

AllEnvi

Alliance nationale de recherche  
pour l'environnement

Groupe thématique  
**ALIMENTS ET  
ALIMENTATION**

**NOTE STRATÉGIQUE #1**  
Octobre 2013

**COORDINATEURS**

Catherine Esnouf (Inra) et Hubert Devautour (Cirad)

M. Axelos (Inra), J. Berger (IRD), N. Bricas (Cirad), A. Dary (CPU),  
F. Delpuech (IRD), N. Devauchelle (Ifremer), C. Fischler (CNRS),  
I. Iteman (Anses), B. Laurieux (CNRS -UVSQ), T. Lucas (Irstea),  
E. Maguin (Inra), C. Michon (AgroParisTech - Agreenium),  
P. Parisot (Anses), L. Pénicaud (CNRS-Aviesan), V. Requillart (Inra),  
G. Trystram (AgroParisTech - Agreenium) et G. Boëtsch (CNRS)

Les 12 membres fondateurs



## **Note stratégique aliments alimentation**

### **Préambule**

*La note stratégique « Aliments et alimentation » du groupe thématique no. 2 d'AllEnvi propose des voies et actions de recherche motivées par l'enjeu « sécurité alimentaire et nutritionnelle » de 7 milliards d'humains aujourd'hui, de 8 à 11 milliards à l'horizon 2050.*

*Les priorités de recherche sont réparties dans trois champs de questionnement scientifique : (i) la conception des aliments ; (ii) l'étude des mangeurs ; (iii) l'alimentation et les acteurs.*

*Ces trois domaines sont en particulier déclinés sur les processus post-production agricole (transformation, distribution et échanges commerciaux, consommation, contrôle et régulation). Ils excluent les interactions entre biodiversité –continentale et marine–, services écosystémiques et systèmes de production agricole (ou d'exploitation des ressources sauvages), dans le contexte de changements planétaires rapides.*

*Pour identifier ces impacts et rétroactions, anticiper la réponse (aux plans éco-technologique, économique et social) des systèmes de production alimentaire et identifier les conditions de leur durabilité, il conviendra que les actions de recherche afférentes soient déclinées en concertation avec les groupes « Biodiversité », « Climat » et « Mer » d'AllEnvi.*

# Sommaire

<u>1/ Introduction : Contour scientifique et segmentation</u> .....	9
<u>2/ Eléments de contexte délimitant le domaine de réflexion</u> .....	10
<u>3/ Cartographie des moyens de recherche français</u> .....	12
<u>4/ Axes stratégiques et orientations de recherche</u> .....	18
<u>Préliminaire 1: méthodes et indicateurs</u> .....	18
<u>Préliminaire 2 : La sécurité alimentaire et nutritionnelle</u> .....	19
<b><u>4.1 Conception des aliments</u></b> .....	20
<u>4.1.1 Optimiser les technologies existantes en termes de cout énergétique, consommations d'eau, efficacité de l'utilisation de la matière première et gestion des déchets</u> .....	21
<u>4.1.2 Étudier, développer et transférer des voies technologiques alternatives aux technologies en place</u> .....	22
<u>4.1.3 Étudier les procédés à l'échelle domestique et à l'échelle de la restauration collective</u> .....	22
<u>4.1.4 Développer de nouveaux procédés de structuration de la matière</u> .....	23
<u>4.1.5 Réduire les pertes et gaspillages</u> .....	24
<u>4.1.6 Evaluer des stratégies alternatives de distribution et de logistique</u> .....	24
<u>4.1.7 Maitriser et contrôler la sécurité sanitaire des aliments dans un contexte d'évolutions des risques et de production soumise à des contraintes variables</u> .....	25
<b><u>4.2 Mangeurs</u></b> .....	28
<u>4.2.1 Les mangeurs, leurs réactions et leurs comportements face aux enjeux actuels (environnementaux, sociaux, nutritionnels, sanitaires, etc.)</u> .....	28
<u>4.2.2 Contraintes et déterminants fondamentaux des comportements alimentaires et leur évolution à des échelles de temps variées</u> .....	30
<u>4.2.3 Les relations entre mangeurs</u> .....	31
<b><u>4.3 Alimentation et acteurs</u></b> .....	32
<u>4.3.1 Dynamique des filières</u> .....	32
<u>4.3.2 Alimentation et action publique</u> .....	34
<u>5/ Conclusions et recommandations</u> .....	37
<u>Bibliographie</u> .....	39

## Résumé exécutif

L'alimentation est un acte fondateur des sociétés et un enjeu majeur de stabilité. Elle répond à un besoin prioritaire, à ce titre englobant un ensemble d'enjeux dépassant la seule question de la durabilité, à fortiori la seule question environnementale.

L'alimentation est un secteur économique florissant en France, qui contribue à la réputation de notre culture à l'étranger et qui est l'objet de recherches scientifiques reconnues à l'international. Ce tableau ne doit pas cacher une grande fragilité de ce secteur et de ce domaine de recherche. Le système alimentaire français, comme celui des pays industrialisés, n'est pas durable. Il pose des problèmes vis-à-vis de la santé, de l'environnement, de la biodiversité, des inégalités sociales notamment en matière d'accès à une alimentation de haute qualité, et de vulnérabilité pour affronter les chocs climatiques, économiques et sanitaires, plus fréquents et plus forts, qui devraient caractériser notre environnement. Le défi est considérable: il s'agit d'inventer de nouveaux systèmes alimentaires plus durables ce qui suppose de concevoir l'alimentation autrement, dans toutes les disciplines, par des approches que l'on peut qualifier en termes de systèmes complexes.

**L'enjeu majeur de la sécurité alimentaire et nutritionnelle** nécessite d'explorer d'autres déterminants que la seule disponibilité alimentaire, tels que les régimes alimentaires, la santé des populations, la qualité des produits, l'offre de soins, les revenus en s'intéressant notamment aux bas revenus et aux situations de pauvreté. Ces déterminants, aujourd'hui analysés de façon fragmentaire, doivent être englobés dans une vision intégrée. Le caractère multifactoriel de la sécurité alimentaire doit de même être pris en compte dans l'élaboration des interventions et des politiques. En complément, les études prospectives doivent prendre en compte les emplois et la redistribution qui conditionnent l'accès à l'alimentation.

Les questions de recherche jugées prioritaires sont segmentées de la façon suivante :

- **Conception des aliments**, ce thème traitant de l'ensemble des sujets allant « de la matière première à l'assiette » et couvrant les aliments de toutes origines (terrestres, marines...) y compris la qualité nutritionnelle et sanitaire des aliments.
- **Mangeurs** ou interactions hommes/aliments et interactions entre mangeurs, ce thème incluant des sujets tels que le comportement des consommateurs, la nutrition, la santé, l'accès à l'alimentation, la sécurité alimentaire et nutritionnelle, le bien-être.
- **Alimentation et acteurs** (filiales, secteurs d'activité, développement socio-économique), dont Alimentation et action publique (intervention, régulation, réglementation, rôle des différents porteurs d'enjeux...).

En préalable, les méthodes et indicateurs sont un champ de recherche déterminant. Evaluer la durabilité des systèmes alimentaires, depuis la production jusqu'à la consommation finale, est essentiel pour qui veut réaliser un diagnostic, s'assurer que des normes sont respectées ou définir des politiques favorisant la durabilité. Au moins deux grands volets de travaux restent à développer :

Le premier concerne la **définition des indicateurs** eux-mêmes, le second concerne le **rôle des indicateurs et leur utilisation**. En ce qui concerne les méthodes, les questions de modélisation et de changements d'échelle aussi bien temporelle que géographique doivent être développées.

**La conception des aliments** doit intégrer les enjeux de la durabilité et donc porter un regard nouveau sur l'efficacité énergétique et la prise en compte des sous-produits et déchets comme des ressources à valoriser (eau comprise). Toutefois, l'addition progressive de contraintes (sanitaires, organoleptiques, nutritionnelles puis de durabilité) a réduit les marges de manœuvre et les degrés de liberté au point qu'il semble difficile aujourd'hui d'ajouter une nouvelle série de critères sans reconcevoir les systèmes alimentaires tout en respectant les contraintes précédentes.

Il se dégage trois enjeux : l'ingénierie du procédé notamment le co-pilotage intégré du procédé et du vivant (des écosystèmes), le débat entre robustesse et flexibilité des procédés, la question de l'acceptabilité, et le lien entre ces trois enjeux. La déclinaison de ces enjeux est la suivante :

- **Optimiser les technologies existantes** en termes de coût énergétique, consommations d'eau, efficacité de l'utilisation de la matière première et gestion des déchets. L'une des voies intéressantes est de réduire les changements d'états. Ces travaux devraient également s'insérer dans une approche plus systémique et s'étendre à l'échelle de l'usine, voire d'un territoire (concepts de circuit fermé, économie circulaire), et inclure les problématiques liées à la gestion des co-produits. Ils doivent également intégrer les activités à domicile et la restauration hors foyer.

- **Étudier, développer et transférer des voies technologiques alternatives aux technologies en place**. Cela nécessite de réaliser une analyse fonctionnelle appropriée, à même de décrire comment obtenir chaque fonction et de développer des modèles de procédés. Mais il faut évaluer également la possibilité de développer de nouveaux procédés de structuration de la matière afin d'exploiter et générer des fonctionnalités sous-jacentes de la matière première sans étape de fractionnement.

Ces évolutions doivent contribuer à réduire les pertes et gaspillages de nourriture le long de la chaîne y compris chez le consommateur.

- **Evaluer des stratégies alternatives de distribution et de logistique** nécessite de mener des recherches sur la localisation relative des activités de production, transformation et distribution à différentes échelles spatiales (locale, nationale, internationale) et les flux et modes de transport.

- **Maitriser et contrôler la sécurité sanitaire** des aliments dans un contexte d'évolutions des risques et de production soumise à des contraintes variables.

**L'étude des mangeurs** s'intéresse en premier lieu à leurs réactions et leurs comportements face aux enjeux actuels (environnementaux, sociaux, nutritionnels, sanitaires, etc.) : Quelle est l'importance relative de ces dimensions dans les représentations, les attitudes et les pratiques des mangeurs ? Comment les mangeurs arbitrent-ils en situation de multiplication voire de contradiction, de controverse ou d'incertitude des messages ?

Au-delà de cette question, deux grandes interrogations demeurent. L'une porte sur la réduction de la surconsommation, notamment de produits d'origine animale et des aliments manufacturés sucrés et salés. L'autre porte sur les inégalités croissantes, au sein des pays et entre les pays. Les questions posées à la recherche concernent aussi bien les leviers d'action sur l'offre, à travers les politiques agricoles et alimentaires par exemple, que les moyens qui permettraient d'infléchir la demande.

Ce second point apparaît aujourd'hui le plus complexe. Il suppose d'articuler des connaissances sur les déterminants individuels et sociaux, biologiques et culturels des comportements et leur évolution à des échelles de temps variées (âges de la vie, trends de longue durée), sur l'élaboration et la réception de l'information, la construction des points de consensus, le rôle des institutions et la gouvernance de l'ensemble du processus. Il faut notamment associer l'ensemble des sciences humaines et sociales pour comprendre comment émergent puis se diffusent les nouveaux comportements, et comment ils peuvent aboutir à la formation de nouvelles normes.

On s'intéresse enfin aux relations entre mangeurs, puisque manger est un acte social, depuis les pratiques d'approvisionnement, de transformation et de cuisine, jusque bien sûr aux pratiques de consommation, presque toujours réalisées en commun. La dimension sociale des pratiques alimentaires ne doit donc pas être étudiée seulement pour comprendre ce que l'on mange, mais aussi en tant qu'acte social, construisant ou non du lien, des hiérarchies, des espaces de partage d'information, de valeurs, de règles, etc. Il faut en particulier s'interroger sur l'évolution des pratiques de commensalité, et les conséquences du développement de la restauration hors domicile.

**L'alimentation et les acteurs** pose la question de l'évolution du modèle économique face aux exigences croissantes de durabilité, qu'elles viennent des réglementations publiques, d'autres acteurs de la filière ou des consommateurs. En particulier, les inégalités de revenus et la présence dans la plupart des pays d'une frange importante de la population sous le seuil de pauvreté pose la question de la réponse des filières alimentaires à cette situation. Ceci ouvre un certain nombre de questions qui concernent à la fois la dynamique des filières mais aussi la mise en place de politiques publiques permettant d'orienter dans la direction souhaitée.

Il faut pour cela analyser la dynamique des filières, la capacité de la chaîne alimentaire à intégrer de nouvelles contraintes qualitatives et sa capacité à générer de nouveaux gains de productivité. Il faut également analyser les enjeux de concurrence/complémentarité entre industries et grande distribution, ainsi que la capacité des systèmes alimentaires à répondre aux attentes des consommateurs, à l'évolution des modes de vie et au vieillissement de la population. On doit s'interroger aussi sur la capacité de résistance aux chocs, que ces chocs affectent les prix ou les caractéristiques sanitaires des aliments.

L'action publique et sa capacité de régulation est enfin un thème majeur. Les politiques de soutien à l'agriculture et le développement des échanges internationaux ont-ils un effet sur la

durabilité des systèmes ? Quelles interactions entre les nombreuses politiques sectorielles et leurs instruments qui impactent les systèmes alimentaires? Se pose également la question de la justification éthique, économique, politique des actions publiques ainsi que le rôle joué par les différents acteurs dans l'élaboration et la mise en place de ces politiques. Au niveau mondial se pose la question de l'implication des accords partiels se développant en l'absence d'accords plus globaux.

Quel est l'impact des normes sur le développement, quel est le rôle joué désormais par les ONG et leurs interactions avec les Etats et les firmes ?

**En conclusion**, la présentation stratégique met en évidence l'approche multiple nécessaire pour répondre aux questions posées par la durabilité de l'alimentation, et la nécessité de mobiliser des disciplines très différentes, de façon intégrée.

