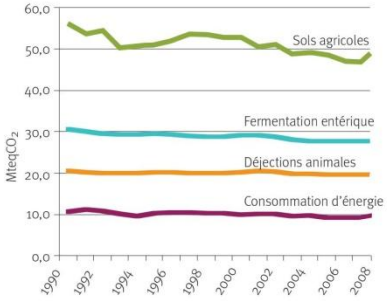


Figure 13 : évolution des émissions de GES par activité agricole entre 1990 et 2008 en France
Source : D'après CITEPA, Bilan PNLCC Kyoto édition 2009.

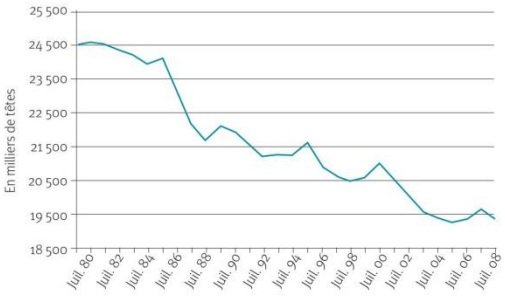


Figure 14 : baisse tendantielle des effectifs bovins en France
Source : Agreste, enquêtes cheptel de mai 2009 et BDNI.

⇢ **Voir annexe 1 page 64, planche récapitulative des émissions agricoles**

tation entérique » dues notamment à l'intensification laitière et à la baisse du cheptel bovin (figure 14).

2. Émissions de GES en Europe

➨ GES par secteur

L'utilisation de l'énergie représente la part la plus importante des émissions européennes (59%), devant les transports (21%) et enfin **l'agriculture (9%),** l'industrie (8%) et les déchets (3%) (figure 15). À l'exception des transports, la plupart des secteurs connaissent une relative décroissance depuis 1990.

➨ GES agricole

Le principal GES issu de l'agriculture est le protoxyde d'azote, qui représente 50% des émissions, devant le méthane 37%, et le CO_2 13% (figure 16).

Comme en France, c'est la fertilisation azotée des sols agricoles qui est la première source de GES d'origine agricole en Europe (44%), devant la fermentation entérique (27%), suivie de la consommation énergétique (13%) et la gestion des déjections animales, sources de méthane (10% des émissions agricoles) et de protoxyde d'azote (6%).

Les émissions agricoles en Europe ont diminué d'environ 21% entre 1990 et 2007. Cela s'explique à la fois par le déclin du secteur agricole dans certains pays européens mais aussi par une rationalisation des pratiques et une optimisation de la fertilisation azotée.

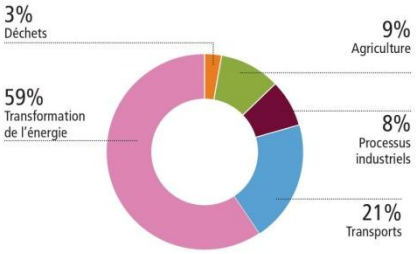


Figure 15 : contribution des secteurs aux émissions de GES de l'UE-27 en 2008
Source : Eurostat, 2009.

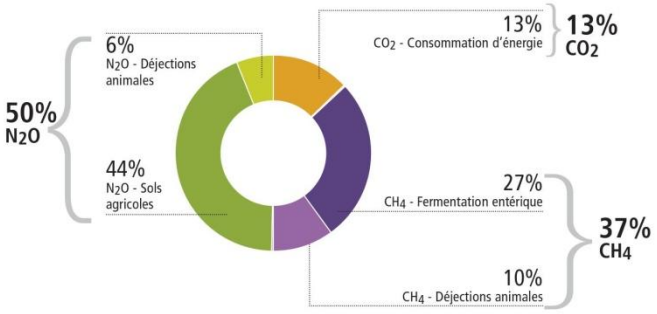


Figure 16 : émissions de GES d'origine agricole en Europe en 2007 (UE-27 et hors UCTF)
Source : Eurostat, 2008.

N°5 Le protoxyde d'azote (N_2O)

➨ Le N_2O a un pouvoir de réchauffement global très important. C'est aussi le gaz qui arrive en tête des émissions agricoles en France (51%), issues des sols (épandage des engrais azotés) et des déjections animales (stockage).

Fiche d'identité

Nom : Protoxyde d'azote
Formule : N_2O
Durée de vie dans l'atmosphère : 120 ans
PRG : 298
Principales sources au niveau mondial :
- Agriculture
- Industrie
- Déchets

Principales sources pour l'agriculture :
- Gestions des déjections animales
- Fertilisation azotée

Part dans les émissions agricoles en France : 51%

1. Principales sources de N_2O agricole

➨ La fertilisation azotée

Pour se développer, les végétaux ont besoins d'azote. En agriculture les apports azotés peuvent avoir lieu sous différentes formes : engrais minéraux de synthèse (obtenus par un processus industriel entre l'azote et l'hydrogène) et apports sous forme organique (fumier* ou lisier*).
Les émissions de N_2O proviennent de l'épandage de l'azote sur les sols (figure 17), à cause de deux phénomènes : les émissions directes dues à l'épandage lui-même et les émissions indirectes dues au processus de nitrification – dénitrification dans les sols. Dans l'inventaire national, une tonne d'azote épandue sous forme d'engrais minéral ou organique entraîne l'émission directe de 5 teqCO_2 (sous forme de N_2O) et l'émission indirecte de 5,5 teqCO_2, via la volatilisation de l'ammoniac et le lessivage des nitrates. À cela, il faut ajouter selon GES'TIM[8], entre 3,6 et 6,1 teqCO_2 émises lors de la fabrication d'une tonne d'engrais minéraux. Une étude de Solagro de 2003 montre que réduire l'excédent azoté sur les sols agricoles français permettrait d'éviter l'émission de 24 MteqCO_2 par an, soit presque 20% des émissions agricoles françaises.

Poste	Émissions de GES (kg éqCO_2/ha)	Part dans le total des émissions
Consommation de carburant	336	10%
Mécanisation (fabrication du matériel ramenée à la durée d'utilisation)	31	1%
Fertilisation (synthèse des engrais)	1351	40%
Émissions de N_2O (après application des engrais azoté sur les sols)	1658	48%
Produits phytosanitaires (synthèse)	6	< 1%
Fabrication des semences	47	1%
TOTAL	**3429**	**100%**

Figure 17 : exemple de l'impact de la fertilisation azotée sur une culture de blé tendre d'hiver (83 qx/ha)
Source : Arvalis 2007 – D'après un itinéraire réel à Boigneville (rotation colza - blé tendre d'hiver - orge de printemps).

