

# Notes et études socio-économiques

CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE

n° 39 - Avril 2015



- La diversification des cultures : comment la promouvoir ?
- Inégalités sociales et alimentation
- L'adaptation de l'agriculture à la disponibilité de la ressource en eau  
Le cas de la Drôme des Collines
- Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agro-alimentaire
- L'analyse orientée objets comme outil d'aide à la gestion des risques sanitaires
- Flexibiliser les politiques de soutien aux biocarburants : éclairages théoriques et expérience américaine

CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE

SERVICE DE LA STATISTIQUE ET DE LA PROSPECTIVE

## Présentation

*Notes et Études Socio-Économiques* est une revue du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, publiée par son Centre d'Études et de Prospective. Cette revue technique à comité de rédaction se donne pour double objectif de valoriser des travaux conduits en interne ou des études commanditées par le ministère mais également de participer au débat d'idées en relayant des contributions d'experts extérieurs. Veillant à la rigueur des analyses et du traitement des données, elle s'adresse à un lectorat à la recherche d'éclairages complets et solides sur des sujets bien délimités. D'une périodicité de deux numéros par an, la revue existe en version papier et en version électronique.

Les articles et propos présentés dans cette revue n'engagent que leurs auteurs.

### Directrice de la publication :

Béatrice Sédillot, MAAF-SG-SSP, Chef du Service de la Statistique et de la Prospective

### Rédacteur en chef :

Bruno Hérault, MAAF-SG-SSP, Chef du Centre d'Études et de Prospective

### Secrétaire de rédaction :

Florent Bidaud, MAAF-SG-SSP-CEP, Centre d'Études et de Prospective

### Comité de rédaction

Florent Bidaud, MAAF-SG-SSP-CEP, Centre d'études et de prospective

Didier Cébron, MAAF-SG-SSP-SDSAFA, Sous-directeur de la SDSAFA

Pierre Claquin, MAAF-SG-SSP-CEP, Chef du BPSIE

Frédéric Courleux, MAAF-SG-SSP-CEP, Chef du BEAE

Bruno Hérault, MAAF-SG-SSP, Chef du Centre d'études et de prospective

Pascale Pollet, MAAF-SG-SSP-SDSSR, Sous-directrice de la SDSSR

Béatrice Sédillot, MAAF-SG-SSP, Chef du Service de la Statistique et de la Prospective

**Composition** : SSP - ANCD

**Impression** : AIN - Ministère de l'Agriculture

Dépôt légal : à parution

**ISSN** : 2259-4841

Renseignements et diffusion : voir page 4 de couverture

# Éditorial

---

Pour appuyer la conception des politiques publiques dans ses domaines de compétence, le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) dispose d'une large gamme d'outils d'information et d'aide à la décision. Il s'est entre autres doté d'un « programme ministériel d'études », animé par le Centre d'études et de prospective, afin de disposer d'expertises techniques en lien avec ses priorités stratégiques. Chaque semestre, les directions d'administration centrale et les services régionaux déposent des projets d'étude, qui sont ensuite discutés lors d'un comité de programmation qui décide ou non de leur lancement. Les résultats de ces études sont habituellement publics et les rapports sont accessibles sur le site Internet du ministère (<http://agriculture.gouv.fr/etudes>).

Pour cette 39<sup>e</sup> livraison de *Notes et études socio-économiques*, nous avons choisi de mettre en valeur la diversité des travaux réalisés dans le cadre de ce programme d'études. Au-delà de la variété des sujets et des disciplines sollicitées, qui témoigne de la diversité des domaines d'intervention du MAAF, les articles réunis ici relèvent de deux catégories. La première catégorie met en œuvre des approches directement inscrites dans un champ disciplinaire ou une tradition d'analyse, qui servent de cadre théorique pour comprendre le fonctionnement de l'action publique et penser une meilleure organisation administrative. Ainsi, Ricardo de Gainza, Christine A. Romana et Julien Fosse analysent les systèmes d'alerte et de veille sanitaire en recourant à des approches tirées des sciences de l'information : l'analyse orientée objet et la modélisation UML. Les auteurs concluent que, « *pour optimiser les systèmes d'information, des plateformes logicielles transverses seraient à étudier, de façon à améliorer aussi la réactivité, l'efficacité et le coût de la surveillance et de l'alerte, en même temps que le partage entre ses différents acteurs* ».

Dans leur article sur l'aide alimentaire et les inégalités sociales en France, Florence Brunet, Pauline Kertudo, Benjamin Badia, Audrey Carrera et Florence Tith utilisent une méthode d'enquête qualitative inspirée de la sociologie compréhensive. À partir d'entretiens semi-directifs approfondis, il s'agit de reconstituer les motivations et les représentations des acteurs, et de dégager une typologie des stratégies individuelles et familiales d'ajustement à la contrainte de revenu. « *La démarche typologique peut alors enrichir la compréhension des mécanismes d'exclusion et d'« invisibilisation » qui frappent les individus s'écartant des catégories de perception sur lesquelles reposent les politiques d'aide alimentaire* ».