Au regard de l'état des forces préliminaire réalisé, il est nécessaire :

- De renforcer la communauté des chercheurs en sciences humaines et sociales spécialisés sur le champ de l'alimentation (sociologie, anthropologie, psychologie, histoire, géographie, économie, sciences politiques et droit)
- De favoriser des dispositifs d'échange (animations, écoles chercheur, programmes...) entre sciences du vivant et sciences humaines et sociales

L'interdisciplinarité et la mobilisation de nouveaux chercheurs sur ce champ ne se décrètent pas. Elle doit se construire sur la durée. Aussi, face à des enjeux nouveaux, la mobilisation des communautés de chercheurs sur le long terme nécessite une politique de soutien public volontariste de long terme.

## Executive summary

Food is one of the cornerstones of societies, and a major factor in stability. It satisfies a basic need, and as such encompasses a range of issues that go well beyond the question of sustainability alone, and *a fortiori* the environment.

Food is a flourishing economic sector in France, which contributes to the reputation of its culture overseas and is the object of internationally recognized scientific research. However, this picture should not overshadow the considerable fragility of this sector and research field. The French food supply system, like those of other industrialized countries, is not sustainable. It raises issues regarding health, the environment, biodiversity, social inequality (notably as regards access to quality food), and vulnerability in the face of the ever more frequent and increasingly marked climatic, economic and sanitary hazards that are likely to characterize our future environment. The challenge is a substantial one: we need to invent new, more sustainable food supply systems, which means looking at food in a different light, through every possible discipline, using approaches that can be qualified as complex systems.

**The major issue of food and nutritional security** warrants studies of other determining factors than food availability alone, such as diet, public health, health services and incomes, with particular emphasis on lower income groups and poverty. These determining factors, which are not currently the object of coordinated studies, need to be seen within an integrated vision. The multi-factorial nature of food security has to be taken into account when deciding on interventions and policy. Furthermore, foresight exercises must take account of jobs and redistribution, which both govern access to food.

The priority research questions fall under the following headings:

- **Food design**, covering the range of topics from “raw material to table” and foods of all origins (terrestrial, marine, etc), including food nutritional and sanitary quality,
- **Consumers**, or the interactions between man and food and between consumers, including topics such as consumer behaviour, nutrition, health, access to food, food and nutritional security, and wellbeing,
- **Food and stakeholders** (supply chains, activity sectors, socioeconomic development), including food and public action (intervention, regulation, law, roles of the different stakeholders, etc).

Before embarking on such research, methods and indicators are of vital importance. Assessing the sustainability of food systems, from production to final consumption, is essential in order to conduct diagnoses, ensure that standards are respected, and draft policies to foster sustainability. At least two major research components have yet to be established: the first is the **definition of indicators** themselves and the second concerns **the role and use of those indicators**. As regards methods, aspects relating to modelling and changes of scale in both temporal and geographical terms need to be addressed.

**Food design** has to take account of sustainability issues and thus take a new look at energy efficiency and at how by-products and waste might be resources that could be put to good use (including water). However, the steady accumulation of constraints (sanitary, organoleptic,



nutritional and relating to sustainability) has reduced the room for manoeuvre and the degree of freedom to the extent that it is now difficult to add another set of criteria without completely redesigning food supply systems, while continuing to respect existing constraints. There are three main issues: process engineering, notably integrated co-management of processes and the living world (ecosystems), the debate about the robustness and flexibility of processes, the question of acceptability, and the link between these three issues, which could be tackled as follows:

- **Optimizing existing technologies** in terms of their energy cost, water consumption, and raw material use and waste management efficiency. One interesting method is to reduce changes of state. This work should also be part of a more systemic approach and extend to a factory scale, or a territory scale (closed circuit concepts, circular economy), and include issues relating to co-product management. It also needs to cover activities at home and eating outside the home.
- **Studying, developing and transferring alternatives to existing technologies.** This means conducting an appropriate functional analysis capable of describing how to achieve each function and develop process models. However, it is also important to look at the possibility of **developing new ways of structuring materials** so as to exploit and generate underlying functions of the raw material without fractionation.

**These changes should help reduce food losses and waste** all along the supply chain, including at consumer level.

- **Assessing alternative distribution and logistics strategies** means conducting research into the relative location of production, processing and distribution facilities on various spatial scales (local, national and international) and transport flows and methods.
- **Mastering and monitoring food safety** against a backdrop of changing risks and variable constraints on production.

**Studies of consumers** first and foremost look at their reactions and behaviour in response to current issues (environmental, social, nutritional, health-related, etc): what is the relative importance of these aspects for consumer beliefs, attitudes and practices? How do consumers see clearly through the fog of multiple, sometimes contradictory, controversial or uncertain messages?

Above and beyond this aspect, two main debates remain. The first concerns the reduction of over-consumption, particularly of products of animal origin and manufactured sweet and savoury goods. The other relates to the growing inequalities within and between countries. The questions asked of research concern both levers for action as regards supply, for instance through agricultural and food policy, and ways of demand evolution. This latter point currently seems to be the more complex. It means coordinating knowledge of the individual and social, biological and cultural factors that determine behaviour and changes in behaviour on various timescales (age, long-term trends), how information is built and received, how consensus are reached, and the role of institutions and governance of the process as a whole. In particular, all the human and social sciences need to be combined if we are to understand how new types of behaviour emerge and spread, and how they can lead to the establishment of new norms.

Lastly, it is important to consider the relations between consumers, since eating is a social activity, from purchasing, processing and cooking practices to eating itself, which is almost always shared. The social aspect of food practices should not therefore be studied merely in order to understand what we eat, but also in terms of a social activity that may or may not forge bonds, hierarchies, opportunities to share information, values, rules, etc. In particular, it is worth looking at the changes in inter-dining practices, and the consequences of the development of eating outside the home.

**Food and stakeholders.** This raises the question of the changes in economic models as a result of increasing demand for sustainability, whether from public regulations, other stakeholders in the supply chain, or consumers. In particular, inequalities in terms of income and the fact that in most countries, a substantial fringe of the population is below the poverty line raises the issue of how supply chains should respond to the situation. This poses a certain number of questions concerning both supply chain dynamics and the introduction of public policies capable of steering things in the right direction.

To this end, it is important to analyse supply chain dynamics, the capacity of the food chain to take on board new quality constraints, and its ability to generate new gains in productivity. It is also necessary to analyse issues relating to competition and complementarity between industries and large-scale distributors, and the ability of food supply systems to respond to consumer demand, changing lifestyles and ageing populations. Questions also have to be asked about the ability to withstand unforeseen events, whether in terms of prices or of food sanitary characteristics.

Public action and its regulatory capacity is also a major topic. Do agricultural support policies and the development of international trade affect system sustainability? What are the interactions between the many sector policies and the instruments that have an impact on food supply systems? There is also the question of the ethical, economic and political justification for public action, and the role played by the various stakeholders in drafting and implementing such policies. On a global level, there is the matter of the importance of the partial agreements that are reached in the absence of more global ones. What impact do standards have on development, what role are NGOs now playing, and how do they interact with the State and businesses?

**In short**, our strategic presentation shows that a multi-faceted approach is required to answer the questions raised by food sustainability, and demonstrates the need to make use of very different disciplines, in an integrated way.

In view of the preliminary inventory of capacity, it is necessary to:

- Boost the community of human and social science researchers specializing in food (sociology, anthropology, psychology, history, geography, economics, political science and law)
- Foster mechanisms for exchanges (events, researcher schools, programmes, etc) between the life sciences and human and social sciences.

Interdisciplinarity and a commitment to the field from new researchers cannot be imposed. They need to be built over time. In response to new issues, a long-term commitment on the part of communities of researchers will require an equally long-term, determined policy of public support.

# 1/ Introduction : Contour scientifique et segmentation

L'Enjeu est de relever les défis que pose l'alimentation dans un contexte de développement durable (« alimentation durable »), c'est-à-dire répondant, de façon conjointe, aux enjeux de santé, de préservation de l'environnement et des ressources naturelles, de consommation énergétique, de réduction des inégalités, d'économie et de sécurité alimentaire mondiale.

Dans ce contexte, l'alimentation est ici comprise comme un processus social global et complexe rendant compte des interactions entre le vivant et les sociétés et s'insérant à la croisée des différentes thématiques d'AllEnvi. Il est essentiel de garder en mémoire pour la lecture de ce document, que si les grands défis mondiaux liés à l'environnement et à la sécurité alimentaire sont des éléments nouveaux s'imposant aux systèmes alimentaires, ils n'en sont pas les seuls enjeux pour la durabilité.

Les systèmes alimentaires sont l'ensemble des éléments (moyens, institutions, pratiques et acteurs), de leurs relations (formelles ou informelles) et de leurs régulations (par le marché, les conventions, les normes et les réglementations) par lesquels les sociétés organisent leur approvisionnement et leur consommation alimentaire.

Le champ concerné dans ce groupe est celui de l'ensemble de l'alimentation (depuis le post-récolte, éventuellement depuis le système de production quand il conditionne les modes d'élaboration des aliments, y compris l'élevage, la pêche et l'aquaculture) mais en centrant la réflexion sur : en quoi les enjeux nouveaux posés par le développement durable font émerger de nouvelles questions de recherche ? Il ne s'agit pas de se centrer uniquement sur l'émergence de nouveaux systèmes d'alimentation durable mais bien de prendre aussi en compte les interactions entre différents systèmes, les effets de spécialisation ou d'intégration.

Le document présente successivement :

- Le contexte
- La cartographie des forces de recherche publiques françaises dans le champ de l'alimentation
- Les questions de recherche, segmentées de la façon suivante :
  - **Conception des aliments**, ce thème traitant de l'ensemble des sujets allant « de la matière première à l'assiette » et couvrant les aliments de toutes origines (terrestres, marines...) y compris la qualité nutritionnelle et sanitaire des aliments ;
  - **Mangeurs** ou interactions hommes/aliments et interactions entre mangeurs, ce thème incluant des sujets tels que le bien-être, la nutrition, la santé, l'accès à l'alimentation, la sécurité alimentaire et nutritionnelle ;
  - **Alimentation et acteurs** (filiales, secteurs d'activité, développement socio-économique), dont alimentation et action publique (intervention, régulation, réglementation, rôle des différents porteurs d'enjeux...).

## 2/ Eléments de contexte délimitant le domaine de réflexion

**L'Enjeu de la sécurité alimentaire et nutritionnelle** est de réduire le paradoxe d'une production alimentaire suffisante alors que plus d'un milliard d'habitants n'ont pas accès à une alimentation satisfaisante, et d'imaginer des systèmes alimentaires qui permettent aux 9 milliards d'habitants attendus en 2050 de se nourrir régulièrement et convenablement en quantité, en qualité et de façon conforme à leurs choix. Ce défi est posé dans un contexte de globalisation, d'urbanisation rapide, de changements de comportements des consommateurs, d'intégration des firmes, et de demande accrue faite à l'agriculture de fournir non seulement des aliments mais aussi de l'énergie et des matériaux. Il se pose à différents niveaux : à l'échelle mondiale, mais également au niveau national y compris dans les pays riches, et dans des territoires plus limités (régions, villes).

**L'Enjeu de santé** est de contenir et réduire la malnutrition comprenant d'un côté la prévention de la dénutrition (maladies de carences) et, de l'autre, la surnutrition dont les effets en termes de maladies chroniques sont avérés. Ces deux malnutritions sont d'ailleurs souvent concomitantes, notamment dans les pays en transition (double charge nutritionnelle). Il prend également en compte la maîtrise des risques sanitaires, microbiologiques et chimiques, associés à l'ensemble de la chaîne alimentaire de la production agricole et marine au développement de nouveaux procédés de transformation. Cet enjeu est à l'interface entre les alliances AllEnvi et Aviesan.

**L'Enjeu d'environnement** est de réduire les émissions de GES de la chaîne alimentaire. Dans l'UE, la chaîne alimentaire, non compris la production agricole, représente 18 à 20% des émissions de GES. Si l'on ajoute la production agricole, la satisfaction des besoins alimentaires est responsable d'environ 31% des émissions de GES. La consommation énergétique des IAA se partage entre les moyens de chauffe (dont la production de vapeur d'eau) et la réfrigération pour un ratio 2/3 - 1/3. Cette consommation représente près de 15% de la consommation industrielle en France, soit le deuxième poste après la sidérurgie (rapport CDD, 2010) (5.3% aux USA et 3.1% au Canada en 2002) et l'industrie agroalimentaire est le premier consommateur industriel d'électricité en France. L'agriculture et les industries sont de fortes consommatrices d'eau (Royaume-Uni : Agriculture : 742 millions de m<sup>3</sup> - Industrie alimentaire et boissons : 155 millions de m<sup>3</sup>). Une étude réalisée par l'OCDE a montré que compte-tenu de l'augmentation de l'activité économique attendue avec l'essor des pays émergents, les procédés devraient multiplier par trois leur efficacité en 2025 et par quatre en 2035 afin que l'empreinte environnementale demeure identique à celle de 2000. Dans son rapport sur les filières vertes, le Commissariat Général au Développement Durable avance l'innovation technologique, notamment de rupture, comme une des cinq actions prioritaires (rapport MEDM 2010). On estime ainsi qu'en moyenne en Europe, deux tiers des investissements dans les techniques de protection de l'environnement se fait au profit des solutions de fin de chaîne (gestion des déchets, traitement des effluents) plutôt que des techniques intégrées. La Commission Européenne prévoit qu'à l'avenir, nous miserons davantage sur les techniques intégrées qui évitent la pollution à la source pour faire face à des problèmes complexes tels que le changement climatique et l'utilisation rationnelle des ressources (rapport EU, 2002). En effet, les techniques intégrées sont souvent plus avantageuses du point de vue économique car elles évitent le surcoût lié à l'adjonction d'un dispositif en fin

de chaîne, et rendent les procédés de production plus efficaces. Enfin, les modes occidentaux de consommation ont progressivement évolué vers une externalisation croissante de la fonction d'élaboration des aliments et une demande croissante d'aliments prêts à l'emploi, demandes auxquelles l'industrie a répondu (Soler et al., 2011). Ceci a engendré une distanciation croissante entre le consommateur final et la matière première agricole, à la fois spatiale, temporelle et technologique (procédés de stabilisation dont chaîne du froid). La production d'aliments élaborés et leur distribution contribuent globalement à une consommation énergétique accrue (Okos et al., 1998), surement compensée, au moins partiellement, par une économie au niveau domestique mal connue. L'enjeu est également d'évaluer et de réduire la perte de biodiversité due à l'agriculture sous contrainte des cahiers des charges de l'aval (utilisation des terres, perte de diversité génétique). Il est également possible d'identifier et de réduire les sources de pertes et gaspillages estimés à environ 30% de la production (Foresight, 2011). Dans les pays développés, un tiers à la moitié serait liée à l'étape de consommation (Gustavsson et al., 2011). La réduction des pertes post-récolte et des gaspillages le long de la chaîne de distribution (y compris les ménages) permettrait de réduire la pression imposée sur les productions agricoles et marines pour faire face à l'augmentation démographique. L'aliment non consommé a utilisé toute la chaîne de valeur de la transformation, emballages, conservation, transport ; il a coûté en ressources rares et a émis du gaz à effet de serre. Il a un coût pour le consommateur qui n'en tire pas bénéfice. Il devient un déchet dont la collecte, le traitement et l'élimination nécessitent l'émission de gaz à effet de serre. Pour toutes ces raisons, les pertes et gaspillages ne contribuent pas à la durabilité des systèmes. L'impact et la place des productions animales dans les styles alimentaires doivent être évalués.