Processus des émissions de N_2O par les sols
Dans les sols agricoles, les émissions de N_2O sont dues à deux processus :
- Les émissions directes ont lieu après l'apport d'azote sur les sols (fertilisation minérale et organique, enfouissement de résidus des cultures...).
  Elles sont fortement corrélées aux quantités d'azote épandues, à la forme de l'azote apporté (nitrate, ammonitrate, urée) à la forme de l'engrais (solide/liquide), ainsi qu'à la culture et à l'assolement (incidence via les résidus de la culture antérieure) et aux conditions climatiques avant apport (humidité du sol) et après apport (température et pluviométrie).

- Les émissions indirectes sont dues aux processus de transformation des produits azotés, via les micro-organismes du sol (minéralisation, nitrification, dénitrification), la volatilisation de l'ammoniac et le lessivage des nitrates.
  La nitrification transforme l'ammonium (NH_4+) du sol en nitrate (NO_3-), le N_2O étant un produit intermédiaire émis au cours de cette réaction. La dénitrification transforme le nitrate (NO_3-) en azote atmosphérique (N_2) en absence d'oxygène, avec le N_2O comme produit intermédiaire. Par unité d'azote transformé, la dénitrification produit environ 10% de plus de N_2O que la nitrification.
  Les émissions indirectes sont très variables pour une même quantité épandue d'azote car elles sont limitées dans le temps et varient en fonction de la nature du sol, de la culture, de l'année, de la teneur en eau (plus le sol est saturé en eau, plus la dénitrification augmente) et de sa capacité à réduire le N_2O en N_2. La dénitrification varie fortement même à l'échelle du mètre carré et selon la période d'émission, que ce soit au cours d'une journée ou plus.

Voir schéma page 15 : Le cycle simplifié de l'azote.

8 - GES'TIM est un guide méthodologique d'estimation des impacts des activités agricoles sur les émissions de GES réalisé par les instituts techniques agricoles animaux (Institut de l'élevage, IFIP, ITAVI) et végétaux (ARVALIS Institut du Végétal, CETIOM, ITB).

➨ **Les déjections animales**

Les émissions de N_2O sont principalement dues aux processus de nitrification-dénitrification durant le stockage et peu pendant leur séjour dans les bâtiments d'élevage. Ces émissions sont complexes et varient selon les taux d'oxygène et d'humidité du milieu et selon le type de déjections (lisier* ou fumier).

2. Tendances des émissions du N_2O agricole

➨ **Dans le monde**

Dans le monde, l'agriculture représente environ 70% des émissions de N_2O. Ces dernières ont fortement progressé entre 1990 et 2005, de 18% environ. Par contre, au Nord les émissions déclinent (-11% pour les pays industrialisés), alors qu'elles progressent fortement dans les pays émergents et en développement (+34%) (figure 18).
Cette évolution semble s'inscrire dans la **logique d'un renforcement de la production agricole au Sud qui s'accompagne d'une augmentation de la fertilisation minérale** dans ces régions (Asie, Amérique du Sud principalement). Dans ces zones géographiques, l'accroissement des cheptels joue aussi un rôle sur la croissance des émissions de N_2O liées à la gestion des déjections.

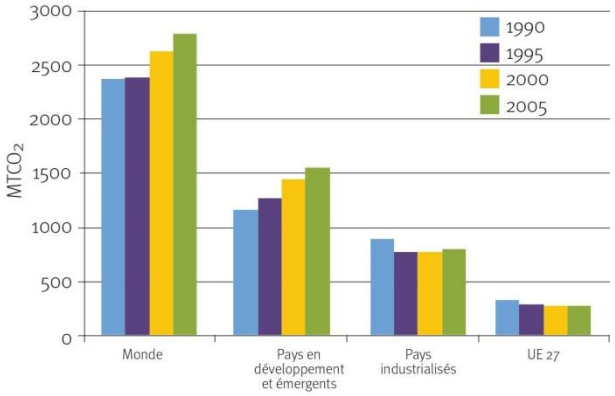


Figure 18 : émissions de N_2O d'origine agricole dans le monde entre 1990 et 2005
Source : FAO Stat, 2006.

Dans les pays industrialisés, la décroissance des émissions de N_2O d'origine agricole est à mettre en perspective avec une relative réduction des cheptels bovins (en Europe notamment), mais aussi avec une stabilité des consommations d'engrais d'origine minérale (figure 19). En effet, après une forte croissance entre 1960 et 1990 la consommation d'engrais a largement décru dans la dernière décennie du XX^{e} siècle, pour ensuite se stabiliser.

Figure 19 : consommation d'engrais minéraux azotés
Source : FAO stat 2007.

Le GIEC prévoit une croissance de 35 à 60% des émissions de N_2O avant 2030 à cause d'une utilisation accrue d'engrais azoté et de l'augmentation des déjections animales.

➨ **En France**

L'agriculture est responsable de plus de 80% des émissions françaises de N_2O. Les sols, à cause de la fertilisation organique et minérale, représentent plus de 85% des émissions agricoles de N_2O devant la gestion des déjections (11%) et les consommations d'énergie (4%).

Entre 1990 et 2007, les émissions de N_2O agricoles ont diminué de plus de 15% en raison notamment d'une meilleure gestion de la fertilisation azotée par les agriculteurs et une baisse de certains cheptels qui structurent en profondeur les émissions de N_2O.

⇢ **Voir annexe 2 page 65, détail des émissions de N_2O en France**

N°6 Le méthane (CH_4)

➨ Le méthane représente plus de 40% des émissions françaises agricoles dont la principale source est l'élevage (animaux et déjections).