L'article de Pierre Claquin, Alexis Lemeillet et Elise Delgoulet présente, pour sa part, les principaux apports et limites de la littérature économique concernant les mécanismes destinés à « flexibiliser » les politiques d'incorporation de biocarburants, dont la rigidité relative, eu égard aux évolutions du contexte, pourrait contribuer à accroître la volatilité des prix agricoles. Le texte montre notamment qu'en dépit d'un nombre important d'études consacrées aux effets du développement des biocarburants sur les prix agricoles, cette question particulière de l'effet de la rigidité ou de la flexibilisation n'a fait l'objet que d'un nombre limité de travaux qui, de plus, n'intègrent dans leurs analyses qu'une partie seulement des facteurs et variables clés.

Une seconde catégorie d'expertises met en œuvre des approches plus hybrides, reposant sur des données et des modèles parfois *ad hoc*, mixant les sources et les disciplines. Ainsi, l'article de Gabrielle Rucheton, Sylvie Morardet, Pierre Ruelle, Jean-Louis Fusillier et Jacques Fabre, sur l'adaptation de l'agriculture de la Drôme des collines à la réduction des volumes d'eau prélevables pour l'irrigation, associe diagnostic territorial participatif et modélisation d'impacts socio-économiques, pour imaginer les évolutions possibles de ce territoire bien circonscrit.

De même, l'étude menée par Hélène Bourgade, Olivier Chartier, Élodie Cluzel, Nicolas Hémon, Patrice Dole et François Zuber sur les innovations au service de la réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire, combine une approche technologique avec des méthodes d'enquête par panel inspirées du marketing. Ce croisement interdisciplinaire permet de simuler et d'anticiper les débats publics sur l'acceptabilité sociale de ces nouvelles technologies.

Enfin, Jean-Marc Meynard, Aude Charlier, François Charrier, M'hand Fares, Marianne Le Bail, Marie-Benoît Magrini et Antoine Messéan, dont l'article ouvre ce numéro, proposent une relecture d'une étude sur les freins et leviers à la diversification des cultures, réalisée à la demande du MAAF et du MEDDE. Cette question, que l'on aurait pu penser strictement agronomique, engage en fait un grand nombre de mécanismes économiques, institutionnels, culturels, etc., les auteurs mettant en évidence un véritable « *verrouillage technologique autour des espèces dominantes, qui bloque ou tout au moins handicape fortement le développement des espèces mineures* ». Le recours simultané à l'agronomie, l'économie des filières et la sociologie politique permet, par le repérage des freins à la diversification, d'imaginer un futur qui ne serait pas la répétition du présent. Un autre monde semble possible, mais si l'on ne fait rien il n'advient pas, ce qui pose – entre autres –, la question de la responsabilité de l'action publique.

Hors dossier, Nicolas Urruty, Jean Boiffin, Hervé Guyomard et Tanguy Deveaud livrent un article consacré à l'effet des changements d'usage des terres sur la consommation française de produits phytosanitaires et l'évolution du NODU de 1989 à 2012. Enfin, Mourad Hannachi s'intéresse à la « révolution génomique » et à ses impacts sur la sélection bovine en France. Trois notes de lecture viennent compléter ce numéro.

Vous trouverez en troisième de couverture les recommandations aux auteurs et des consignes de présentation des articles. N'hésitez pas à nous soumettre vos manuscrits ou à nous contacter pour nous proposer vos idées d'articles.

Bonne lecture,

**Bruno Hérauld**  
Rédacteur en chef  
[bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)

**Florent Bidaud**  
Secrétaire de rédaction  
[florent.bidaud@agriculture.gouv.fr](mailto:florent.bidaud@agriculture.gouv.fr)