**L'Enjeu économique** des industries agro-alimentaires est majeur : 11 500 entreprises en France dont 97% (Ania, 2012) sont des PME qui transforment près de 70% de la production agricole. Elles emploient plus de 447 000 salariés (2,2% de l'emploi total) et ont un chiffre d'affaire de 144 milliards d'euros dont 20% à l'exportation, représentant 1,5% du PIB français, auquel on doit ajouter les 2% de l'agriculture. Elles ne consacrent qu'une très faible part de leur chiffre d'affaire à la R et D, en particulier en raison de faibles marges. L'émergence récente de pôles de compétitivité agro-alimentaires doit permettre de développer l'innovation : Vitagora, Agrimip, Valorial, NSL, PEIFL, Q@li-Méditerranée... Elles sont en particulier vulnérables à la disponibilité et aux coûts de l'énergie. Elles doivent évoluer dans un environnement de plus en plus instable (crises des prix, crises sanitaires), incertain et controversé.

Au niveau mondial, l'industrie alimentaire est la première industrie : elle représente un quart des activités manufacturières, contribue à 4% du PIB mondial et emploie 22 millions de personnes. Les pays développés représentent 70% de cette activité.

En Europe, l'industrie agro-alimentaire est le second secteur industriel après l'industrie du métal. Ce secteur compte plus de 300 000 entreprises et emploie 4,8 millions de personnes (soit 14% des emplois industriels européens). Le chiffre d'affaires des industries agro-alimentaires atteignait 917 milliards d'Euros en 2009, ce qui représente 14,7 % du chiffre d'affaire total des industries Européennes. L'industrie agro-alimentaire Européenne transforme 70% des produits agricoles. Toutefois ce secteur industriel reste très fragmenté puisque 99% des entreprises sont des PME qui représentent 60% des emplois.

**Cohérence et contradiction entre les enjeux** : la prise en compte de l'ensemble de ces enjeux peut amener à des perspectives contradictoires que la recherche doit éclairer : contradiction entre les recommandations nutritionnelles de consommation de poisson 2

fois par semaine et pression sur les ressources, production de GES par litre de lait inférieure pour des élevages très intensifs, émission de GES supérieure pour des régimes nutritionnels riches en fruits et légumes (Soler et al, 2011).

### 3/ Cartographie des moyens de recherche français

*Avertissement méthodologique* : le groupe d'experts du GT2 d'AllEnvi n'a bénéficié ni des compétences, ni des moyens nécessaires à la réalisation d'un recensement exhaustif des ETP recherche dans le champ de l'alimentation. Les résultats présentés sont le fruit de la collecte par les experts de leurs connaissances et réseaux, dans leur discipline et dans leur région. La question du recensement des forces universitaires a en particulier été difficile à traiter de façon satisfaisante. Dans certaines disciplines, notamment en SHS, l'objet d'étude alimentation est rarement identifié comme un champ permettant de caractériser la compétence.

Il s'en suit que certaines institutions, disciplines ou régions peuvent être sous représentées. Ces résultats sont donc partiels et doivent être pris comme des ordres de grandeur des différentes communautés de recherche. Nous n'avons pas réalisé de cartographie précisant les forces respectives des institutions du fait de l'importance des unités mixtes rendant difficile une répartition et du fait de la difficulté mentionnée sur les données des Universités.

Une caractéristique essentielle de cet inventaire est qu'il n'a pris en compte que la recherche publique et les centres techniques. Il n'existe pas de données précises sur la recherche privée dans le domaine alimentaire mais elle est réputée assez importante malgré la petite taille des entreprises et les faibles marges.

Enfin, certains champs de recherche n'ont pas été pris en compte dans le domaine des productions animales (microbiologie par exemple) et nous n'avons pas caractérisé le positionnement à l'international de certaines équipes.

On présente ici les effectifs de personnels permanents, chercheurs, ingénieurs et enseignants-chercheurs (comptabilisés à raison d'1/2 ETP recherche), en ETP, dans l'ensemble du champ de l'alimentation (au-delà de la seule question alimentation durable), par un croisement entre disciplines et thèmes d'activité. Les données ont été recueillies sur l'ensemble de l'année 2011 et début 2012. Un complément a été apporté mi 2012 par l'ACTIA portant sur les activités de recherche dans les Centres techniques (sur une base de 0.5 ETP correspondant à 50% de l'activité de ces agents).

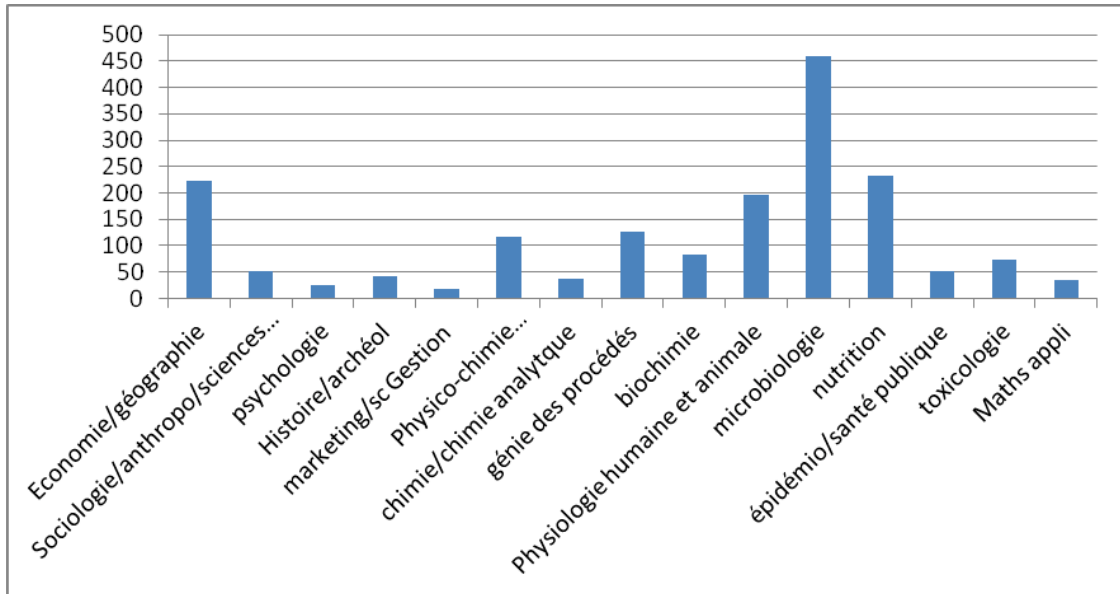
Un **total de 1924 ETP** recherche ont été dénombrés dans le champ global de l'alimentation, répartis en 15 champs disciplinaires relevant des sciences humaines et sociales, des sciences du vivant et des sciences de l'ingénieur.

La microbiologie est la mieux représentée avec plus de 450 ETP. Viennent ensuite l'ensemble économie-géographie (dont l'essentiel se situe en économie), la physiologie et la nutrition qui comptent environ 200 ETP.

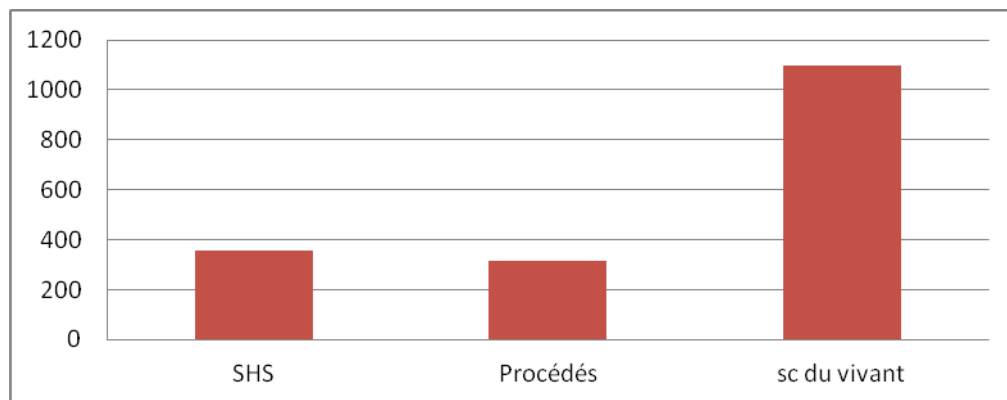
Les champs disciplinaires les plus faiblement représentés sont la psychologie, les sciences de gestion, la chimie, les mathématiques appliquées et l'histoire.

**Cette estimation des forces, réalisée à dire d'experts, sera poursuivie par une étude bibliométrique, mieux à même de situer la recherche française dans son contexte international et d'analyser sa dynamique thématique.**

**Schéma 1 : Répartition par discipline (en ETP)**



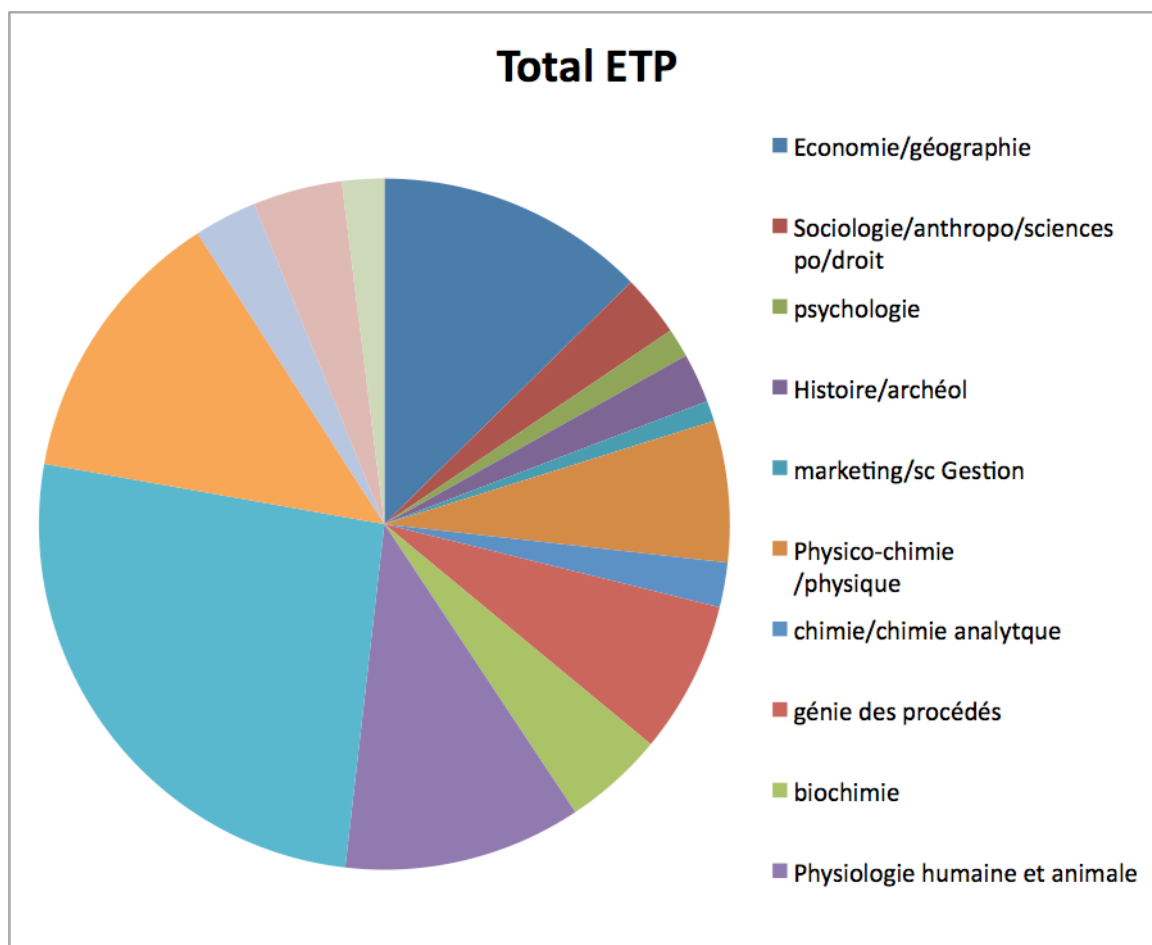
**Schéma 2 : consolidations par groupe de disciplines (en ETP)**



On note que la communauté « sciences du vivant (Biochimie, microbiologie, nutrition, physiologie,...) représente près des 2/3 des forces de recherche en alimentation.