Fiche d'identité

Nom : Méthane
Formule : CH_4
Durée de vie dans l'atmosphère : 12 ans
PRG : 25
Principales sources au niveau mondial :
- Déchets
- Agriculture
- Énergie

Principales sources pour l'agriculture :
- Fermentation entérique (principalement chez les ruminants)
- Gestion des déjections animales
- Riziculture (sols)

Part dans les émissions agricoles en France : 41%

1. Principales sources de CH_4 agricoles

➨ Les ruminants

Les animaux d'élevage dits « ruminants » (bovins, ovins et caprins) sont responsables d'une grande partie des émissions de méthane d'origine agricole. En effet, ce sont des herbivores capables de régurgiter leur nourriture afin de la remastiquer (rumination). Cette digestion particulière leur fait éructer (rots) du méthane après fermentation des aliments dans le rumen (fermentation entérique) (figure 20). Plusieurs facteurs influencent les émissions de méthane entérique :
- la race et le type génétique,
- le niveau de production animale,
- l'activité physique,
- la composition et la digestibilité des aliments.

Les bovins sont les ruminants les plus émetteurs de méthane, avec 62,3 kg de CH_4 en moyenne par animal et par an[9]. Il existe cependant au sein de l'espèce des variations importantes.

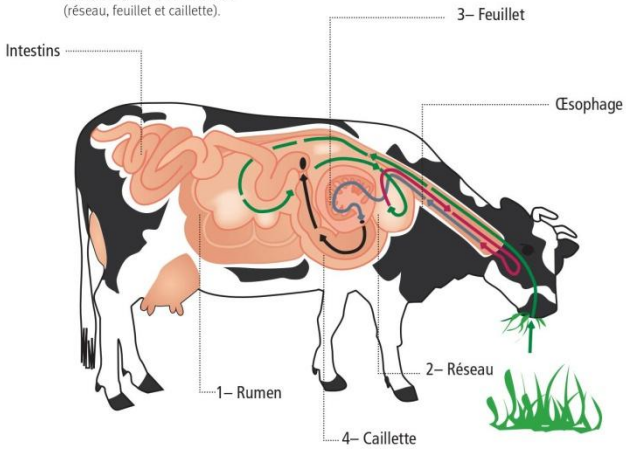


Figure 20 : digestion des bovins (ruminants)
Les bovins sont des animaux à quatre estomacs. Les aliments passent d'abord dans le rumen, où ils vont fermenter et produire du CH_4. Ensuite le bovin va les digérer plusieurs fois en les régurgitant et en les mastiquant (rumination). Une partie des aliments est utilisée comme source d'énergie, le reste passe dans les trois autres estomacs (réseau, feuillet et caillette).

Pour les bovins en croissance ou à l'engraissement, les émissions de CH_4 augmentent avec l'âge et le niveau de production des animaux (lait ou viande), en raison de l'accroissement des quantités d'aliments ingérés. L'alimentation joue donc un rôle clé dans les émissions. Les rations sèches (contenant plus de 80% d'aliment concentré à base de céréales, foin ou paille) réduisent la fermentation entérique et donc la production de CH_4.

Quoi qu'il en soit, **les élevages (intensifs, à l'herbe, hors sol…) et les différentes viandes qui en sont issues sont à considérer différemment car celles qui résultent d'un processus complexe de transformation de céréales-soja en viande et les autres qui résultent du broutage d'herbe** (qui, à défaut, se décomposerait et génèrerait du méthane) **n'ont pas le même impact en termes de GES.**

➨ La gestion des déjections

Une autre partie des émissions de méthane provient de la fermentation des déjections animales (fumiers* et lisiers*). Selon leur mode de gestion, les déjections animales seront donc une source de CH_4, N_2O et/ou CO_2. Les déjections, riches en matières organiques*, fermentent lorsqu'elles sont entassées, car en condition anaérobie (absence d'oxygène), les bactéries transforment le carbone en méthane. C'est pourquoi les émissions de méthane sont importantes pendant les mois où les animaux sont en stabulation*.
Si les déjections sont épandues sur de grandes surfaces, elles se trouvent dans un milieu riche en oxygène et le carbone est alors réémis dans l'atmosphère sous forme de CO_2, au pouvoir de réchauffement inférieur à celui du méthane.

Durant le stockage, lisier* et fumier* ne provoquent pas les mêmes émissions. En effet, le fumier*, plus riche en

*Voir glossaire page 69.

9 - Évaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France / Michel VERMOREL in Production Animales de l'INRA (Volume 21 Numéro 5, 2008).

matière organique* (et donc en carbone) via l'apport de paille, peut engendrer des émissions de méthane plus importantes en condition anaérobie.
Le lisier* stocké en fosse se trouve souvent en condition anaérobie favorable aux émissions de CH_4. Pour le fumier*, les émissions dépendent de la gestion de la litière (accumulée ou raclée) qui provoque ou non les conditions anaérobies nécessaires aux émissions de CH_4.

Les émissions de méthane des déjections proviennent principalement des élevages bovins, porcins et à un niveau plus modeste, des volailles. Globalement, ce sont les modes de stockage sous formes liquides qui sont les plus émetteurs.

➨ Le méthane des sols

Dans les zones humides, l'eau limite la circulation de l'oxygène dans le sol et facilite la création de méthane. Certaines cultures en zones humides, et en particulier la production de riz, sont donc aussi des sources de méthane. Cette source, relativement modeste en France, est importante au niveau mondial.
Mais les sols peuvent aussi absorber du méthane via des bactéries du sol qui cassent les molécules de méthane pour les transformer en CO_2. En France, les sols absorbent même plus de méthane qu'ils n'en émettent.

2. Tendances des émissions de CH_4 agricoles

➨ Dans le monde

L'agriculture est responsable de 50% des émissions de CH_4 au niveau mondial. Elles ont progressé de plus de 15% entre 1990 et 2005. Cette croissance est très inégalement répartie entre les différentes régions du monde (figure 21). C'est dans les pays émergents et dans les pays en développement que les émissions ont connu la plus forte croissance, de l'ordre de 23%. En Europe comme dans le reste des pays industrialisés, les émissions de méthane ont quant à elles décru sur la même période.

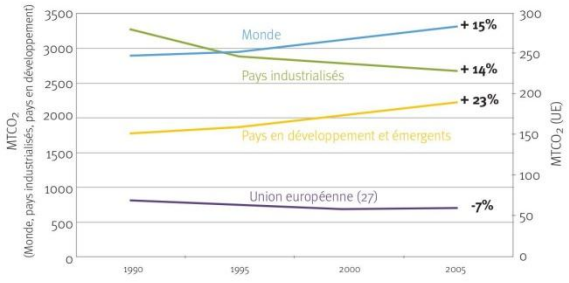


Figure 21 : émissions de méthane d'origine agricole
Source : FAO Stat, 2005.