# Sommaire

<b>La diversification des cultures : comment la promouvoir ?</b> .....	7
<i>Jean-Marc Meynard, Aude Charlier, François Charrier, M'hand Fares, Marianne Le Bail, Marie-Benoît Magrini et Antoine Messéan</i>	
<b>Inégalités sociales et alimentation</b>	
<b>Besoins et attentes des personnes en situation d'insécurité alimentaire</b> .....	31
<i>Florence Brunet, Pauline Kertudo, Benjamin Badia, Audrey Carrera et Florence Tith</i>	
<b>L'adaptation de l'agriculture à la disponibilité de la ressource en eau</b>	
<b>Le cas de la Drôme des Collines</b> .....	57
<i>Gabrielle Rucheton, Sylvie Morardet, Pierre Ruelle, Jean-Louis Fusillier et Jacques Fabre</i>	
<b>Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire : enjeux pour les consommateurs et les entreprises</b> .....	83
<i>Hélène Bourgade, Olivier Chartier, Elodie Cluzel, Nicolas Hémon, Patrice Dole et François Zuber</i>	
<b>L'analyse orientée objets comme outil d'aide à la gestion des risques sanitaires</b> .....	107
<i>Ricardo de Gainza, Christine A. Romana et Julien Fosse</i>	
<b>Flexibiliser les politiques de soutien aux biocarburants : éclairages théoriques et expérience américaine</b> .....	131
<i>Pierre Claquin, Alexis Lemeillet et Elise Delgoulet</i>	
<b>Usage des pesticides en agriculture : effets des changements d'usage des sols sur les variations de l'indicateur NODU</b> .....	165
<i>Nicolas Urruty, Jean Boiffin, Hervé Guyomard et Tanguy Deveaud</i>	
<b>La « révolution » génomique : impact des changements institutionnels et technologiques sur les filières de génétique bovine en France</b> .....	187
<i>Mourad Hannachi</i>	
<b>Notes de lecture</b> .....	199
<b>Abstracts and Key Words</b> .....	207
<b>Notes et études socio-économiques - Numéros parus</b> .....	213



# La diversification des cultures : comment la promouvoir ?

---

Jean-Marc Meynard<sup>1-2</sup>, Aude Charlier<sup>2-3</sup>, François Charrier<sup>4-5</sup>, M'hand Fares<sup>5</sup>, Marianne Le Bail<sup>2</sup>, Marie-Benoît Magrini<sup>5</sup> et Antoine Messéan<sup>3</sup>

## Résumé

*Dans le dernier demi-siècle, les territoires et les exploitations agricoles se sont de plus en plus spécialisés. Or, on sait aujourd'hui qu'une diversification des cultures serait nécessaire pour réduire l'usage des intrants (pesticides, engrais azotés, eau d'irrigation) et les nuisances environnementales associées. Cet article tente de mettre au jour les freins à la diversification des cultures, qui se manifestent à différents niveaux des filières agro-industrielles, afin de dégager des pistes d'action pour les politiques publiques. Nous mettons en évidence un verrouillage technologique autour des espèces dominantes, qui bloque ou tout au moins handicape fortement le développement des espèces mineures. Ce verrouillage est caractérisé par un grand nombre de freins interconnectés, depuis la disponibilité de variétés améliorées et de méthodes de protection phytosanitaire, la rareté des références quantifiées sur les successions incluant ces cultures, la difficulté des apprentissages à acquérir, jusqu'aux contraintes logistiques au niveau de la collecte et aux difficultés de coordination au niveau des filières émergentes, dont les acteurs se connaissent souvent mal. Le verrouillage technologique autour des grandes espèces n'est cependant pas une fatalité. L'article dégage une série de leviers d'action mobilisables pour inciter les acteurs à insérer, dans leur système productif, une plus grande diversité d'espèces cultivées. Il adresse un ensemble de recommandations aux pouvoirs publics en matière de politique agricole, d'orientation de la recherche et d'appareil statistique.*

## Mots clés

Diversification des cultures, filière, coordination, verrouillage, transition, R&D, assolement, rendement, pois protéagineux, lin oléagineux, chanvre, légumineuses

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

1. Département Inra SAD (Sciences pour l'Action et le Développement), 78850 Thiverval-Grignon, France.

2. UMR1048 Inra-AgroParisTech SAD-APT (Sciences pour l'Action et le Développement - Activités, Produits, Territoires), 78850 Thiverval-Grignon, France.

3. UAR1240 Inra EcolInnov (Impacts écologiques des innovations en production végétale), 78850 Thiverval-Grignon, France.

4. UR0045 Inra-LRDE (Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage), Quartier Grossetti 20250 Corte, France.

5. UMR1248 Inra-INPT AGIR (Agrosystèmes, agricultures, Gestion des ressources, Innovations & Ruralités), chemin de Borde-Rouge, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, France.

## Introduction

Depuis une cinquantaine d'années, l'agriculture française connaît un mouvement continu et profond de spécialisation : spécialisation des exploitations agricoles vers les productions animale ou végétale, avec un recul constant des fermes de polyculture-élevage ; spécialisation des territoires, avec une séparation géographique des zones de culture et d'élevage (Mignolet *et al.*, 2012). Les céréales comme le blé tendre, l'orge, le blé dur et le maïs occupent de nos jours environ 60 % des terres arables de l'hexagone. Dans beaucoup de fermes, le nombre d'espèces cultivées diminue, les rotations sont de plus en plus courtes et, avec l'accroissement concomitant de la taille des parcelles, les mosaïques paysagères voient leur hétérogénéité se réduire. Dans le Bassin parisien, par exemple, comme le montrent Schott *et al.* (2010), la région centrale se « céréalise », avec une augmentation des surfaces en blé tendre et en colza, particulièrement spectaculaire durant les décennies 1970 à 1990, alors que l'élevage se concentre à la périphérie (Normandie, Thiérache, Champagne humide, etc.), qui voit exploser dans la même période les surfaces en maïs fourrage. Les prairies permanentes et la luzerne diminuent partout, en relation avec la régression des systèmes mixtes et l'intensification de l'élevage. Les rotations courtes (colza-blé-orge, colza-blé-blé, colza-blé, etc.) sont de plus en plus fréquentes. Au niveau de la France entière, les monocultures (maïs, blé principalement) couvrent aujourd'hui 8 % des surfaces assolées (Fuzeau *et al.*, 2012). Sur 17 % des surfaces en blé tendre, le blé suit un autre blé, et dans certaines petites régions, cette proportion peut dépasser 30 %.