**Schéma 3 : Représentation relative des différentes disciplines  
(en % du total ETP)**

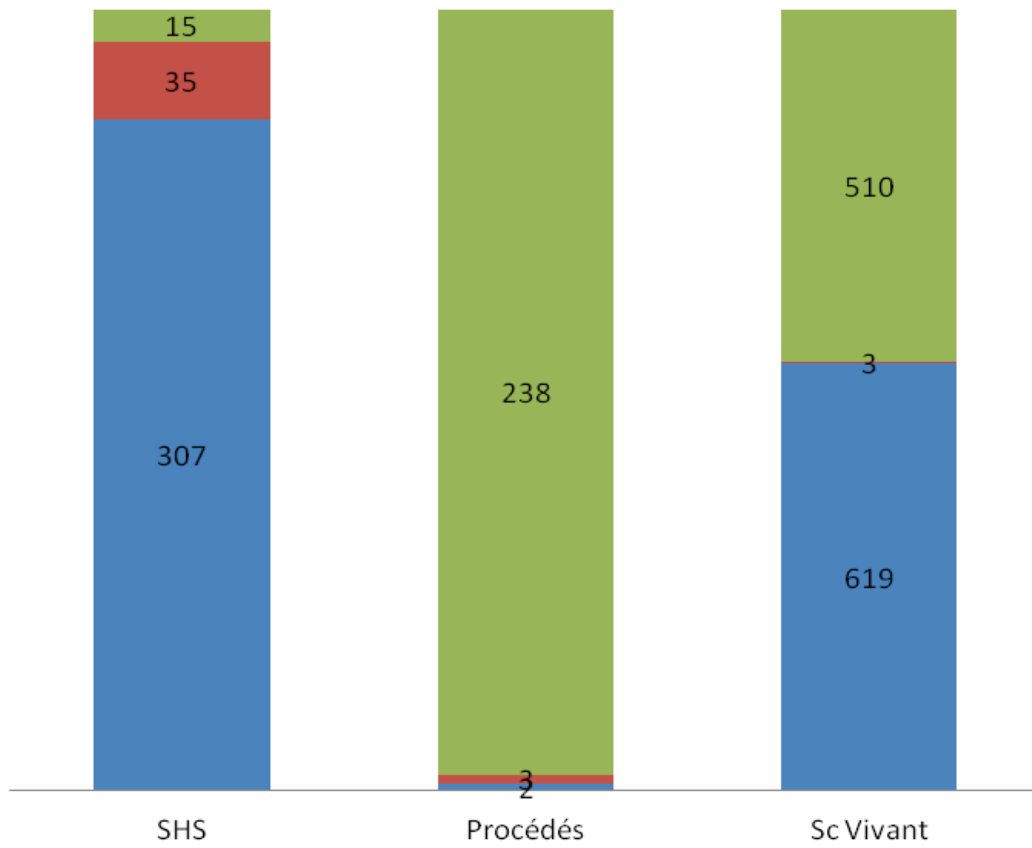


Les experts du groupe de travail ont positionné les ETP recherche des différentes unités entre les 3 entrées thématiques retenues. Ce travail s'est avéré extrêmement difficile à réaliser, de nombreuses unités se positionnant sur 2 des champs voire 3. En SHS, on note par exemple que le nombre d'ETP travaillant sur les acteurs paraît notamment sous-estimé par rapport à celui travaillant sur les mangeurs.

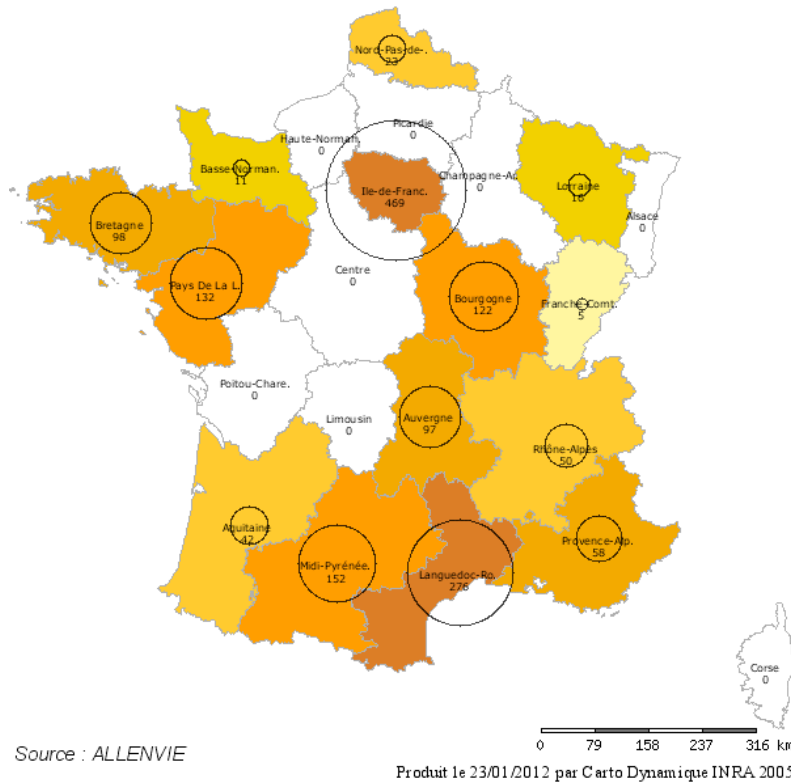
Avec ces réserves, nous présentons ci-dessous le résultat de cette classification.

#### Schéma 4 Répartition des ETP par champ thématique

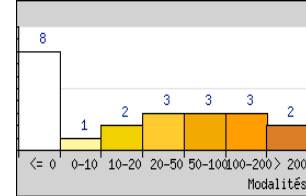
■ ETP aliments et mangeurs ■ ETP aliments et acteurs  
■ ETP aliments et conception



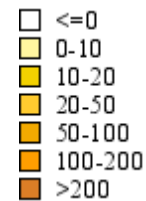
## Carte 1 : Forces en recherche alimentaire par région



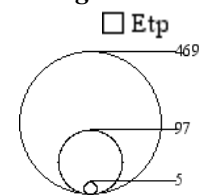
### Mise en classe du thème



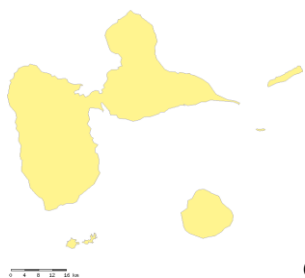
### Légende du thème Nombre d'Etp



### Légende cercles



### Légende habillage Limites de région



Cette carte fait bien ressortir les 2 pôles majeurs français en recherche sur l'alimentation que sont les régions Ile de France (qui concentre à elle seule entre 20 et 25% des forces totales) et la région Languedoc-Roussillon. 3 régions présentent ensuite des forces significativement importantes (plus de 100 ETP), Midi Pyrénées, Pays de la Loire et Bourgogne. 8 régions françaises comptent moins de 10ETP chercheur en alimentation.

## 4/ Axes stratégiques et orientations de recherche

### Préliminaire 1: méthodes et indicateurs

Evaluer la durabilité des systèmes alimentaires, depuis la production jusqu'à la consommation finale, est essentiel pour qui veut réaliser un diagnostic, s'assurer que des normes sont respectées ou définir des politiques favorisant la durabilité. Au moins deux grands volets de travaux restent à développer :

- Le premier concerne la **définition des indicateurs** eux-mêmes. Même si de nombreuses méthodes et cadres méthodologiques sont disponibles (IDH, ACV, empreintes écologiques, chaînes de valeurs...), il est nécessaire :
  - de procéder à un examen critique des différentes méthodes en fonction des différents enjeux de durabilité pour mieux cerner leurs intérêts respectifs mais aussi leurs limites ; pour également définir leur complémentarité ;
  - d'étendre les méthodes à de nouveaux domaines (biodiversité par exemple mais aussi disparités sociales...) ;
  - d'intégrer des éléments qualitatifs dans les analyses ;
  - de mieux rendre compte des aspects dynamiques, des problèmes posés par les changements d'échelle, des incertitudes pesant sur les indicateurs ;
  - de développer et de coordonner les initiatives concernant les bases de données qui sont à la base des quantifications.
  
- Le second concerne le **rôle des indicateurs et leur utilisation**. En effet, la mise en place d'indicateurs de durabilité n'est pas neutre et peut avoir une influence sur les choix économiques et sociaux. Il faut en particulier développer les travaux sur :
  - l'impact des indicateurs sur le choix des consommateurs
  - l'impact des indicateurs sur les stratégies des offreurs
  - l'impact des agences de notation (notation CSR par exemple) sur les firmes et sur la définition de leurs stratégies
  - les évaluations multicritères compte tenu de la multiplicité des indicateurs définis et des arbitrages nécessaires entre les différentes dimensions étudiées.
  - les évaluations agrégatives de type coût-avantage qui sont un moyen de résumer l'information et de la hiérarchiser dans le but d'une aide à la décision publique.

Dans le domaine de la sécurité alimentaire, se développent aux côtés d'indicateurs objectifs de mesure de l'état nutritionnel ou de la consommation alimentaire, des indicateurs plus subjectifs qui prennent en compte le ressenti ou le vécu des individus. Ce nouveau type d'indicateurs qui mobilise des avancées récentes de la psychologie sociale, de la psycho-économie ou de l'économie du bonheur est un front de recherche à la fois très dynamique et problématique. Là aussi, deux grands volets similaires restent à développer :

- Le premier concerne la définition et l'opérationnalité même des méthodes de mesure de la satisfaction ressentie ou vécue, en particulier dans des contextes culturels variés où les différences de représentations induisent des difficultés méthodologiques particulières pour faire des comparaisons.
- Le second concerne le rôle et l'usage politique ou pour l'action de ce type d'indicateurs, notamment quand on constate une forte différence entre la satisfaction ou l'anxiété ressentie et les indicateurs objectifs de situation ou de risque.

## Préliminaire 2 : La sécurité alimentaire et nutritionnelle

Les crises des prix sur les marchés internationaux depuis 2007 et les émeutes dites « de la faim » en 2008 ont remis au sommet de l'agenda international la question de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Même si la production alimentaire par habitant n'a jamais été aussi élevée dans l'histoire du Monde, dépassant largement les besoins moyens de la population, le nombre de personnes qui n'ont pas accès régulièrement à une nourriture suffisante, salubre, nutritive et qui tiennent compte de leurs préférences, pour mener une vie saine et active a augmenté depuis le milieu des années 2000. L'insécurité alimentaire n'est pas le seul fait des pays les plus pauvres du monde mais est une réalité croissante dans les pays les plus riches. En France, 2,5% de la population, soit plus d'un million de personnes, a déclaré en 2008 ne pas avoir assez à manger souvent ou parfois.

L'objectif de réduire de moitié entre 1990 et 2015 le nombre de personnes qui souffrent de la faim, premier Objectif du millénaire pour le développement (OMD) ne sera probablement pas atteint en 2015. Cet objectif reste une priorité pour la France qui a joué, ces dernières années, un rôle de premier plan de relance des initiatives internationales dans ce sens. Au-delà de réduire la faim, l'objectif d'une alimentation de qualité en particulier aux périodes clés de la vie et de son impact sur l'apparition ultérieure de maladies chroniques est primordiale.

La nature des débats au sein du Groupe interministériel français sur la sécurité alimentaire (Gisa) ou au sein des instances internationales comme le Comité pour la sécurité alimentaire mondiale (CSA) permet d'identifier des questions de recherche stratégiques :

- Il est désormais largement reconnu que les disponibilités alimentaires ne permettent pas d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Ces disponibilités sont, à ce jour, suffisantes au niveau global mais mal réparties et pas accessibles aux plus pauvres. Le rôle des autres déterminants (pauvreté, stabilité, qualité, santé, soins, etc.) n'est jusqu'à présent encore étudié que de façon segmentée. Il manque des travaux réalisés dans un cadre intégrateur qui permettent d'analyser l'ensemble des déterminants et leurs interactions. Cette question concerne l'ensemble des populations en insécurité alimentaire mais notamment celles qui ne dépendent pas étroitement du niveau de production agricole pour se nourrir : ruraux non agricoles, urbains et populations de pays non déficitaires du point de vue de leurs approvisionnements alimentaires.
- La prise en compte du caractère multifactoriel de la sécurité alimentaire n'est pas seulement insuffisante dans l'analyse des déterminants mais aussi dans l'élaboration des interventions et des politiques, notamment aux échelles nationales et plus globales. Quelles sont les différentes formes de gouvernance intersectorielle de la sécurité alimentaire ? Quelles sont leurs conditions de mise en œuvre ? De plus, l'élargissement de la participation à des représentants de la société civile ou du secteur privé dans la gouvernance de la sécurité alimentaire n'est pas sans poser des questions de rapports de pouvoir, de principes de légitimation, de règles de discussion, qui constituent autant de questions d'actualité en sciences politiques.
- Les causes de la crise des prix agricoles sur les marchés internationaux depuis 2007 et leurs perspectives d'évolution à venir restent très controversées, par exemple sur le rôle de la spéculation ou de la demande en agro-carburants. De même les moyens d'agir pour réduire les effets des fortes variations de prix, en amont sur les prix eux-

mêmes ou en aval sur les conséquences de leurs variations sont également peu renseignés.

- La simultanéité des crises des prix, financières et politiques depuis quelques années révèle l'importance de la résilience ou de la viabilité des systèmes dans l'évaluation de leur performance. Quels sont les organisations des secteurs productifs, notamment agricole et agro-alimentaire, les plus à même de résister à des chocs et à évoluer dans un contexte instable ? Quels moyens pour évaluer cette résilience ou cette viabilité ?
- Les études prospectives sur la sécurité alimentaire menées depuis une trentaine d'années ont jusqu'à présent privilégié une approche en terme d'équilibres entre offre et demande à l'échelle planétaire ou régionale. Ces approches doivent être complétées par des analyses prospectives en termes d'emplois et de redistribution qui conditionnent largement l'accès à l'alimentation, en termes de bilans énergétiques globaux, mais aussi de qualité nutritionnelle et de diversité alimentaire, qui replacent mieux la question de sécurité alimentaire et nutritionnelle globale dans les questions environnementales.

#### 4.1 Conception des aliments

La conception couvre la fabrication en tant que telle des aliments, mais aussi leur distribution au cours de laquelle les produits continuent à évoluer et les pratiques de consommation qui impliquent d'ultimes transformations. L'analyse et les suggestions proposées s'appliquent aux pays fortement industrialisés.