S'il est difficile d'attribuer cette décroissance à une cause unique, on peut noter une forte corrélation entre les évolutions des quantités de méthane émises et la dynamique des principales sources (figure 22). Dans les pays industrialisés, on constate une forte réduction des cheptels bovins, principale source de méthane, et une croissance relativement modeste des cheptels porcins et de la volaille.

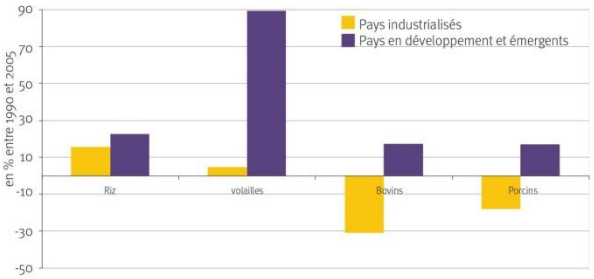


Figure 22 : évolution des productions agricoles entre 1990 et 2005 dans le monde pour les principales sources de CH_4
Source : FAO Stat, 2006.

➨ En France

En France, les deux principales sources de méthane agricole sont la fermentation entérique (environ 65% des émissions) et la gestion des déjections (31%). L'élevage est donc la première source de méthane agricole en France, avec plus de 90% des émissions de ce gaz : les ruminants (ovins et bovins) en sont la première source, suivis par les élevages porcins, la production de volailles ne contribuant que modestement.

En France, les émissions de méthane agricole sont en baisse depuis 1990 selon le CITEPA, avec une diminution de 5,6% environ entre 1990 et 2007. Les émissions imputables à la fermentation entérique ont baissé de 8%, tandis que celles liées à la gestion des déjections restent relativement stables, avec une croissance de 1% sur la même période.

En France, les émissions de méthane semblent donc suivre l'évolution des divers cheptels, et notamment celui du cheptel bovin qui a diminué de plus de 20% entre 1990 et 2005. Selon l'INRA, les bovins représentent 92% des émissions de CH_4 liées à la fermentation entérique[10]. La relative stabilité des émissions de CH_4 liées à la gestion des déjections semble quant à elle s'expliquer par une croissance, certes modeste, des effectifs porcins qui viendraient compenser la diminution du cheptel bovin.

----› Voir annexe 3 page 66, détail des émissions de CH_4 en France

10 - INRA pour le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, avril 2008 - Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture aux horizons 2010 et 2020.

* Voir glossaire page 69.

N°7 Le dioxyde de carbone (CO_2)

Comme tous les secteurs, l'agriculture consomme des énergies fossiles et émet donc du CO_2. De plus, la déforestation et la conversion des écosystèmes naturels fortement liées à l'extension de l'agriculture, sont aussi une source importante de CO_2.

Fiche d'identité

Nom : Dioxyde de carbone
Formule : CO_2
Durée de vie dans l'atmosphère : 100 ans
PRG : 1
Principales sources au niveau mondial :
- Utilisation des énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon)
- Combustion de la * (bois énergie, déforestation...)
- Déforestation et changement d'affectation des sols*.

Principales sources pour l'agriculture :
- Utilisation pour les engins agricoles (carburants)
- Utilisation pour les bâtiments agricoles (chauffage...)
- Changement d'affectation des sols*

Part dans les émissions agricoles en France : 8%

© Mzacha

1. Principales sources de CO_2 agricoles

Le CO_2 énergétique

En France, le CO_2 énergétique représente environ 8% des émissions du secteur agricole. L'énergie fossile y est utilisée sous forme de carburants pour les engins agricoles, comme source d'énergie pour chauffer les serres et les bâtiments d'élevage, ou pour faire fonctionner les outils et autres appareils sur l'exploitation (figure 23).

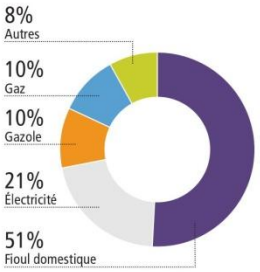


Figure 23 : part des différentes énergies dans la consommation totale en agriculture en France en 2007
Source : RICA 2007.

La consommation d'énergie en agriculture est très variable d'un pays à l'autre car elle est liée à la taille du secteur du pays et aux types de production. Les pays les plus importants en termes de surface agricole sont aussi les plus consommateurs d'énergie.

La consommation d'énergie est également variable selon les productions : les cultures sous serres chauffées et l'élevage de granivores engendrent de fortes consommations d'énergie, contrairement aux productions extensives en énergie comme l'élevage d'herbivores sur prairies, la vigne et les autres cultures permanentes. Les cultures annuelles et les productions mixtes se situent globalement autour de la moyenne.

En France, l'agriculture consomme directement environ 3,6 millions de tonnes équivalent pétrole d'énergie (Tep), soit environ 2% de la consommation française. Le fioul domestique est l'énergie la plus utilisée, devant l'électricité, le gazole et le gaz. Si la consommation est restée stable au cours des 15 dernières années, l'agriculture reste très sensible aux variations des prix des énergies fossiles, et notamment du fioul.

Les consommations indirectes d'énergie

Les systèmes agricoles ont besoin d'intrants pour fonctionner (engrais, fertilisants, produits phytosanitaires, alimentation animale, matériels, bâtiments...). Ces intrants nécessitent aussi de l'énergie pour être fabriqués et sont responsables d'émissions de GES. Ces émissions indirectes ne sont pas comptabilisées dans les inventaires nationaux sous le poste «agriculture» et pourtant, ils sont loin d'être négligeables.

* Voir glossaire page 69.