Les conséquences de cette spécialisation croissante des territoires, des exploitations et des rotations sont bien connues : tensions sur l'eau dans les régions où s'étendent les monocultures de maïs irrigué (Amigues *et al.*, 2006) ; augmentation de la consommation d'énergie fossile et des émissions de gaz à effet de serre liée à la quasi-disparition des légumineuses des assolements (Nemecek, 2008, Jeuffroy *et al.*, 2013, Pellerin *et al.*, 2013) ; accroissement de l'usage des pesticides lié à une plus grande difficulté à maîtriser adventives et parasites dans des rotations courtes et des assolements peu variés (Butault *et al.*, 2010, Schmitt *et al.*, 2010) ; réduction de la biodiversité liée à l'homogénéisation des habitats et à l'emploi fréquent de pesticides (Le Roux *et al.*, 2008 ; Vasseur *et al.*, 2013). Schott *et al.* (2010) montrent ainsi que, dans le Bassin parisien, les petites régions où la spécialisation est la plus poussée sont aussi celles où les agriculteurs emploient le plus d'herbicides sur colza (effet du retour fréquent de la culture sur les mêmes parcelles, induisant une difficulté à contrôler géranium et crucifères), et le plus d'insecticides (effet des ressources trophiques abondantes sur l'accroissement des populations de phytophages spécialisés). Enfin, il est maintenant acquis que le raccourcissement des rotations participe également au plafonnement des rendements des grandes cultures (Jeuffroy *et al.*, 2012 ; Benett, 2012 ; Pinochet et Noël, 2012).

Une re-diversification des cultures, au niveau des parcelles comme des territoires, apparaît donc comme un levier majeur pour « produire autrement », afin d'accroître la durabilité des systèmes de production agricoles, en favorisant la réduction des intrants (eau, pesticides, engrais azoté), l'accroissement de l'hétérogénéité des mosaïques d'habitats ou la réduction des pertes de rendement liées aux retours trop fréquents des mêmes espèces. Or, la spécialisation est une tendance lourde, un processus ancien et bien installé, favorisé aussi bien par les marchés (par exemple, les prix relativement élevés du blé et du colza par rapport à d'autres productions) que par les politiques publiques passées (soutien des prix des céréales, ouverture du débouché biocarburants) (Chatellier et Dupraz, 2012, Pouch, 2014). Les économies d'agglomération ont favorisé et favorisent encore la spécialisation régionale (Chatellier et Gagné, 2012), de même que l'accroissement des échanges internationaux induit une spécialisation de chaque région du monde sur les productions pour lesquelles elle a un avantage comparatif.

Pour autant, la poursuite de ce mouvement de spécialisation est-elle inéluctable ? Peut-on susciter une inversion de tendance, une re-diversification ? Pour alimenter leur réflexion sur cette question, les ministères en charge de l'Agriculture et de l'Écologie ont passé en 2011 commande à l'Inra d'une étude sur les freins et leviers à la diversification des cultures, visant à identifier « *les principaux freins à la diversification des espèces cultivées, au niveau des acteurs des filières agro-industrielles et des exploitants agricoles, et les leviers d'action mobilisables pour inciter ces acteurs à insérer, dans leur système productif, une plus grande diversité d'espèces cultivées* »<sup>1</sup>. L'enjeu est bien d'envisager la diversification dans le cadre d'un système agricole et agro-industriel compétitif. L'étude a associé économistes et agronomes, en vue d'analyser les dynamiques socio-économiques, les stratégies des agriculteurs et des industriels d'amont et d'aval, ainsi que les innovations agronomiques, technologiques ou organisationnelles qui conditionnent le développement de cultures de diversification. De fait, la question d'une diversification de la sole cultivée renvoie plus largement aux choix de structuration des filières agricoles et agro-industrielles, ainsi qu'aux modes d'alimentation et à la politique de qualité des produits.

Dans cet article, nous revenons sur les principaux résultats de cette étude (Meynard *et al.*, 2013, 2014). Après une présentation de son périmètre (1), les différents freins au développement des filières de diversification sont passés en revue (2), de façon à dégager des leviers de « déverrouillage » et proposer des pistes d'action (3).