La conception doit assurer au moins 4 dimensions caractéristiques : la sécurité sanitaire, les exigences de naturalité et de sensoriel, les caractéristiques nutritionnelles (dont la sécurité nutritionnelle, concept émergent probablement à fort impact), et leur empreinte écologique (dont les pollutions, les effets sur la biodiversité et les effets sur le changement climatique). La maîtrise des coûts de production est également essentielle. Quelques grandes étapes d'évolution peuvent être soulignées ayant chacune apporté leurs bénéfices :

- Une étape de maîtrise de la sécurité sanitaire biologique ayant principalement consisté d'une part en l'amélioration des pratiques (HACCP et conséquences) et d'autre part proposé de nombreux moyens d'actions, variés et à combiner.
- Une étape de maîtrise des attributs organoleptiques et la recherche d'attributs originaux et innovants
- Une étape, en cours, de recherche d'attributs nutritionnels, voire d'effets santé.

Le concept de durabilité introduit récemment et la crise de l'énergie introduisent un regard nouveau sur l'efficacité énergétique et la prise en compte des sous produits et déchets comme des ressources à valoriser (eau comprise). Toutefois, l'addition progressive de contraintes (sanitaires, organoleptiques, nutritionnelles puis de durabilité) a réduit les marges de manœuvre et les degrés de liberté au point qu'il semble difficile aujourd'hui d'ajouter une nouvelle série de critères sans reculer sur les contraintes précédentes (Soler et al., 2011). A titre d'exemple, un frein majeur à l'adhésion des IAA aux enjeux d'économie d'énergie est

l'importance des risques pris par ailleurs, en particulier sanitaires (Dalsgaard & Abbotts, 2003).

Il se dégage trois enjeux : l'ingénierie du procédé notamment le co-pilotage intégré du procédé et du vivant (des écosystèmes), le débat entre robustesse et flexibilité des procédés, la question de l'acceptabilité, et le lien entre ces trois enjeux.

A ce stade, des voies de recherche peuvent et doivent être envisagées :

#### **4.1.1 Optimiser les technologies existantes en termes de cout énergétique, consommations d'eau, efficacité de l'utilisation de la matière première et gestion des déchets**

L'une des voies intéressantes que propose d'ores et déjà la bibliographie est de chercher à réduire les changements d'états (vaporisation, cristallisation) en cours de procédé. D'autre part, l'usage de vapeur provoque des coûts et consomme beaucoup d'énergie. Globalement, on ne sait pas aujourd'hui quelles seraient les conséquences sur les systèmes alimentaires d'une variabilité et d'un renchérissement durable du prix du pétrole, voire de sa raréfaction. L'idée d'usine sèche, sans eau, reste un challenge pour les IAA. Cette voie de recherche demande à la communauté de se réapproprier une approche énergétique des procédés (discipline sous représentée en génie alimentaire). Ces travaux devraient également s'insérer dans une approche plus systémique et s'étendre à l'échelle de l'usine, voire d'un territoire (concepts de circuit fermé, économie circulaire, écologie industrielle ou parcs éco-industriels, selon lesquels les déchets des uns sont les matières premières des autres) et inclure les problématiques liées à la gestion des co-produits. Cette approche, centrée sur l'énergie, ne peut pas être dissociée de bilans de matière aux mêmes échelles, pouvant/devant aboutir à la caractérisation de cycles de la matière (cycle du carbone ou de l'azote) et contribuer une gestion environnementale au sens plus large (multi-activités).

Il conviendrait de poursuivre un développement souvent bien entamé mais qui n'a pas ou peu été suivi de maturation ou de transfert vers l'industrie, probablement par manque de portage par la communauté scientifique mais aussi par manque de réceptivité de la sphère économique –manque entre autres de contraintes économiques ou réglementaires sur les intrants comme l'eau ou l'énergie au regard des enjeux sanitaires, voir à ce sujet les analyses de Pagan & Prasad (2007) ou Dalsgaard & Abbotts (2003).

Reconsidérer les savoirs faire traditionnels (procédés fermentaires, de fumage, etc.) fait partie intégrante de cette recherche, avec pour objectif premier de mieux les documenter, et objectif ultime de lever les questions ci dessous par une recherche ad hoc pour en faire des voies alternatives à part entière. Rappelons qu'environ un tiers des industries agroalimentaires ont recours à des procédés impliquant des écosystèmes microbiens pour la biotransformation de toute ou partie des matières premières, la fermentation des co-produits ou le traitement de leurs effluents. Les procédés fermentaires sont en effet par essence « durables » puisqu'ils allongent la durée de vie des matières premières, en minimisant le recours nécessaire à la chaîne du froid, et répondent à tous les critères évoqués plus haut de sécurité sanitaire, exigences de naturalité et de sensoriel, et caractéristiques nutritionnelles. Les enjeux ici sont une meilleure compréhension de l'interaction écosystèmes-matrice et une meilleure maîtrise de la prédiction des interactions microbiennes. Enfin, il faut souligner ici que la valorisation des co-produits par voie fermentaire n'a pas été explorée à la mesure de la biodiversité et du potentiel des microorganismes dont nous disposons aujourd'hui dans les Centres de ressources biologiques.

#### 4.1.2 Étudier, développer et transférer des voies technologiques alternatives aux technologies en place

Les aliments et produits alimentaires issus de la biomasse ne résultent pas d'un itinéraire unique mais d'un choix raisonné entre plusieurs possibilités pour des finalités définies. L'objectif est d'obtenir les mêmes fonctions que les technologies en place, en améliorant tout ou partie des critères *ad hoc*, par exemple le concept réaménagé de Hurdle Technologies. Cela nécessite de réaliser une analyse fonctionnelle appropriée, à même de décrire comment obtenir chaque fonction pour recomposer ensuite un procédé ou une combinaison de procédés repositionné(e) pour l'adéquat assemblage des fonctions attendues, en prenant en compte une éventuelle variabilité accrue des propriétés des matières premières.

Pour les raisons exposées en début sur le cumul du nombre de contraintes sur la production alimentaire, il faudra probablement reconcevoir de manière plus fondamentale les procédés de transformation.

Développer des modèles de procédé, permettant par une optimisation mathématique de concilier les quatre critères du développement durable décrits plus haut, représente aussi un enjeu majeur de recherche pour atteindre cet objectif. Cette investigation devrait inclure la simplification poussée de ces modèles afin d'autoriser leurs assemblages et de reproduire une chaîne de transformation à part entière. La communauté scientifique en génie alimentaire a complètement abandonné cette voie de recherche. Ces outils permettraient d'élaborer différents scénarii dont l'évaluation devrait être possible en fonction du poids relatif accordé par la société aux différents critères de durabilité.

Ce champ est partiellement couvert par les appels d'offre actuels, avec un besoin manquant de comparaisons à l'existant et si possible à une chaîne de transformation, ce qui reste peu intégré jusqu'à présent. La modélisation des transformations est trop peu développée pour de la prise de décision ; ces outils pourraient aussi contribuer à l'enseignement (simulateurs numériques d'opérations et de leur assemblage).

#### 4.1.3 Étudier les procédés à l'échelle domestique et à l'échelle de la restauration collective

Quel est l'impact des pratiques domestiques sur la durabilité des systèmes alimentaires ? Avec les mêmes enjeux que pour les procédés industriels (voir 4.1.1), il faut sécuriser les pratiques qui restent mal connues et maîtrisées (contaminants biologiques et chimiques, qualités nutritionnelles et autres, au cours des étapes de stockage au froid et des opérations de remise en œuvre qui impliquent préparation -parage-, assemblage et traitements thermiques comme la cuisson). Il convient en particulier de minimiser l'empreinte environnementale (énergie, eau, déchets) sachant que la consommation d'énergie des pratiques domestiques alimentaires représente un tiers de la consommation totale d'énergie de la chaîne alimentaire, y compris la production (USA, Heller & Keoleian, 2000). Il n'existe quasiment pas de données quantitatives publiques sur les pratiques d'achat, de stockage, de préparation des aliments, et sur la gestion des déchets par les ménages. Recueillir de telles données, aussi bien dans les pays du Nord que des Suds constitue donc une priorité.

Ces enjeux portent un nouveau champ de la recherche dans la mesure où les pratiques domestiques sont très peu connues et leurs options d'évolution non traitées.



Pour la restauration collective, la modélisation des procédés de fabrication des denrées depuis la réception des matières premières jusqu'à la remise aux consommateurs est un élément clé pour la mise au point de nouvelles conceptions et organisation du travail. La modélisation doit intégrer tout ou partie des points suivants : consommation d'énergie, influence des paramètres de procédé sur les profils thermiques appliqués aux denrées, la sécurité sanitaire, les qualités nutritionnelles et organoleptiques. L'objectif est la mise au point de nouveaux concepts de fonctionnement des cuisines plus économes tout en assurant des qualités nutritionnelles et organoleptiques satisfaisantes mais aussi de permettre à certains secteurs de la restauration (scolaire et hospitalière en particulier) de proposer aux consommateurs des denrées plus attrayantes.

Un objectif similaire existe pour la restauration domestique : proposer des concepts relatifs à la fois aux modes de conservation des matières premières (réfrigérés, surgelés, appertisés...) et à leurs modes de préparation permettant de réaliser de substantielles économies d'énergie et d'obtenir de bonnes qualités nutritionnelles et sanitaires. Les évolutions liées à ces concepts doivent être bien comprises, attrayantes et facilement acceptées par les foyers.

**4.1.4 Développer de nouveaux procédés de structuration de la matière** (de la structure moléculaire à la compartimentation spatiale, en passant par l'imbrication des phases en présence)

Cette recherche amont nourrirait plusieurs enjeux d'ampleur pour les années à venir, dont :

i) l'innovation produit sur des critères plaisir (organoleptiques)-confort (conservation), sur laquelle repose une grande partie de l'avantage concurrentiel des industries alimentaires et leur survie économique,

ii) l'innovation produit sur les critères nutritionnels, qui est sans conteste un atout concurrentiel fort appelé à continuer à se développer (par exemple demande des seniors) et qui doit intégrer, si possible anticiper, les résultats des recherches émergentes sur la digestibilité et la disponibilité des nutriments,

iii) le développement d'alternatives au schéma actuel de fractionnements auxquels succèdent des réassemblages, fort consommateur en ressources.

Ce dernier schéma implique par exemple qu'un produit soit fractionné, séché, réhydraté et assemblé puis séché de nouveau. Il s'est imposé pour faire face à la variabilité de la matière première et faciliter l'optimisation des procédés, la variabilité résiduelle faisant l'objet d'un lissage technologique supplémentaire par ajout d'ingrédients. Ceci s'est accompagné d'une réduction de l'offre agricole et de produits de la mer (biodiversité) au profit d'une diversification de l'offre en produits finis (Soler et al., 2011). Une alternative proposée par le groupe de prospective sur l'alimentation durable (DuALine) repose sur l'exploitation et la génération des fonctionnalités sous jacentes de la matière première sans étape de fractionnement (Soler et al., 2011). Existe-t-il des voies technologiques qui peuvent se passer de fractionnement ? Peut-on fonctionnaliser la matière première sans fractionner pour éviter l'usage d'ingrédients ? Quels rôles les agents microbiens pourraient avoir dans ces processus ? Le consommateur est-il prêt à accepter plus de variabilité liée à ces voies technologiques ?

Un tel enjeu nécessiterait non seulement le développement de procédés ad hoc mais aussi une meilleure connaissance des (micro)structures de la matière première et des

transports et réactions à ces échelles. Des pans entiers de recherche seraient nécessaires pour éclairer ces questions.

**4.1.5 Réduire les pertes et gaspillages** de nourriture le long de la distribution y compris chez le consommateur, en éclairant en particulier la dualité entre durabilité et contraintes sanitaires. Compte-tenu des volumes en jeu (30% de la production agricole, Gustavsson et al, 2011), la gestion des pertes et gaspillages dépasse la simple économie ménagère.

Le sujet nécessite des études de fond, à la fois pour quantifier les pertes et en déterminer les moteurs. Leur accroissement est-il lié à un durcissement des normes sanitaires, à une spécification croissante des aliments et des procédés induisant des contraintes croissantes sur la qualité de la matière première, ou plus simplement à une forme de gestion d'une offre toujours croissante face à une demande stagnante ? On peut aussi s'interroger sur la gestion de l'alimentation au niveau des ménages voire à la valeur symbolique attribuée aux aliments, en particulier dans les ménages dont la part de dépenses alimentaires est relativement faible dans le budget (15% en moyenne en France). A l'étape de conception, cet enjeu trouvera des solutions à la convergence entre plusieurs approches complémentaires, impliquant logistique, capteurs, emballage et génie alimentaire. Ces approches doivent être accompagnées d'une modélisation des impacts croisés incluant le risque sanitaire (Redlingshöfer & Soyeux, 2011).

Plusieurs voies d'action et de recherche sont envisageables, parmi lesquelles le rallongement de la durée de vie des produits alimentaires ou le recyclage pour l'alimentation humaine, tout en maintenant les exigences sanitaires. Ceci supposerait entre autres de bien (mieux) maîtriser les chaînes de fabrication et de distribution, les interactions emballage/produit/écosystèmes microbiens, de développer des capteurs précis, rapides aidant à la prise de décision à risque maîtrisé. Cette démarche ne peut être dissociée d'une évaluation du gain pour l'environnement (valorisation « noble » d'un produit qui a déjà nécessité un apport considérable en énergie et en eau) et d'éventuelles évolution d'activité économique (poids économique du secteur de traitement des déchets).

#### **4.1.6 Evaluer des stratégies alternatives de distribution et de logistique**

Jusqu'ici motivées par des critères économiques (minimisation des coûts à la distribution) principalement, les stratégies de distribution doivent elles aussi intégrer des critères environnementaux (minimisation des apports énergétiques, minimisation des rejets type GES et des déchets). Peu de recherches dans ce domaine explorent les interactions entre alimentation, localisation et environnement (Gaigné, 2011).