Alors qu'en 2006, l'agriculture française consommait 4,3 Mtep d'énergie primaire de façon directe[11], il fallait ajouter environ 5,7 Mtep[12] d'énergie indirecte :

- 2,5 pour la fabrication des engrais azotés (mais seuls 40% de l'azote consommé en France sont fabriqués sur le territoire)
- 2 pour la fabrication des matériels et des bâtiments,
- 0,7 pour la fabrication des aliments du bétail,
- 0,5 pour la fabrication des produits phytosanitaires.
- À cela, il faut ajouter les transports des intrants entre les sites de production et les exploitations agricoles, ce qui est très difficilement calculable. Si elles ne sont pas comptabilisées directement dans le poste « agriculture » des inventaires nationaux, ces émissions méritent cependant une attention particulière car elles augmentent sensiblement le bilan effet de serre global du secteur agricole.

➨ Le changement d'affectation des sols* dû à l'agriculture

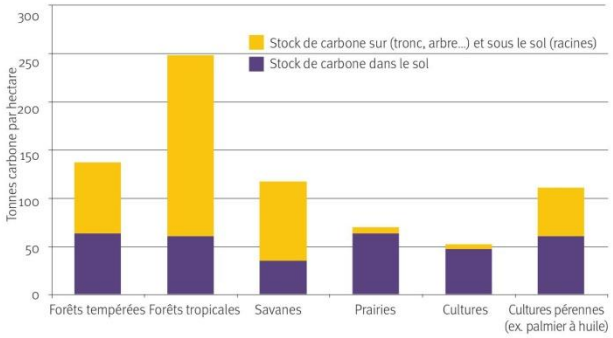
Les écosystèmes naturels stockent d'importantes quantités de carbone (biomasse* aérienne et dans les sols). La matière organique du sol étant composée à plus de 50% de carbone organique, elle réémet du CO_2 en se minéralisant.

Les quantités de carbone stockées à l'hectare sont très variables selon les écosystèmes (figure 24). Les terres agricoles (cultures annuelles, cultures pérennes) stockent moins de carbone que les prairies, savanes ou forêts. De même, les pratiques agricoles et sylvicoles influencent l'accumulation de matières organiques dans les sols et donc le stockage du carbone à plus ou moins long terme.

Ainsi, la conversion d'écosystèmes naturels (prairies, forêts...) déstocke massivement le carbone contenu dans les sols et dans la végétation et représente environ 17% des émissions mondiales de GES. Les causes sont multiples : agriculture, utilisation du bois pour l'énergie, exploitation du bois, urbanisation, développement d'infrastructures de transports...). Cependant, **les besoins alimentaires mondiaux augmentent et l'agriculture se développe et occupe de plus en plus d'espace, entraînant un changement d'affectation des sols* important.**

À l'inverse, la conversion de terres cultivées en forêts ou en prairies, comme c'est le cas tendanciellement en Europe aujourd'hui, permet de stocker du carbone à la fois dans les végétaux et dans les sols.

Figure 24 : contenu carbone de différents types de surface
source : élaboration d'un référentiel méthodologique pour la réalisation d'Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération en France, ADEME/MEDAD/MAP/ONIGC/IFP - Avril 2008.



2. Tendances des émissions de CO_2 agricoles

➨ Le CO_2 énergétique

Dans le monde, la mécanisation croissante de l'agriculture implique une forte augmentation des consommations énergétiques.
Dans les pays en développement, la plupart des agriculteurs dépensent plus pour leur consommation énergétique agricole que pour les engrais, les semences ou les produits agrochimiques[13]. À l'inverse, dans les pays industrialisés, le nombre d'engins diminue en raison de la concentration des exploitations, des performances techniques accrues des engins, de leur puissance plus forte, du développement de l'utilisation commune des tracteurs et aussi en raison d'une spécialisation accrue des exploitations.
La tendance est, en tout cas au niveau mondial, à la **croissance de la consommation de carburants pour les engins agricoles, mais aussi plus généralement à la croissance de la consommation de l'ensemble des énergies** (gaz, pétrole, électricité...).

Même si la mécanisation de l'agriculture permet une hausse des rendements, elle induit des consommations énergétiques supplémentaires et parfois des dégradations environnementales. On peut donc prévoir que, parallèlement aux progrès de la mécanisation agricole dans les pays en développement, la consommation d'énergie augmente. Ce lien rend l'agriculture mondiale plus vulnérable aux variations du prix du pétrole, paramètre non négligeable des coûts de production et donc du bilan économique de ce secteur.

En France, les consommations énergétiques dans le secteur agricole sont restées relativement stables au cours des 20 dernières années. C'est aussi le cas dans l'Union européenne, contrairement aux pays du Sud

* Voir glossaire page 69.

11 - Consommation d'énergie primaire par type d'énergie et par secteur, INSEE, 2006.
12 - Estimation de Solagro, "Maîtrise de l'énergie et autonomie énergétique des exploitations agricoles françaises : état des lieux et perspectives d'actions pour les pouvoirs publics", 2005.
13 - http://www.fao.org/AG/agS/subjects/fr/farmpower/index.html

© Swisscan-Creative Commons license

pour lesquels les consommations d'énergies sont en forte croissance.

L'agriculture française consomme chaque année environ 4 millions de tonnes équivalent pétrole[14], pour une facture énergétique estimée autour de 2,4 milliards d'euros par an. Cela correspond à une moyenne de 4800 € par an et par exploitation, même si ce chiffre est très variable selon la nature des exploitations agricoles. Selon une étude du ministère de l'Agriculture et de l'ADEME réalisée par Solagro[15], la « facture énergétique de l'agriculture », c'est-à-dire les charges liées à l'énergie directement utilisée par les exploitations ont augmenté de +4,1% sur 15 ans. Cela est particulièrement vrai pour l'ensemble des carburants et combustibles, dont les prix ont fortement augmenté en France (prix des carburants agricoles : +20% entre 2000 et 2005) et en Europe.

➨ L'évolution du stockage du carbone des sols

Dans le monde, même si la dynamique de stockage de carbone dans les sols est temporaire (stagnation voire diminution du stockage à partir d'un certain moment), elle permet de réduire de manière significative les émissions de CO_2. **La dynamique entre stockage et déstockage de carbone par les sols est fondamentale. Or aujourd'hui le déstockage du carbone est plus rapide que son stockage**[16] **et il faut donc éviter que les sols riches en carbone ne le relâchent dans l'atmosphère à cause de mauvaises pratiques ou de changement d'affectation des sols* (CAS)** (figure 25). Cependant, la tendance mondiale cache d'importantes disparités régionales : on observe une réduction significative des superficies cultivées dans les pays industrialisés et une croissance des couverts forestiers, contrairement à ce qui se passe dans les pays en développement (figure 26).