## 1. Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée en deux étapes, l'une d'analyse transversale des freins à la diversification sur douze cultures et les filières associées, l'autre d'analyse poussée du fonctionnement du système productif de trois cas contrastés de cultures-filières, orientée vers l'identification des leviers à la diversification.

### 1.1. Panorama des freins au développement des cultures de diversification

Les douze cultures étudiées (dont la liste est donnée sur le tableau 1) ont été choisies sur la base de trois critères majeurs : espèces connues au plan agronomique et cultivables en France ; produits ayant un débouché, actuellement pourvu par des produits d'autres cultures ou par des importations ; surfaces cultivées suivant des dynamiques contrastées (en croissance, en recul ou fluctuantes) à des niveaux de surface variés (de 5 000 à plus de 100 000 ha en France - tableau 1). *A contrario*, ces espèces n'ont pas été choisies parce qu'elles nous paraissaient de meilleures candidates que d'autres sous le prisme de la diversification. Il n'entrait pas dans nos objectifs de définir quelles cultures de diversification l'agriculture française doit développer, ni de démontrer les vertus de telle espèce particulière.

---

1. Cette étude a été financée par les ministères en charge de l'Agriculture et de l'Écologie, et réalisée avec l'appui de la Délégation à l'expertise, la Prospective et les Études de l'Inra. Nous remercions les personnes interrogées pour leur disponibilité, et les membres du comité de pilotage (ministères, ACTA, APCA, Coop de France, FNCIVAM, FNE, Inra) pour leurs conseils avisés.

**Tableau 1 - Principales caractéristiques des douze cultures étudiées**

Culture	Débouché du produit	Surface 2011 (x 1 000 ha)	Tendance d'évolution des surfaces depuis 1995	Commentaires complémentaires
Pois protéagineux	Alimentation animale principalement	180	Fort recul (surfaces divisées par 7 entre 1994 et 2009). Remontée non durable en 2010 sous l'effet d'une prime	Progression lente mais régulière du débouché alimentation humaine
Féverole	Alimentation humaine et animale	90	Tendance à la croissance, avec fluctuations	Accroissement du débouché alimentation humaine, et récemment, du débouché aquaculture
Lupin	Alimentation animale et humaine	3	Fluctuante	Concentration du débouché alimentation humaine sur une filière
Pois chiche	Alimentation humaine	4,5	Relativement stable	Développement des exportations
Luzerne déshydratée	Alimentation animale	65	En recul	Frein lié au coût de la déshydratation
Lin textile	Industrie textile, isolation	54	Relativement stable	–
Lin oléagineux	Industrie chimique et alimentation animale	14	Fluctuante	Accroissement du débouché alimentation animale
Moutarde	Alimentation humaine	5	En croissance	Également utilisée en culture intermédiaire piège à nitrate
Sorgho	Alimentation animale	44	En recul	–
Chanvre	Papeterie, isolation, biomatériaux	6	En croissance jusqu'en 1997, puis fluctuante	–
Soja	Alimentation humaine principalement	42	En recul jusqu'en 2009, puis fluctuante	Reprise liée au développement du marché non-OGM
Tournesol	Alimentation (huilerie), animale (tourteau), biocarburant et industrie chimique	742	Fort recul en zone nord de la France <sup>2</sup>	Reprise de la demande d'huile oléique et des tourteaux depuis le début des années 2000

Source : auteurs

Nous avons identifié les freins au développement de ces douze cultures en nous appuyant sur deux sources complémentaires : 1) l'analyse de la bibliographie scientifique et technique portant sur ces cultures ; 2) des entretiens avec une trentaine d'experts du monde de l'agriculture, appartenant à des organismes variés (au moins trois experts par culture). La bibliographie scientifique sur la diversification reste très limitée. Les articles techniques sont plus nombreux, mais le plus souvent centrés sur une partie seulement de la

2. Culture de diversification étudiée seulement pour la zone nord.

filière (semences, production, ou transformation). C'est pourquoi l'appel à la vision globale des experts a été très utile, les articles<sup>3</sup> permettant de recouper les informations et analyses des experts. Signalons cependant que vu le nombre limité de sources mobilisées, aucune étude de cas ne prétend à l'exhaustivité : seul prend sens le panorama offert par les douze cas. Enfin, une étude bibliométrique des principales sources d'information nationales sur les techniques de production (presse agricole nationale 2009-2012 et sites internet des Instituts techniques<sup>4</sup>) a été réalisée, pour analyser la nature du conseil et le contenu des références diffusés vers les agriculteurs, concernant les effets des cultures de diversification sur les cultures suivantes.