Il s'agit en premier lieu de mener des recherches sur la localisation relative des activités de production, transformation et distribution à différentes échelles spatiales (locale, nationale, internationale) et les flux et modes de transport, en tenant compte de l'impact du prix de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Ces facteurs sont-ils favorables ou non au développement d'une transformation locale, d'un approvisionnement en produits locaux ? Faut-il associer ou dissocier les lieux de production et de consommation ? Faut-il spécialiser ou diversifier les territoires ? Quels impacts de la valorisation des déchets sur la localisation des filières agro-alimentaires ? L'approche environnementale ne peut se cantonner à l'approche des « food miles », car sont également concernées les technologies de production agricole comme de transformation, et leurs effets plus ou moins polluants selon

leurs localisations, favorables ou non à la biodiversité, au bien être animal, à la consommation en eau et à la gestion des déchets (Gaigné, 2011).

Faut-il re-décentraliser la distribution alimentaire pour réduire les très importants coûts de transport de la clientèle ou pour éviter les espaces désertés de la distribution alimentaire (« Food Deserts ») ?

En combinaison avec des circuits courts de distribution, des durées de vie plus courtes des produits devraient être considérées comme une alternative durable possible, dont il conviendrait de mieux évaluer l'équilibre entre les impacts positifs sur la santé et l'environnement (technologies de transformation plus douces, réduction des conservateurs, réduction des pertes nutritionnelles liées au stockage prolongé pour les produits frais) et les impacts négatifs (acceptabilité pour le consommateur qui verrait entre autres la fréquence des achats accrue).

Ce sujet inclut aussi l'optimisation des emballages, à empreinte environnementale réduite (minimisation de la matière, emballages alternatifs) et à service si possible égal (durée de vie des produits, praticité...).

La traçabilité reste aussi un enjeu fort. Comment construire l'information liée au produit au long de la filière, intégrer l'innovation (biotechnologies, nanotechnologies) et gérer les risques sanitaires et de détérioration tout au long de la filière tout en réduisant les coûts énergétiques ? Comment concevoir des systèmes de traçabilité intégrant depuis l'amont jusqu'à l'aval d'une filière les données relatives aux différents contaminants biologiques et physico-chimiques d'intérêt, aux caractéristiques physico-chimiques ainsi qu'aux informations relatives aux procédés de fabrication et aux conditions de conservation appliqués ? Des systèmes d'échange entre les entreprises doivent permettre de cibler traitements et mesures et déterminer les meilleures conditions d'utilisation des différents lots, diminuant ainsi le taux de destruction d'aliments suspects.

#### **4.1.7 Maitriser et contrôler la sécurité sanitaire des aliments dans un contexte d'évolutions des risques et de production soumise à des contraintes variables**

L'hygiène des aliments n'a jamais été aussi bien maîtrisée dans l'Union européenne, et pourtant des toxi-infections alimentaires (TIAC) aigües et la détection de contaminants toxiques dans les aliments entament fréquemment la confiance des consommateurs avec des conséquences sur la santé publique mais aussi des impacts qui remettent en cause les modèles économiques des entreprises et des filières incriminées. La globalisation des échanges, l'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes, les évolutions physicochimiques des milieux marins, les pollutions des sols, de l'air et des nappes remettent en cause les modèles épidémiologiques anciens, introduisent de nouveaux risques pour le consommateur, imposent de comprendre, anticiper pour repenser les mesures de maîtrise. Les biocides et antibiotiques trouvent leurs limites et le développement de phénomènes de résistances sur des bactéries et champignons pathogènes transmis par la chaîne alimentaire est un phénomène préoccupant. Le recyclage de l'eau, l'évolution des techniques et matériaux de conservation et de conditionnement amènent à repenser les modèles et développer de nouvelles techniques de détection des contaminants.

## **Comprendre la microbiologie alimentaire et ses résistances pour mieux anticiper les émergences et accompagner les changements**

Les sujets sur lesquels sont interpellés les experts impliqués dans les évaluations de risque soulèvent des questions qui doivent générer un effort spécifique de recherche. Où commence, où s'arrête la pathogénicité d'un microorganisme ?

Les mécanismes d'expression des pouvoirs toxigènes (*Fusariums* et autres fongiques, staphylocoques...) et de pathogénicité, sont déterminés par l'écologie microbienne, par l'environnement physique et chimique des microorganismes. Il est nécessaire de distinguer les souches pathogènes de celles qui ne le sont pas, de comprendre leur évolution pour optimiser la gestion des aliments contaminés. Les TIAC provoquées par de nouvelles souches vérotoxigènes d'*Escherichia Coli*, sont un exemple dramatique. Virulence et génomes : caractérisation des souches et nouvelles techniques moléculaire de détection de marqueurs de virulences sont des champs encore insuffisamment explorés.

L'évolution croissante des phénomènes de résistance des microorganismes aux procédés physiques et chimiques de désinfection nécessite d'en comprendre les mécanismes moléculaires et génétiques tenant compte de l'hétérogénéité des populations. Ces questions de recherche trouvent leur application dans l'accompagnement du développement de nouveaux procédés de conservation par le froid plus économes en énergie, ou de techniques de préservation chimique ou biologique (flores technologiques) en alternative à des additifs d'impacts négatifs dans le bilan de production.

Les virus alimentaires, enfin, méritent aussi une mention spéciale. Leur incidence est croissante sur les produits d'origine végétale selon des phénomènes encore mal expliqués.

Sur les coquillages et produits de la pêche, il est acquis que l'augmentation des flux maritimes corrélée aux évolutions physicochimiques des espaces marins facilitent la dissémination des virus. Faute de moyens de connaissance épidémiologique et de la faible connaissance des virus, la sécurité des produits se dégrade.

Enfin, l'évolution des modes de consommation relance la problématique du parasitisme (anisakis des poissons, trichine dans les viandes) et le besoin de nouvelles techniques de détection, moins invasives.

## **Détecter et connaître la toxicité des contaminants chimiques, stigmates de pratiques du passé et freins au développement de nouveaux procédés**

L'évolution des technologies de spectrométrie permet de mieux détecter et distinguer les différents contaminants chimiques de l'aliment. Certains sont l'empreinte de polluants de l'environnement (dioxines, métaux lourds...), d'autres sont issus des matériaux de conditionnement (phtalates, bisphénol). Les nanomatériaux et nanoéléments entrent dans l'alimentation. La recherche doit mieux cerner les dangers collatéraux, permettre le développement des technologies de progrès et rassurer le consommateur.

La toxicologie des nouvelles molécules et résidus de matériaux doit être décryptée : absorption, distribution, métabolisme et élimination par approche *in vitro* et *in silico*.

Biocinétique et toxicités cellulaires, analyse des scénarios d'exposition et travaux sur les courbes dose-réponse sont indispensables pour déterminer la dangerosité des contaminants, en considérant les effets cocktails des molécules doivent être cernés : modèles cellulaires organes et fonctions cibles des mécanismes toxiques, interaction biocinétique/voie de signalisation cellulaire (perturbation endocrinienne, métabolique, voie de régulation cellulaire). Quels effets ? Quels mécanismes ?

### **Identifier, détecter les allergènes, comprendre comment les neutraliser est devenu un sujet majeur de l'industrie agro-alimentaire**

Les phénomènes d'allergies augmentent. Les causes n'en sont pas toutes connues, mais l'industrie agro-alimentaire y est confrontée : arachides et noix, allergènes issus de parasites ou des flores, produits alimentaires dérivés des pollens... Le champ à maîtriser est vaste. Caractériser le ou les allergènes d'un aliment, savoir le détecter, cerner son origine pour éliminer ou maîtriser le risque deviennent une nécessité.

### **Faire évoluer méthodes et modèles pour une meilleure efficacité des travaux et moins d'études *in vivo***

Des questions de recherche portent aussi sur les méthodes, pour générer de nouveaux modèles :

- conception et validation de nouveaux biomarqueurs de réponse cellulaire pour la détection de présence de composés chimiques ; développement d'outils de dépistage de biomarqueurs d'alerte validés pour le dépistage haut débit et la surveillance intégrée des risques. Laboratoire on-chip, détection sur ligne de production, détection sur emballage ; développement de démarches de validation de méthodes de dépistage/confirmation multi-analytes ;
- modélisation de l'écologie et des interactions ou développements microbiens (virus, bactéries, parasites) ;
- modélisation géospatiale de la circulation de pathogènes de la production primaire mondiale à l'assiette du consommateur ;
- mise au point de modèles par intégration des données de surveillance microbiologique (produits finis, matières premières, surfaces des ateliers) des entreprises sur les couples pathogènes/matrice ;
- construction de plateformes de mesures de dépistage d'effets. Couplage de systèmes de détection d'effets et de mesure physico-chimiques pour l'identification de nouveaux composés toxiques ou biomarqueurs ; développement de modèles d'exposition/réponse caractérisant l'incertitude (exposition, réponse) dans l'évaluation du risque.

## 4.2 Mangeurs

Ce domaine s'intéresse aux facteurs de comportement des mangeurs à l'égard des aliments dans ses différentes composantes, aux interactions entre mangeurs et au rôle de l'alimentation dans les rapports sociaux.

### 4.2.1 Les mangeurs, leurs réactions et leurs comportements face aux enjeux actuels (environnementaux, sociaux, nutritionnels, sanitaires, etc.)

Les questions environnementales (pollutions, changements climatique, biodiversité, etc.), sociales (équité dans la filière, travail des enfants, bien être animal, etc.), sanitaires (toxicité, allergies, etc.) et nutritionnelles font l'objet d'une communication croissante, à la fois dans les médias et dans l'offre de nouveaux attributs associés aux aliments ou aux circuits de distribution. La façon dont ces préoccupations (et les façons dont l'industrie y répond) sont perçues et gérées par les mangeurs reste mal connue. Quelle est l'importance relative de ces dimensions dans les représentations, les attitudes et les pratiques des mangeurs ? Mesurer le poids de ces préoccupations chez les mangeurs par un consentement à payer apparaît très réducteur. D'autres approches complémentaires sont nécessaires. Comment les mangeurs arbitrent-ils en situation de multiplication voire de contradiction, de controverse ou d'incertitude des messages ?

Au-delà de la question des relations entre mangeurs et attributs durables des aliments ou des filières, deux grandes interrogations demeurent. L'une porte sur la réduction de la surconsommation, notamment de produits d'origine animale et des aliments manufacturés sucrés et salés. Les niveaux de disponibilité alimentaire et la structure des régimes des pays industrialisés s'avèrent en effet très difficilement généralisables à l'ensemble de la planète (Paillard et al, 2010). L'autre porte sur les inégalités croissantes, au sein des pays et entre les pays. Un des points essentiels concerne l'identification des mécanismes susceptibles d'infléchir les évolutions en cours. Les questions posées à la recherche concernent aussi bien les leviers d'action sur l'offre, à travers les politiques agricoles et alimentaires par exemple (cf 4.3 infra), que les moyens qui permettraient d'infléchir la demande. Ce second point apparaît aujourd'hui le plus complexe. Il suppose d'articuler des connaissances sur les déterminants individuels et sociaux des comportements, sur l'élaboration de l'information, la construction des points de consensus, le rôle des institutions et la gouvernance de l'ensemble du processus. Six grandes questions regroupent les multiples interrogations de ce thème.

- Peut-on réduire la consommation des aliments d'origine animale dans les pays développés ? Les projections montrent que le niveau actuel de consommation de ces produits dans les pays développés est environ le double du niveau généralisable à l'ensemble de la planète (Paillard et al, 2010). À partir de l'étude des évolutions passées et de l'analyse de la variabilité actuelle des niveaux de consommation et des régimes, peut-on imaginer des scénarios crédibles de réduction ? Comment les différents groupes d'aliments et de nutriments seront-ils affectés par ces changements ?
- Compte tenu des risques désormais connus d'une surconsommation de produits animaux, peut-on en imaginer une limitation dans les pays développés et émergents ? La

consommation des aliments d'origine animale augmente dès que le revenu des populations le permet. Les déterminants biologiques, physiologiques, sensoriels et sociaux de cet appétit sont mal connus. Il faut mieux comprendre les différentiels de consommation dans les différents contextes sociaux et culturels ; en particulier, revenus, sexe et niveau d'éducation modulent fortement les comportements de consommation de produits animaux. Sur quelles bases acceptables peut-on dès lors faire reposer des objectifs de limitation de la consommation ? Une telle démarche est-elle fondée et si oui comment articuler les considérations techniques et éthiques pour la fonder ?

- Quels seraient les groupes de populations les plus touchés par une réduction de la consommation ? La diminution du niveau moyen de la consommation des produits d'origine animale peut s'accompagner d'évolutions très différentes des inégalités nutritionnelles au sein de la population. Comment caractériser l'hétérogénéité des trajectoires d'infléchissement de la consommation et en mesurer les implications ?
- Le choix des variantes durables des produits par les consommateurs peut-il suffire à réorienter l'offre alimentaire ? Le rôle du marché doit être bien compris et surtout son impact potentiel doit être correctement évalué. L'étude des microdécisions des consommateurs permettra de savoir si les incitations des producteurs seront suffisantes pour réorienter l'offre dans le sens d'une plus grande durabilité. De même, il faut évaluer la force des préférences des consommateurs en particulier en comprenant mieux la hiérarchie et les interactions des critères de choix. Une simple variation du goût ou du prix pourrait-elle compromettre le choix d'une variante plus durable ?
- L'accélération du rythme des transitions alimentaires dans les pays émergents dégrade-t-elle la durabilité des systèmes alimentaires ? Les nutritionnistes ont mis en évidence les effets délétères de la rapidité accrue des transitions sur le statut nutritionnel des populations. Les conséquences de cette accélération sur l'environnement et sur la santé doivent également être étudiées. Il faut pour cela savoir qui change quoi, comment et pourquoi (caractérisation des transitions). Une attention particulière devrait être apportée aux effets de génération. Ces effets sont-ils de plus en plus marqués ? Entraînent-ils des irréversibilités dans les comportements et les pratiques alimentaires ?
- Qu'il s'agisse des tendances de la consommation dans les différents pays du monde, ou des facteurs et des mécanismes à l'œuvre dans la régulation des comportements, l'hétérogénéité est forte. Dans un contexte où des forces puissantes poussent à la convergence, il importe d'étudier cette hétérogénéité et son évolution. Peut-on caractériser l'hétérogénéité des comportements alimentaires ? Comment évolue-t-elle au niveau mondial et au sein des pays ? Cette diversité est-elle fatalement amenée à se réduire, ou constitue-t-elle un réservoir d'alternatives aux tendances actuellement dominantes ?