* Voir glossaire page 69

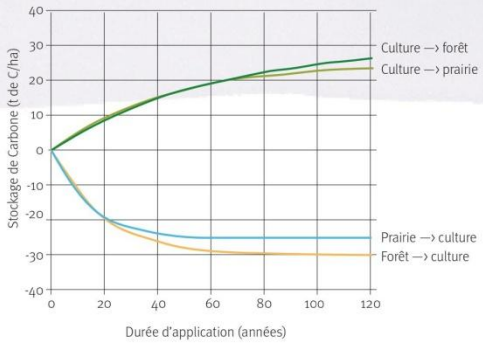


Figure 25 : évolutions du stock de carbone dans le sol associé aux changements d'usage des terres provoquant un stockage ou un déstockage de carbone
Source : Contribution à la lutte contre l'effet de serre : stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?, Rapport d'expertise réalisé par l'Inra à la demande du MEDD en 2002.

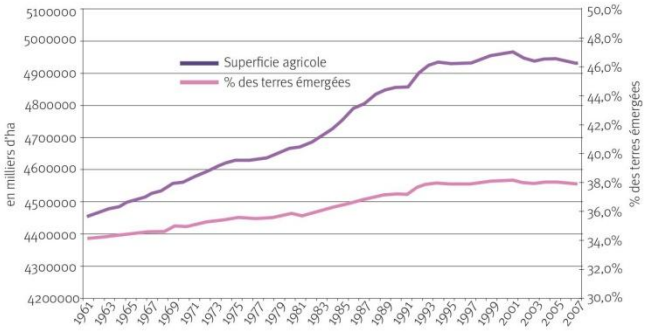


Figure 26 : évolution de la surface mondiale consacrée à l'agriculture
Source : FAO Stat.

14 - Service de l'observation et des statistiques (SOeS), rattaché au Commissariat général au développement durable.
15 - Énergie dans les exploitations agricoles, états des lieux en Europe et éléments de réflexion pour la France – Mai 2007, Étude réalisée pour le compte du MAP et de l'ADEME par SOLAGRO.
16 - Sur 20 ans, le déstockage provoqué par la mise en culture (1 t C/ha/an) est deux fois plus rapide que le stockage résultant de l'abandon d'une culture au profit de prairies ou de forêts (0,5 t C/ha/an).

© B. Faraco

En France, entre 1960 et 2000, la surface agricole utile a diminué d'environ 15% (passant de 34 à 29 millions d'hectares), les terres agricoles étant remplacées par des écosystèmes naturels (notamment forêts) ou destinées à l'urbanisation. Au total, le poste UTCF (comptabilisation Kyoto) en France est un puits de carbone* d'environ 72 $MtCO_2eq$ (donnée 2007) car les surfaces boisées progressent et les émissions de CO_2 liées au CAS sont modestes et en baisse (13 $MtCO_2$ pour la conversion des cultures, 3,2 $MtCO_2$ pour l'artificialisation des sols).

Dans le même temps, le stock de carbone dans les sols agricoles français a diminué de 6 millions de tonnes par an depuis 1990 à cause du CAS (transition de prairies vers cultures annuelles) et d'une perte de matière organique (MO) dans les sols (figure 27). Cette dernière est influencée par le climat (décomposition plus rapide à des températures élevées), la nature du sol (structure fine/grossière), l'hydrologie (plus de MO dans les sols humides), la végétation et le labour.

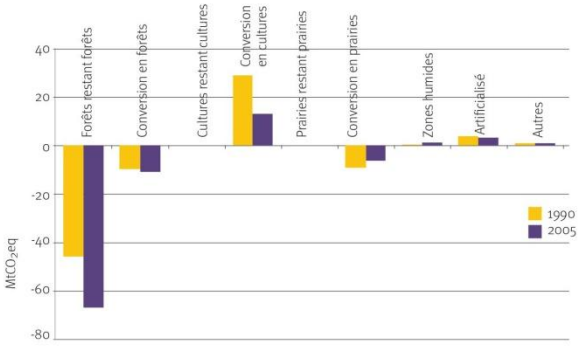


Figure 27 : émissions/absorptions liées au changement d'affectation des sols* en France
Source : MAP/INRA, Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture aux horizons 2010 et 2020, Rapport final, Avril 2008.

* Voir glossaire page 69

⇢ **Voir annexe 4 page 66, détail des émissions de CO_2 en France**

Défi : évaluer et mesurer les émissions de l'agriculture

Contrairement aux émissions de CO_2 d'origine fossile, dont la mesure est relativement simple, la quantification des autres émissions de gaz à effet de serrre agricoles est difficile car elles résultent d'une série de processus physico-chimiques. Les inventaires d'émissions sont porteurs de fortes incertitudes liées à la fois aux méthodes et données utilisées et aux difficultés pour évaluer avec précision les émissions des systèmes naturels complexes.

1. Les différentes comptabilisations des émissions : présentation et recoupements

Différents formats existent pour comptabiliser les émissions de GES d'un territoire. Le périmètre variant d'un inventaire à l'autre, cela peut perturber l'analyse des émissions.

La comptabilisation du GIEC

Le format proposé par le GIEC est appliqué par l'ensemble des États ayant ratifié la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique* (CCNUCC), puisqu'ils sont tenus de publier régulièrement leurs inventaires d'émissions de GES. Le niveau de transparence et le format commun sont des éléments importants car ils permettent de suivre et d'évaluer l'ensemble des politiques d'émissions de GES.
Le GIEC présente les émissions selon 5 catégories :
1- énergie, 2- procédé industriel, 3- agriculture, 4- déchets, 5- autres.

Le GIEC ne prend en compte, dans le poste « agriculture », que les émissions directes sur l'exploitation agricole et ne s'intéresse pas aux émissions agricoles liées aux consommations d'énergies : celles des engins agricoles sont traitées dans la catégorie « Énergie » au sein de la rubrique « 1.4. Transport. », et la consommation d'électricité dans le catégorie « 1.2 Production d'électricité ».