## 1.2. Analyse approfondie de l'ensemble du processus productif pour trois cultures

Pour le lin oléagineux, le pois protéagineux et le chanvre, une étude plus approfondie, basée sur des entretiens avec l'ensemble des acteurs des filières, a été conduite. Ces trois cultures ont été choisies parmi les douze, pour le contraste entre les modes de coordination des acteurs de la filière :

- pour le pois à destination de l'alimentation animale, la coordination passe essentiellement par le marché ;
- pour le lin, une utilisation en alimentation animale se développe, sous une forme extrêmement structurée par des contrats pluriannuels ;
- enfin, le chanvre nous offre un cas intermédiaire entre marché et contrats.

L'objectif de cette étude approfondie est de comprendre l'influence de la structure organisationnelle des filières sur la dynamique d'évolution des surfaces des différentes cultures de diversification. L'analyse, conduite de l'aval à l'amont des filières, aborde l'ensemble du processus productif (agro-industriel et agricole), les coordinations entre les acteurs (contrats, spécifications, prix et structure des marchés) et leur capacité à générer suffisamment d'incitations pour que la culture et ses produits soient adoptés par les différents acteurs. Dans ce but, les données recueillies sur ces 3 cas lors du panorama ont été complétées par des enquêtes semi-directives auprès d'agriculteurs et d'acteurs de la filière dans des régions où celle-ci est représentée (tableau 2). Nous avons questionné les agriculteurs sur l'évolution de leurs assolements, les raisons pour lesquelles ils ont adopté, puis conservé ou abandonné des cultures de diversification, les contraintes et difficultés qu'ils ont rencontrées, et leurs relations avec l'aval de la filière. Les firmes ont été interrogées sur les dimensions stratégique, logistique et économique de l'organisation de leurs activités touchant aux produits de la diversification, et sur leur coordination avec les autres acteurs.

---

3. Toutes les références ne sont pas citées dans ce texte. On se reportera au rapport de l'étude pour connaître l'ensemble des sources utilisées, ainsi que la liste des experts rencontrés (Meynard *et al.*, 2013).

4. Revues *Cultivar*, *La France Agricole*, *Perspectives Agricoles* et *Réussir - Grandes cultures* ; sites internet d'Arvalis - Institut du Végétal, du Cetiom, de l'Institut technique du Lin, de l'UNIP et de Coop de France Déshydratation. En tout, 180 articles de revue et 40 dossiers disponibles sur internet ont été analysés.

Tableau 2 - Les enquêtes réalisées dans le cadre des 3 études de cas approfondies

	Chanvre		Lin oléagineux		Pois protéagineux
	Poitou	Champagne	Bretagne	Centre	Centre
Région de France	Poitou	Champagne	Bretagne	Centre	Centre
Organismes de conseil et R&D	Chambre d'agriculture (CA)	CA	CA	CA	CA
Sélectionneurs	1 (le seul)		1		1
Agriculteurs	6	7	5	6	6
Organisme de collecte (coopératives)	1 coop	1 coop	1 coop	1 coop	1 coop
Transformateur	Isolation	Papeterie	Alimentation du bétail		Alimentation du bétail

Source : auteurs

## 2. Les freins au développement des filières de diversification

Les freins à la diversification ont été identifiés de l'amont à l'aval des filières à partir des douze cas. Nous aborderons successivement : 1) les secteurs des semences et de l'agrofourniture, où sont conçues et évaluées des innovations diffusées vers les producteurs ; 2) la production agricole, c'est-à-dire les exploitations qui sont susceptibles d'introduire les espèces de diversification dans leurs assolements et rotations ; 3) le secteur de la collecte et du stockage des récoltes (opérateurs privés et coopératives) qui, en assurant le flux des matières premières à la fois dans l'espace (organisation géographique de la collecte et du stockage) et dans le temps (planification des transferts depuis l'amont vers l'aval, stabilisation et homogénéisation des lots), joue un rôle majeur dans la structuration de l'offre et sa capacité à répondre aux demandes de l'aval, et dans les choix d'assolement des agriculteurs ; 4) les secteurs de la transformation et de la distribution, qui jouent un rôle clé dans la structuration de la filière et dans l'accès au marché (aux consommateurs).

### 2.1. L'amont de la production : semences et phytosanitaires

D'une manière générale, les cultures qui couvrent de faibles surfaces constituent de petits marchés, tant pour les sélectionneurs que pour l'industrie phytosanitaire, ce qui justifie de leur part un investissement beaucoup moins important que sur les espèces majeures. La logique des « rendements croissants à l'adoption » prime dans leurs choix d'investissements.

***Le progrès génétique est donc moins rapide sur les espèces de diversification*** que sur leurs concurrentes installées dans les assolements. On attribue en partie à ce phénomène le décrochage des rendements du pois par rapport au blé (Voisin *et al.*, 2014) ou

les difficultés de décollage du lupin ou du pois chiche. Pour ce dernier, par exemple, les variétés disponibles en France sont insuffisamment résistantes à l'antracnose. Du fait du désinvestissement de l'Inra de la sélection des espèces mineures (de plus de cent espèces sélectionnées en 1975 à moins de dix en 2005, selon Bonneuil et Thomas, 2009), la recherche publique ne contrebalance plus la concentration de la sélection privée sur les espèces dominantes.