#### 4.2.2 Contraintes et déterminants fondamentaux des comportements alimentaires et leur évolution à des échelles de temps variées

Une expertise scientifique collective récente sur les comportements alimentaires a souligné l'intérêt de leviers possibles peu considérés à ce jour pour expliquer et prédire les comportements et leurs évolutions (Etievant P & al, 2010). En particulier, l'expertise a montré que :

- L'approche des comportements alimentaires par l'analyse de facteurs pris isolément ne permet pas une prédiction de ces comportements, ni de leurs évolutions.
- De nouveaux déterminants biologiques pourraient aider à mieux comprendre les différences de réponses à l'alimentation : (épi)génétique et microbiote intestinal.
- Le poids des facteurs sociaux et du plaisir alimentaire a été sous-estimé dans les tentatives d'explication des comportements alimentaires.
- Les données épidémiologiques visant à expliquer les pratiques alimentaires et leur effets sur la qualité de vie sont dispersées et de qualité souvent insuffisante. Ces données sont particulièrement insuffisantes pour des populations fragiles (en dessous du seuil de pauvreté, personnes hospitalisées, personnes âgées en institutions, communautés d'outre mer, migrants vers les cités...).
- Les pratiques alimentaires changent au cours de la vie, mais il existe des périodes critiques plus favorables à l'apprentissage et à l'éducation, notamment l'enfance, mais aussi la vieillesse. Sont également à prendre en compte les changements liés aux évolutions familiales –vie en couple, enfants- .
- Les répercussions de la mise en place des politiques publiques sont difficiles à évaluer et les effets à moyen et long termes des politiques de taxation/subvention sont difficiles à prévoir.
- L'environnement des repas est un facteur primordial dans les quantités consommées: le lien entre les spécificités du repas français et le contrôle pondéral n'a pas été suffisamment étudié.

Sont ainsi repérées un certain nombre de thématiques de recherches ou d'actions à mettre en œuvre pour mieux évaluer les déterminants fondamentaux des comportements alimentaires et leur évolution à des échelles de temps variées. En particulier du point de vue des comportements et de leur évolution, il est prioritaire de s'intéresser aux questions suivantes :

- Comment les changements alimentaires se sont opérés dans l'histoire, à quelle vitesse et avec quelles tensions ? Quelles sont les conséquences de ces mutations ?
- Comment se forment les préférences et les habitudes alimentaires chez l'enfant ? Perdurent-elles chez l'adulte ?
- Quels sont les effets sur la consommation des rythmes sociaux, des pratiques sociales et collectives de consommation, question fondamentale mais peu étudiée jusqu'à présent ?
- Quels sont les processus de modification et de diffusion sociale des nouveaux comportements (réception de l'information et modification des normes sociales) ? Remettre en cause les grandes tendances de la consommation alimentaire implique des changements de comportement allant bien au-delà des recommandations des plans de santé publique, déjà si difficiles à mettre en œuvre. Il s'agit sur ce point d'entreprendre des recherches associant l'ensemble des sciences humaines et sociales pour comprendre comment émergent puis se diffusent les nouveaux comportements, puis comment ils peuvent aboutir à la formation de nouvelles normes sociales.



- Compte tenu de l'ampleur des changements nécessaires, la cohérence de l'information et des actions sera une condition de la réussite. Cela implique donc des recherches sur la construction du consensus sur les critères de durabilité, sur la clarification des indicateurs et des signaux et enfin sur l'harmonisation des actions.
- Les aspects cognitifs sont également importants : comment passe-t-on de la cognition explicite (le comportement raisonné) à la cognition implicite (le comportement spontané) ou inversement ?
- Enfin, la question des multiplicateurs sociaux devrait aussi être abordée, car elle constitue un aspect majeur de la compréhension des mécanismes de diffusion sociale des comportements et de mise en place des nouvelles normes sociales. Quelle est la part respective de « l'événementiel » et des déterminants de longue durée ?
- Comment interagissent les facteurs guidant les pratiques sociales, les usages et in fine les choix des consommateurs ? Comment les hiérarchiser ? Il s'agit d'appréhender finement la complexité et la diversité des comportements, ce qui nécessitera des méthodes innovantes pour organiser des bases de données et en extraire de l'information. Parmi les facteurs pris en compte, on pourra s'intéresser aux facteurs liés à l'aliment (goût, habitudes de préparation culinaire, emballage, étiquetage, prix...) et/ou régime, à l'environnement social et culturel (milieu social, offre alimentaire, coût de l'accès à l'alimentation, publicité...) et au consommateur lui-même (éducation, revenus, état de santé, psychologie...).

#### 4.2.3 Les relations entre mangeurs

Manger est un acte social, depuis les pratiques d'approvisionnement (ex. rôle social des marchés), de transformation et de cuisine (ex. transmission intergénérationnelle des savoirs et savoir-faire) jusque bien sûr aux pratiques de consommation, presque toujours réalisées en commun. La dimension sociale des pratiques alimentaires ne doit donc pas être étudiée seulement pour comprendre ce que l'on mange, mais aussi en tant qu'acte social, construisant ou non du lien, des hiérarchies, des espaces de partage d'information, de valeurs, de règles, etc.

L'une des caractéristiques des changements alimentaires observables dans certaines sociétés est l'individualisation croissante des pratiques. Ce qui relève dans certaines sociétés plutôt de règles sociales, relève dans d'autres plutôt d'un choix individuel. Ce dernier modèle, encouragé par le secteur agroalimentaire et qui semble de ce fait influencer toutes les sociétés, repose sur une multiplication de l'offre et sur un effort d'information du consommateur pour le rendre pleinement responsable. Le poids de cette responsabilité n'est pas facile à assumer par tous les mangeurs et est génératrice d'anxiété. Cette tendance à l'individualisation se traduit par une multiplication de nouveaux segments de marchés.

Ceux-ci sont aussi construits sur la base de communautés, non pas tant de consommateurs, mais plutôt de sensibilités collectives : allégé, bio, halal, casher, équitable, terroir, circuits courts, etc. Ces segments d'usage ne sont pas exclusifs et leurs usagers sont souvent intermittents. Les identités tendent en effet à devenir plurielles, les mangeurs combinant différentes références au cours du temps. Dans un monde toujours plus interconnecté, plusieurs modèles d'acculturation, au sens de modèles d'agencement de plusieurs références, sont possibles : métissage, pendulisme, assimilation, etc. La

caractérisation et la compréhension de ces modèles est en enjeu social et culturel important dans des sociétés dont la cohésion n'est jamais définitivement acquise.

Ce champ de recherche est encore peu développé malgré son enjeu. Plusieurs questions émergent :

- Comment évoluent les pratiques de commensalité, à domicile et hors domicile ? En quoi font-elles évoluer les règles de partage et de régulation de la gourmandise ? En quoi modifient-elles les apprentissages sociaux ?
- Quelles sont les conséquences du développement de la restauration hors domicile, collective et individuelle ? Que change-t-elle sur les pratiques alimentaires à domicile ?
- Comment évolue la prise en compte des souhaits individuels ou des revendications communautaires dans l'offre alimentaire collective (restauration d'entreprise, cantine scolaire) ? Quelles peuvent être les conséquences sociales d'une promotion de la nutrition personnalisée ?

### 4.3 Alimentation et acteurs

La question générale posée est celle de l'évolution du modèle économique face aux exigences croissantes de durabilité, qu'elles viennent des réglementations publiques, d'autres acteurs de la filière ou des consommateurs : internalisation par les firmes dans leurs stratégies ou recours à des interventions publiques ?

Ainsi, une question majeure concerne l'équilibre entre les attentes de la société pour une alimentation plus saine, plus respectueuse de l'environnement, et la réalité des comportements et des contraintes notamment de revenus des consommateurs. En particulier, les inégalités de revenus et la présence dans la plupart des pays d'une frange importante de la population sous le seuil de pauvreté pose la question de la réponse des filières alimentaires à cette situation. Se dirige-t-on vers une alimentation à deux vitesses avec d'un côté des produits aux caractéristiques de plus en plus élaborées et répondant aux attentes qualitatives des consommateurs aisés et de l'autre des produits à bas coût mais à caractéristiques 'dégradées' pour les consommateurs pauvres.

Ceci ouvre à un certain nombre de questions qui concernent à la fois la dynamique des filières mais aussi à la mise en place de politiques publiques permettant d'orienter dans la direction souhaitée.

#### 4.3.1 Dynamique des filières

Il s'agit d'analyser comment les dynamiques en œuvre orientent les filières agro-alimentaires au regard des enjeux de durabilité. Historiquement, l'industrie agro-alimentaire a réussi à rendre disponible toute l'année des produits standardisés, en nombre de plus en plus élevé, en s'appuyant sur les techniques de conservation et sur l'usage des ingrédients.

Cette transformation majeure a eu de multiples conséquences sur la filière. Elle s'est appuyée sur une standardisation de plus en plus forte de la matière première tant végétale qu'animale, sur la mise en concurrence des différentes ressources (grâce à la baisse significative des coûts de transport). Cette dynamique a entraîné un déplacement vers l'aval des leviers de création de l'offre et a eu des impacts importants sur le partage de la valeur au

sein des filières, au profit des IAA dans un premier temps. Ce changement s'est également accompagné (ou a été permis par) d'une modification de la distribution des produits avec le développement de la grande distribution.

Cette dernière, qui tire profit de sa position incontournable à court terme, a pris un rôle croissant dans les filières, y compris en matière de définition des produits et aussi en matière de captation de la valeur. Cette évolution s'est enfin traduite par une augmentation de la consommation énergétique, notamment de pétrole, pour transformer, conditionner et transporter les aliments. Dans un contexte où l'énergie fossile était bon marché, le système consomme une énergie croissante dans la production de matière première agricole et marine et surtout dans l'aval de la filière.

Ce schéma de développement se heurte néanmoins à un certain nombre de difficultés ou tout au moins d'interrogations qui soulèvent de nombreuses pistes de recherche.

- La première interrogation concerne la capacité de la chaîne agro-alimentaire à intégrer de nouvelles contraintes qualitatives et sa capacité à générer de nouveaux gains de productivité. Ainsi, des travaux récents montrent que les gains apparents de productivité des IAA sont quasiment nuls voire négatifs ; une hypothèse étant que ces performances sont une résultante de l'accroissement progressif des contraintes sanitaires ou environnementales.
  - Approfondir le constat et mieux expliquer les causes de l'absence de gains de productivité
  - De façon plus prospective, il faut éventuellement repenser un certain nombre de technologies et mettre en regard performances et modes d'organisation des firmes.
  
- La seconde interrogation est liée aux enjeux de concurrence / complémentarité entre IAA et grande distribution. Ces deux secteurs complémentaires doivent néanmoins partager la valeur créée. Il s'ensuit de fortes tensions. Il faut s'interroger sur
  - La façon dont la valeur est partagée au sein de la filière y compris en intégrant le maillon amont qui est la production agricole et marine et ceci pour différents types de filières (par exemple les filières sous signe de qualité et les filières de produits 'standards') et les différents acteurs.
  - Les stratégies mises en œuvre par chacun des acteurs pour 'shunter' l'autre maillon (on peut penser à la distribution directe visant les consommateurs aisés ou inversement au développement de marques de distributeurs mettant en concurrence forte les IAA).
  - Les effets des changements de réglementation, notamment celles concernant le développement des distributeurs.
  - Le secteur de l'alimentation hors domicile devrait également faire l'objet de recherches. Ce secteur est fortement méconnu pourtant il représente une part importante des dépenses alimentaires et les enjeux économiques y sont également importants, notamment en terme d'emploi. Les stratégies développées ne sont pas les mêmes que pour l'alimentation à domicile (par exemple pour les IAA le rôle des marques est moins important car le consommateur final est confronté au produit dans l'assiette et non pas au produit emballé).

- La troisième interrogation est liée aux attentes des consommateurs et à l'évolution des modes de vie, au vieillissement de la population (dans les pays du Nord) qui se traduisent par des évolutions dans la demande et dans les types de services que les consommateurs sont prêts à payer. En particulier, la prise de conscience des liens entre alimentation et santé, les possibilités de concevoir des aliments aux caractéristiques modifiées ouvrent des possibilités importantes à l'industrie agro-alimentaire dont il faut évaluer les impacts sur leur dynamique.
- La quatrième interrogation concerne la possibilité évoquée en introduction d'une mise en place d'une alimentation à 'deux niveaux'. Dans un tel contexte :
  - Quelle place pour les différents circuits d'approvisionnement (formels mais aussi informels) ?
  - Quel niveau adéquat des normes publiques (sanitaires, environnementales...) et privées ?
  - Quelle offre disponible pour les consommateurs en fonction de leur niveau de vie.
  - Quelle stratégie les firmes vont-elles menées pour capter ces différents segments de demande

Enfin, une question majeure est également la capacité de cette industrie à résister aux chocs qu'ils s'agissent de chocs sur les prix comme ceux de ces dernières années, ou de chocs sanitaires avec les diverses crises récentes. Cette thématique d'adaptation / résistance aux chocs soulève de nombreuses questions insuffisamment explorées

- Origine de ces chocs, fonctionnement des marchés internationaux, rôle des politiques agricoles notamment dans la genèse de ces chocs ou dans leur amplification
- Transmission des chocs amont dans les prix au consommateur

Capacité de résistance et d'adaptation des firmes et des filières à ces chocs, compte tenu des différentes formes d'organisation possibles et des outils de gestion des risques.

### 4.3.3 Alimentation et action publique

Cette entrée est complémentaire et transversale aux 3 autres entrées. Les politiques de soutien à l'agriculture et de développement des échanges internationaux peuvent-elles avoir un effet sur la durabilité des systèmes alimentaires ? Une analyse rétrospective des effets, et en particulier des effets sur les prix, des différentes réformes de l'agriculture et de la pêche ainsi que de l'organisation des échanges devrait constituer la première étape d'une recherche plus générale sur la cohérence des critères mis en œuvre dans ces politiques, sur la volatilité des prix des produits agricoles et alimentaires et sur l'impact des normes.