La comptabilisation du CITEPA

Le Centre interprofessionnel technique d'Etudes sur la Pollution atmosphérique (CITEPA) est l'organisme de référence en France qui produit les données sur les polluants atmosphériques. Il réalise également les inventaires nationaux d'émissions et les documents que la France soumet régulièrement à la CCNUCC pour rendre compte de ses émissions de GES.

Le CITEPA propose aussi un format appelé SECTEN, qui présente les émissions françaises par grands secteurs économiques : transports, industrie, agriculture, etc. Le CITEPA inclut dans ce format, sous la catégorie « Agriculture » une analyse intégrant les émissions liées à la consommation d'énergie.

2. GES directs et indirects : quel périmètre pour mesurer des émissions agricoles ?

L'agriculture est un secteur où les émissions, qu'elles soient directes (liées à l'activité agricole elle-même) ou indirectes (liées aux infrastructures et aux activités annexes nécessaires), sont diffuses (figure 28). Plusieurs grands types de sources doivent donc être pris en compte :

- Les émissions de CO_2 directes et indirectes liées à la consommation d'énergie.
- Les émissions de CO_2 liées au changement d'affectation des sols* directement lié à l'agriculture et à la part de matière organique* (pratiques agricoles).
- Les émissions de N_2O et de CH_4 liées aux activités d'élevages et de cultures.

* Voir glossaire page 69.

	Émissions directes	Émissions Indirectes
CO_2 énergétique	Chauffage et refroidissement des bâtiments agricoles, carburants pour les engins agricoles...	Productions d'engrais, constructions des infrastructures, des engins et bâtiments...
CO_2 des sols	Déforestation ou conversion directe d'écosystèmes naturels en terres agricoles	Déforestation ou conversion d'écosystèmes naturels en terres agricoles à cause du déplacement de cultures dans d'autres territoires
	Perte de matière organique* (travail du sol, etc.)	Réchauffement climatique, hydrologie des sols, végétation
CH_4	Fermentation entérique, gestion des déjections, zones humides	
N2O	Fertilisation azotée et épandage	Gestion des sols et gestion des déjections

Figure 28 : récapitulatif des émissions de GES directes et indirectes en fonction des gaz

L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE

L'ACV est une méthode d'évaluation globale et multicritère qui permet de quantifier et d'analyser plusieurs impacts d'un produit à chaque étape de son cycle de vie (de l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination).
Cependant, les ACV sont difficilement transposables d'une zone géographique à l'autre à cause de l'hétérogénéité des impacts.
Il est aussi possible d'obtenir des conclusions très différentes en fonction des choix méthodologiques (imputation, pondération, périmètre, etc.) retenus car ils ont des conséquences importantes sur les résultats.

Généralement, **les émissions couvertes par les évaluations concernant l'agriculture font référence aux émissions directes**. Les émissions indirectes sont comptabilisées dans d'autres postes. De même, il ne faut pas confondre « émissions des systèmes agricoles » et « émissions des systèmes alimentaires ». Pour ces derniers, plusieurs autres étapes sont prises en compte, comme les transports, la fabrication, l'emballage, la chaîne du froid, etc.

Il est donc important de bien définir le périmètre d'étude pour évaluer les émissions liées à l'agriculture. Les émissions directes sont bien sûr importantes, dans la mesure où elles caractérisent l'impact des systèmes de production et permettent de bien évaluer les dynamiques à l'œuvre. Les émissions indirectes sont plus complexes à prendre en compte puisqu'elles peuvent concerner des secteurs non agricoles ou des lieux éloignés de l'exploitation (changement d'affectation des sols* par exemple).

Cependant, **l'élargissement du périmètre de l'étude permet de prendre en compte le système de production agricole de façon plus large et de mieux apprécier à la fois la vulnérabilité et la dépendance de l'agriculture à certains intrants** (énergie, engrais de synthèse, alimentation animale...), en particulier dans un contexte de mondialisation.

Certaines méthodologies comme le Diagnostic PLANÈTE®[17] permettent de faire une évaluation complète des consommations énergétiques directes et indirectes (celle de la fabrication et du transport des intrants, comme les achats d'aliments, d'engrais...) et des émissions de GES sur l'exploitation pendant une année (voir encadré page 40).

L'outil Dia'terre®[18] prendra la suite en 2010 du bilan PLANÈTE®. Il permettra une approche globale (énergie directe, énergie indirecte, émissions de gaz à effet de serre) — y compris une première approche du stockage de carbone dans les sols — et permettra aux exploitations de se positionner par rapport à des références par production et par zones géographiques.

3. Les difficultés et incertitudes relatives à la mesure des émissions agricoles de gaz à effet de serre

De manière simplifiée, les émissions agricoles sont généralement calculées en multipliant une donnée physique de base (quantité d'engrais, nombre de têtes de bétail...) par un facteur d'émissions*. Dans le secteur agricole, les deux aspects de cette multiplication sont porteurs d'incertitudes.

➨ Les incertitudes liées au recueil des données

Les données relatives aux émissions de GES d'origine agricole sont aujourd'hui encore parcellaires et fragmentées. Si l'obligation d'inventaire faite aux Etats ayant ratifié la CCNUCC et le Protocole de Kyoto a permis un recueil important de données relatives aux émissions agricoles, force est de constater que l'ensemble des statistiques disponibles ne permet pas d'avoir un haut degré de confiance dans l'évaluation de ces émissions. **Certains pays sont capables de faire des inventaires précis de leurs émissions alors que d'autres sont moins à même d'y arriver.** Ainsi, il est simple de connaître avec certitude le nombre de bovins ou bien le nombre d'hectares cultivés en céréales dans un pays où il existe un travail statistique rigoureux sur la production

* Voir glossaire page 69

17 - Outil de comptabilisation conçu à la fin des années 1990 par Solagro.
18 - Outil développé par l'ADEME en partenariat avec le MAAP, ACTA, AgroSup Dijon, l'APCA et les Chambres d'Agriculture, ARVALIS Institut du végétal, le CTIFL, la FNCIVAM, la FNCUMA, l'IFIP Institut du Porc, l'IFV, l'INRA, l'Institut de l'Élevage, ITAVI, et SOLAGRO.

agricole. Par contre, dans les zones où les systèmes statistiques sont moins efficaces, le manque de fiabilité de certaines données introduit des incertitudes parfois élevées sur les émissions agricoles.
Il est aujourd'hui nécessaire d'améliorer le référentiel commun proposé par le GIEC et de renforcer les capacités d'analyse dans chacun des Etats.