Cependant, certains acteurs régionaux, ayant inscrit la diversification dans leur stratégie de développement, ont choisi de développer des activités de sélection. Ainsi les coopératives Arterris sur le pois chiche, ou Terrena (par sa filiale Jouffray-Drillaud) sur le lupin. Pour réactiver la sélection d'espèces orphelines, des consortiums entre acteurs publics et privés se sont créés. Ainsi pour la moutarde, la sélection de variétés condiment pour une filière de niche en Bourgogne, est réalisée à AgroSup Dijon (école d'ingénieurs du secteur public) avec l'appui du Cetiom et du fabricant de moutarde Maille. Elle est aujourd'hui soutenue par le débouché des cultures intermédiaires « pièges à nitrates » (CIPAN), plus récent et qui concerne une aire et un marché beaucoup plus étendus. De même, le développement de la sélection du lin oléagineux repose sur un partenariat entre l'Inra et le GIE LINEA, dont les variétés (inscrites en co-obtention) représentent aujourd'hui 90 % du marché des semences de lin d'hiver. Cependant, pour des cultures destinées à des filières qui ne sont pas encore stabilisées, la fixation des objectifs de sélection peut être complexe. Il en est ainsi du chanvre, pour lequel la diversité des débouchés, pour les fibres et les graines, multiplie les critères de sélection (teneur en fibre, qualité de la fibre, teneur en huile, rendement) sur lesquels l'interprofession semble avoir des difficultés à définir des priorités.

Pour la plupart des cultures de diversification, ***peu de produits phytosanitaires sont homologués***. La procédure d'homologation est relativement lourde et donc coûteuse, ce qui dissuade les entreprises phytosanitaires d'investir sur des cultures mineures, où les possibilités d'amortissement de tels coûts sont limitées. Par exemple, sur le pois chiche, un seul herbicide est actuellement autorisé, et aucun produit efficace n'est disponible contre l'antracnose. Aucun herbicide n'a été homologué sur lupin, alors qu'il existe des produits efficaces (homologués sur céréales). Ainsi, paradoxalement, alors que la diversification serait utile pour réduire l'usage des produits phytosanitaires, un frein à celle-ci est le manque de produits utilisables sur les cultures de diversification !

## 2.2. La production agricole

Au niveau des exploitations agricoles, la diversification bute sur des contraintes liées au milieu (sols ou climat peu adaptés à certaines cultures), à l'absence de ressources en eau d'irrigation, au travail (si la culture de diversification nécessite du travail pendant une période déjà saturée) ou de matériel (équipement non disponible dans l'exploitation ou chez un prestataire proche). Nous ne nous étendons pas sur ces freins, qui diffèrent d'une petite région à une autre, voire d'une exploitation à l'autre, qui peuvent empêcher sans remède l'adoption de telle ou telle culture, mais ne constituent pas des explications générales aux difficultés de la diversification. Dans une exploitation donnée, si l'agriculteur veut diversifier son assolement, il trouvera toujours (ou presque) une ou plusieurs cultures compatibles avec ses sols, son climat, son calendrier de travail et l'équipement mobilisable. Il nous faut donc chercher ailleurs les freins génériques à la diversification. Les enquêtes ont permis d'en identifier deux : la difficulté des apprentissages, et le manque de références technico-économiques sur les bénéfices de l'insertion de ces cultures dans les successions.

Quand un agriculteur introduit une nouvelle culture, il faut d'abord qu'il apprenne à la cultiver. Par exemple, l'implantation du lupin ou du lin requiert un travail du sol particulier. La récolte est, pour beaucoup de cultures, l'opération la plus délicate. Il en est ainsi du pois protéagineux, difficile à moissonner quand les plantes sont couchées, ce qui arrive encore malgré les améliorations variétales dans la tenue de tige. De même, la double récolte des graines et des pailles du lin oléagineux et du chanvre est complexe à maîtriser. Ces particularités techniques sont des sources d'appréhension pour les agriculteurs, qui peuvent freiner l'adoption de ces cultures, mais elles ne sont plus problématiques une fois la phase d'apprentissage franchie.

Cependant, cette **phase d'apprentissage** nécessite du temps, souvent plusieurs campagnes, pendant lesquelles les risques de remise en question de la nouvelle culture sont élevés (Meynard, 2010). Il n'est pas rare en effet que celle-ci obtienne, dans les premières années, un rendement très inférieur aux attentes de l'agriculteur. S'il peut en identifier la cause, celui-ci ne va pas forcément condamner la nouvelle culture : il peut tenter d'adapter son itinéraire technique l'année suivante pour limiter les risques de récurrence. Mais, comme les espèces de diversification sont mal connues des techniciens eux-mêmes, la faible performance reste souvent inexpiquée. Ce manque de clarté sur l'origine des fluctuations du rendement constitue sans équivoque un frein au développement des cultures mineures. Les enquêtes auprès des agriculteurs montrent qu'une culture récemment introduite ne supporte pas plus d'un ou deux échecs non expliqués. Le rejet qui les suit peut ensuite durer plusieurs années.