Les questions qui doivent être traitées sont :

#### A - Régulation au niveau national

- Diverses politiques publiques agissent sur l'alimentation : politique agricole, politique de la mer, politique environnementale, politique sanitaire, politique de la santé (*via* le Programme national nutrition santé -PNNS- notamment). Ceci pose de réelles questions sur les interactions entre ces différentes politiques qui suivent des objectifs différents et qui donc ont peu de raison de systématiquement aller dans le même sens.

Par exemple, le PNNS recommande de diminuer la consommation de sucres et de graisses et dans le même temps l'évolution de la politique agricole commune mène à une baisse des prix de soutien du sucre et du lait. Ceci pose la question d'une meilleure définition des objectifs de la politique alimentaire et sur les moyens de les atteindre.

- Plus directement en lien avec les objectifs du PNNS, il est nécessaire de progresser dans l'analyse ex ante mais aussi ex post des mesures de politiques publiques (taxation/subvention, information, engagement volontaires, 'nudging'...) et de parvenir à définir les meilleurs 'policy mix'. Ceci doit être fait en intégrant dans les analyses les réactions stratégiques des firmes à ces modifications de politique mais aussi en allant jusqu'à l'analyse des impacts de ces politiques en terme de santé, d'environnement et de satisfaction des citoyens. Ces questions illustrées sur la thématique des politiques alimentaires en lien avec la santé se posent de la même façon en ce qui concerne les questions liées à la durabilité. Les besoins sont d'ordre méthodologiques mais aussi d'ordre empiriques. La question de l'évaluation coûts bénéfiques est également posée à la fois du point de vue appliqué pour recourir plus systématiquement à ce type d'évaluation mais aussi d'un point de vue méthodologique notamment.
- L'accélération des innovations et des revendications des acteurs conduit à devoir piloter les systèmes alimentaires dans une incertitude croissante. La science n'a pas forcément toujours le temps du recul sur les conséquences des nouvelles opportunités technologiques (ex. OGM, nanotechnologies) ou le temps de l'analyse par rapport à la vitesse de circulation de l'information (ex. crises sanitaires). De nouveaux outils de d'information (ex. observatoires des signaux faibles) ou de gestion des risques (ex. « principe de précaution » ou « moratoires ») doivent être explorés, expérimentés et évalués pour gouverner en situation d'incertitude.
- Se pose également la question de la justification des politiques publiques d'un point de vue éthique, politique, économique. Le mode de définition des catégories utilisées pour la définition des politiques publiques et privées et dans les différentes controverses doit être questionné, notamment le rôle prépondérant donné aux « consommateurs » et à leurs « attentes » ou « préférences » dans certains discours de légitimation. De même l'idée de « choix des consommateurs » s'inscrit dans une idéologie spécifique et est reprise à différents niveaux du système alimentaire. Un éclairage par les sciences humaines des différents rapports de forces que véhiculent ces termes et idées est nécessaire, y compris dans une démarche réflexive de la recherche dans le champ de l'alimentation.
- S'agissant de la définition et de la mise en œuvre de politiques publiques, il est également nécessaire d'amplifier les travaux de sociologie politique, de science politique ou d'histoire notamment pour mieux appréhender la genèse des politiques publiques, leur acceptabilité, ainsi que le rôle des différents acteurs, et notamment les firmes de l'agro-alimentaire mais aussi les associations de consommateurs, dans leur élaboration.

## B - Régulation au niveau mondial

- L'impossibilité d'aboutir à un nouvel accord international sur les produits agricoles (enlisement du cycle de Doha) pose la question de l'impact des accords internationaux et pose la question de l'intérêt et des effets des accords bilatéraux qui se multiplient. De même dans certains cas, certains acteurs sont tentés de sortir plus complètement du jeu et d'établir des accords directs entre acteurs (accords entre pays, acquisitions de terres à grande échelles à l'étranger).
- Les échanges internationaux sont soumis à de nombreuses normes et réglementations (sanitaires notamment). Ces normes ont des impacts sur les producteurs de nombreux pays par effet d'éviction ou d'apprentissage. Ces normes peuvent également constituer des barrières non tarifaires aux échanges. L'impact de ces normes sur les échanges mais aussi sur le développement mérite d'être mieux évalué. La construction de ces normes doit également être mieux analysée. Par exemple, le rôle que joue le *Codex Alimentarius* mérite d'être mieux intégré (ainsi que la construction du *Codex* en tant que tel).
- Outre les Etats et les entreprises, d'autres acteurs influent sur l'organisation de l'agriculture et l'agro-alimentaire au niveau mondial. C'est notamment le cas d'un certain nombre d'ONG dont les actions influent désormais sur les choix stratégiques des firmes et des gouvernements. Ces nouveaux acteurs jouent maintenant des rôles dans la définition des labels ou la mise en place de normes. Les dispositifs de gouvernance multi-acteurs se multiplient sans que l'on puisse aujourd'hui suffisamment évaluer leur effet de sélection et d'éviction de certains acteurs ou leurs effets sur l'orientation des débats. Les interactions entre ces différents acteurs sont encore peu étudiées, en particulier en matière de définition des normes. Un nombre croissant de firmes multinationales prennent aujourd'hui l'initiative d'actions dont l'ampleur, par le nombre de fournisseurs ou le nombre de consommateurs concernés équivaut à des mesures publiques. Ces firmes entendent d'ailleurs assumer une part de responsabilité dans les affaires publiques au travers de démarches de Responsabilité sociale des entreprises (RSE). Le rôle de ces initiatives et leurs relations avec les politiques publiques, leur efficacité par rapport aux objectifs qu'elles visent, la façon dont elles orientent les débats publics sont insuffisamment évaluées et doivent mobiliser les sciences politiques jusqu'à présent insuffisamment mobilisées sur les domaines agricoles et alimentaires.

## 5. Conclusions et recommandations

L'alimentation est un acte fondateur des sociétés et un enjeu majeur de stabilité. Elle répond à un besoin prioritaire des sociétés, à ce titre englobant un ensemble d'enjeux dépassant la seule question de la durabilité, à fortiori la seule question environnementale.

L'alimentation est un secteur économique florissant en France, qui contribue à la réputation de notre culture à l'étranger et qui est l'objet de recherches scientifiques reconnues à l'international. Ce tableau ne doit pas cacher une grande fragilité de ce secteur et de ce domaine de recherche. Le système alimentaire français, comme celui des pays industrialisés, n'est pas durable.

Il pose des problèmes de santé, d'environnement et de biodiversité, d'inégalités sociales et de vulnérabilité pour affronter les chocs climatiques, économiques et sanitaires, plus fréquents et plus forts qui devraient caractériser notre environnement. Les entreprises ont pris conscience de cette fragilité et amorcent un virage vers des modes de production et d'échange plus durables. La recherche publique doit les accompagner.

**Le défi est considérable :** il s'agit d'inventer de nouveaux systèmes alimentaires plus durables ce qui suppose de concevoir l'alimentation autrement, dans toutes les disciplines, par des approches que l'on peut qualifier en termes de systèmes complexes.

- La cohérence des recherches en alimentation et de leur valorisation sont pénalisés par leur éclatement entre autorités politiques et scientifiques différentes et sans lien structurel.
- La lutte contre le changement climatique impose de diminuer drastiquement les émissions de gaz à effet de serre et ceci impactera fortement l'ensemble de la chaîne alimentaire. On ignore encore quelles seront les modalités effectives des politiques mises en place pour faire face à cet enjeu majeur. Il y a donc lieu d'explorer comment l'ensemble de la chaîne alimentaire pourra s'adapter (et pourra contribuer compte tenu de sa part dans les émissions de GES) selon des scénarios alternatifs de politique de réduction des GES. Par scénarios alternatifs on peut penser à des niveaux plus ou moins drastiques de réduction mais aussi à des efforts plus ou moins importants selon les pays. Autrement dit le défi énoncé précédemment devra être décliné pour des contextes différents de mise en œuvre des politiques de réduction des GES.

Au terme du travail du groupe, plusieurs besoins sont apparus :

- Il est nécessaire de conduire une étude bibliométrique approfondie pour préciser l'inventaire des équipes, les thèmes et leurs évolutions, ainsi que leur positionnement international.
- Il est à noter que le degré de précision des questions de recherche recensées est très différent selon les thèmes, en particulier dû à la maturité des questions. L'état des lieux réalisé préalablement par l'Inra et le Cirad sur l'alimentation durable (DuALIne)

a permis de brosser un tableau large des enjeux et des grandes questions à la recherche. L'analyse réalisée ici conforte l'une de ses conclusions, à savoir la nécessité d'un atelier de réflexion prospective sur les systèmes industriels afin d'affiner les questions de recherche.

- Il est indispensable de réinvestir dans les bases de données, en particulier dans deux domaines : pour disposer de données suivies sur le long terme pour les pratiques alimentaires des consommateurs, et pour disposer d'analyses de l'impact des produits sur la durabilité, via par exemple des ACV des produits transformés.

**En conclusion**, la présentation stratégique met en évidence l'approche multiple nécessaire pour répondre aux questions posées par la durabilité de l'alimentation, et la nécessité de mobiliser des disciplines très différentes, de façon intégrée. Elle est en cohérence avec la stratégie nationale du développement durable dans ses dimensions société/ressources/comportement/économie.

Au regard de l'état des forces présenté (malgré les insuffisances de la méthode basée sur les réseaux des experts) et des défis identifiés il est nécessaire :

- De renforcer la communauté des chercheurs en sciences humaines et sociales spécialisés sur le champ de l'alimentation (sociologie, anthropologie, psychologie, histoire, géographie, économie, sciences politiques et droit)
- De favoriser des dispositifs d'échange (animations, écoles chercheur, programmes...) entre sciences du vivant et sciences humaines et sociales

Le périmètre de réflexion du groupe de travail et le recensement des équipes se sont limités à la recherche publique et aux centres techniques. Or, dans le domaine alimentaire, la recherche privée est importante, sans que l'on puisse en dessiner facilement le paysage actuel. La part des financements privés de la recherche apparaît également croissante.

L'alimentation est un domaine essentiel du fonctionnement des sociétés. A ce titre, elle recouvre des enjeux forts sur le vivre ensemble et sur la vision de l'avenir qui impliquent que la notion d'intérêt public soit affirmée fortement. Même si peuvent se multiplier les financements mixtes public-privé, il est absolument nécessaire que les questions stratégiques d'intérêt public bénéficient d'un pilotage et d'une capacité de recherche publics forts.

L'interdisciplinarité et la mobilisation de nouveaux chercheurs sur ce champ ne se décrète pas. Elle doit se construire sur la durée. Aussi, face à des enjeux nouveaux, la mobilisation des communautés de chercheurs sur le long terme nécessite une politique de soutien volontariste sur la durée.

**Coordinateurs** : C. Esnouf (Inra, animatrice), H Devautour (Cirad, animateur)

M. Axelos (Inra), J. Berger (IRD), N. Bricas (Cirad), A. Dary (CPU), F. Delpeuch (IRD), N. Devauchelle (Ifremer), C. Fischler (CNRS), B. Laurieux (CNRS -UVSQ), I. Iteman (Anses), T. Lucas (Irstea), E. Maguin (Inra), C. Michon (AgroParisTech - Agreenium), P. Parisot (Anses), L. Pénicaud (CNRS-Aviesan), V. Requillart (Inra), G. Trystram (AgroParisTech - Agreenium) et G. Boetsch (CNRS).



## Bibliographie

Bulletin Epidémiologique N°50 - Mai 2012 Spécial Risques alimentaires microbiologiques

Dalsgaard, H. & Abbotts, A.W. (2003). Improving energy efficiency. In Environmentally-friendly food processing, Eds. Mattson, B., Sonesson, U. Woodhead publishing Limited, Cambridge. 116-129.

Etievant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E., Padilla M., Romon-Rousseaux M., (2010). Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions pour quels effets ? Rapport de l'expertise scientifique collective, Paris, INRA, 277p

Foresight (2011), The future of food and farming : challenges and choices for global sustainability. Final project, London : The Government Office for Science, 208p

Gagné, C. (2011). Urbanisation et durabilité des systèmes alimentaires. In DuALIne – durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche. Eds. Esnouf, C., Russel, M., Bricas, N. Rapport Inra-Cirad. Chapitre 6: 96-111.

Gustavsson, J., Cederberg, J., Sonesson, J., van Otterdijk, J., Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention. Rome: FAO, 29.

Heller M.C., Keoleian G.A.,(2000). Life cycle based sustainability indicators for assessment of US food system. Center for sustainable systems, School of nature resources and environment, University of Michigan, report, 59p

Okos, M., Rao, N., Drecher, S., Rode, M., Kozak, J. (1998). Energy usage in the food industry. Report for the ACEE American Council for an Energy Efficient Economy. 92 p.

Paillard S.C., Preyer S.C., Dorin B.C., (2010). Agrimonde : scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. Paris, Quae, 295p

Redlingshöfer, B. & Soyex, A. (2011). Pertes et gaspillages : les connaître et les reconnaître pour les réduire et les valoriser. In duAline – durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche. Eds. Esnouf, C., Russel, M., Bricas, N. Rapport Inra-Cirad. Chapitre 6: 112-129.

Soler, L.G., Réquillart, V., Trystram, G. (2011). Organisation industrielle et durabilité. In DuALIne – durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux. Questions à la recherche. Eds. Esnouf, C., Russel, M., Bricas, N. Rapport Inra-Cirad. Chapitre 5: 85-95.

Rapport du Commissariat au Développement Durable, service de l'observation et des statistiques. Avril 2011. La consommation d'énergie dans l'industrie de 1993 à 2009. 5 p.

Rapport du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, Commissariat Général au développement Durable. Mars 2010. Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte. 172 p.

Rapport de la Commission Européenne. Mars 2002. L'écotechnologie au service du développement durable. 27 p.