➨ Les incertitudes sur les facteurs d'émissions

Il existe de nombreuses discussions sur les méthodologies d'évaluation et de comptabilisation des émissions de GES du secteur agricole.

Un débat important agite la communauté scientifique sur les incertitudes portant sur les émissions de N_2O liées à l'utilisation des engrais azotés. En effet, les études montrent des résultats assez divergents car l'estimation du pourcentage d'azote appliqué sur une parcelle qui est réémis dans l'atmosphère sous forme de N_2O est très variable selon les conditions climatiques, pédologiques, etc.

Alors que dans son 3e rapport, le GIEC appliquait le même facteur d'émission* (1,33%) à l'azote fixé biologiquement par les légumineuses* et à celui apporté sous forme de fertilisant azoté, il a modifié sa méthodologie lors de son 4e rapport (2007). Depuis 2007, le GIEC a attribué un facteur d'émission* de zéro pour l'azote fixé par les légumineuses* et donc disponible pour la culture suivante.

Les approximations proposées permettent néanmoins de poser les bases d'une discussion et de suivre les évolutions des émissions. Selon les différentes analyses réalisées au niveau international, **on trouve des valeurs d'émissions de N_2O comprises entre moins de 1% et 5% de l'azote épandu, fourchette en fait très importante compte tenu des tonnages d'engrais azotés utilisés dans le monde et du très fort PRG du N_2O**. Le GIEC retient quant à lui un facteur d'émissions de 1,33%[19].

L'incertitude sur les facteurs d'émissions est bien plus large. Par exemple, le GIEC propose des facteurs d'émissions moyens pour les émissions de CH_4 des bovins. Or, selon leur race ou leur alimentation, la fermentation entérique des bovins ne produit pas les mêmes quantités de CH_4.

Mais comme il est impossible de mesurer directement les émissions de chaque tête de bétail, des valeurs moyennes sont retenues. Celles-ci viennent perturber l'analyse fine des émissions de GES agricoles.

Il en va de même sur les facteurs d'émissions associés au changement d'affectation des sols*, qui nécessitent, pour être élaborés, des études précises de mesures du carbone (et donc de la matière organique* contenue dans les sols). Or l'extrême variété des sols impose en théorie de nombreuses études qu'il est impossible aujourd'hui de mener. Cela introduit logiquement des incertitudes dans les calculs d'émissions, liées à l'usage de valeurs moyennes.

➨ Les incertitudes liées à la complexité biologique des systèmes agricoles et leurs interactions

Bien que l'évaluation des pratiques agricoles soit en constante amélioration et que de nombreux travaux de recherche soient actuellement menés, les émissions directes agricoles restent difficilement mesurables. **Deux exploitations laitières de même taille peuvent ainsi avoir des bilans d'émissions de méthane assez différents, selon la composition des rations alimentaires du bétail, les systèmes de rotation utilisés, ou encore les races élevées.** Des progrès importants sont donc à faire dans la caractérisation des émissions des différents systèmes et pratiques agricoles.

Les valeurs obtenues dans les inventaires nationaux sont le produit d'une analyse globale utilisant des séries statistiques macro et des facteurs d'émissions moyens, qui ne reflètent pas la diversité des pratiques et des systèmes nationaux. Malgré ces incertitudes, il est possible de réaliser des bilans GES à l'échelle de l'exploitation agricole permettant d'identifier les enjeux en termes de GES et les marges de manœuvres possibles.

* Voir glossaire page 69

Source	GES	Émissions 2003 (Mteq CO_2)	Incertitude sur l'activité (A)	Incertitude sur facteur d'émissions (B)	Incertitude combinée $\sqrt{(A^2+B^2)}$
Sols agricoles	N_2O	50,1	10%	200%	200%
Sols agricoles et forêts	CO_2	-53,1	30%	50%	58%
Fermentation entérique	CH_4	28,3	5%	40%	40%
Gestion des déjections	CH_4	13,1	5%	50%	50%

Figure 29 : synthèse des incertitudes - CITEPA, 2003

19 - Cela signifie que 1,33% de l'azote épandu (exprimé en kg) est transformé en N_2O. Facteur d'émissions* directes : 1% kg N_2O-N/kg N et facteur d'émissions* indirectes : 0,33% kg N_2O-N/kg N.

Annexe 2 – 3 pages

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)

Annexe 3 – 1 page

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, PI 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

Romain Crété

L’innovation agricole pour une santé durable

Thèse pour le diplôme d’état de docteur en pharmacie

Université de Picardie Jules Verne

Année Scolaire 2018/2019

Mots clés : Alimentation, Ecologie, Nutrition, Santé, Durabilité, Agriculture.

Depuis 10 ans, le nombre de suicides dans le milieu agricole progresse, la pollution agricole augmente chaque année, les rendements de blé et de maïs stagnent et l’espérance de vie en bonne santé des français est en léger déclin. Alors que les agriculteurs français sont en souffrance, que les progrès de la santé stagnent et que notre environnement se dégrade, il devient légitime de s’interroger sur le vieil adage « que l’aliment soit ton seul médicament ».

Les apports de la nutrition, de la toxicologie, de l’écologie et de la sociologie nous donnent des pistes pour une agriculture en adéquation avec une santé durable. Ces signaux faibles de changement doivent servir d’inspiration aux agriculteurs pour innover et être encouragés auprès des consommateurs par les pharmaciens, acteurs majeurs de la santé publique.

Quelques agriculteurs visionnaires ont réalisé de réels progrès ces 20 dernières années, quels sont leurs points forts, que font-ils pour innover ?

Quel rôle le pharmacien peut-il tenir pour encourager et soutenir ces nouveaux systèmes agricoles plus vertueux nécessaires à la santé durable ?

JURY

Président : M. Romuald Mentaverri, Maître de conférences à l’université de Picardie Jules Verne.

Directeur : M. Guillaume Decocq, Docteur en Pharmacie, Professeur à l’université de Picardie Jules Verne.

Membre : M. Emmanuel Bilbault, Docteur en Pharmacie, Créateur et Dirigeant de la Start-up Posos.

Thèse n°58