Si, d'un point de vue général, les intérêts agronomiques de la diversification ont maintes fois été démontrés, **les références précises sur ce que l'on peut attendre, dans une région donnée, de l'introduction d'une culture donnée** dans une rotation donnée sont, au dire des agriculteurs enquêtés, trop rares (confirmé par Duc *et al.*, 2010, pour les protéagineux). Ceux-ci soulignent que les conseils qui leur sont délivrés, sur les cultures de diversification, par les coopératives ou les chambres d'agriculture, ne concernent souvent que la conduite de celle-ci, et rarement l'adaptation de la conduite de la culture suivante. Les organismes de comptabilité agricole (CER et privés), ajoutent-ils, font des calculs de marge par culture, rarement par couple de cultures successives ou par rotation. Les CER des régions concernées, interrogés sur ce point, confirment, en indiquant que les données de comptabilité annuelle ne permettent pas de faire de tels calculs pluriannuels. Ainsi, alors que la fluctuation des prix pousse à des raisonnements d'assolement court-termistes, les agriculteurs et leurs prescripteurs tendent ainsi à perdre de vue l'intérêt d'un raisonnement au niveau des rotations, qui serait favorable à la diversification.

L'analyse bibliométrique de la presse technique permet de préciser les résultats des enquêtes. Sur les 220 documents analysés, traitant des cultures de diversification, 100 abordent leurs effets sur la culture suivante, dits « effets précédent ». Ceux-ci concernent le plus souvent la maîtrise des bio-agresseurs (dans 40 % des références) et la fertilisation azotée du suivant (37 %), et moins fréquemment la structure du sol (23 %). Cependant, ces effets ne sont pas toujours quantifiés : si la réduction de fertilisation azotée permise par un précédent « légumineuse » est le plus souvent précisée, la réduction d'utilisation d'herbicides permise par l'allongement de la rotation l'est rarement. L'intérêt économique des cultures de diversification à l'échelle de la rotation n'est quantifié que dans 17 références, portant essentiellement sur le pois, la luzerne et le lin oléagineux. Il est frappant que dans ces dix-sept documents, la diversification apparaisse généralement comme économiquement intéressante, par rapport à des rotations simplifiées courantes, alors que dans les documents (au nombre de vingt) où les résultats économiques sont comparés au niveau annuel (marge de la culture de diversification comparée à celle d'une culture dominante, généralement le blé), la diversification n'apparaît intéressante que dans un quart des cas.

L'Unip a par exemple montré que l'introduction du pois protéagineux dans les successions céréalières courtes permettait d'améliorer la rentabilité à l'échelle de la rotation, malgré la plus faible marge brute annuelle du pois (Schneider *et al.*, 2010 ; Carrouée *et al.*, 2012). Cette amélioration, due à l'augmentation du rendement du blé suivant (par rapport à un blé sur blé), pourrait être encore plus forte si les agriculteurs ajustaient leurs niveaux d'intrants, et notamment la fertilisation azotée, conformément aux recommandations techniques disponibles. Ne pas disposer de références équivalentes pour l'ensemble des cultures de diversification, dans les différentes zones agro-climatiques, constitue à n'en pas douter un frein à la diversification.

### **2.3. La collecte et le stockage des produits agricoles**

La majorité des collecteurs de produits de grande culture ont adopté des stratégies fondées sur des économies d'échelle, qui génèrent divers freins au développement des cultures de diversification, liés notamment à la faiblesse des collectes et à leurs coûts logistiques. En effet, commercialiser des volumes importants pour un petit nombre d'espèces confère un plus grand pouvoir de marché que commercialiser des volumes faibles pour un grand nombre d'espèces – ce qui oriente les collecteurs vers une forte spécialisation. Ainsi, par exemple, la collecte du groupe Dijon Céréales, qui regroupe douze coopératives, est (en 2012) principalement tournée vers les céréales (80 %) et le colza (10 %). De plus, des opérateurs économiques, comme l'union de coopératives InVivo, ont organisé de véritables services pour l'analyse des marchés, à destination des coopératives. Ces services concernent principalement les marchés des cultures dominantes, sur lesquelles la France s'est spécialisée. Les cultures de diversification ne bénéficient pas de tels réseaux et compétences.

Au niveau de la collecte, les stratégies de diminution des coûts de logistique, qui vont de pair avec les stratégies d'économie d'échelle, placent là encore les cultures de diversification en situation de concurrence défavorable, par rapport aux cultures dominantes. Il existe plusieurs freins « logistiques » au développement des cultures de diversification.

#### **2.3.1. Les difficultés de la collecte de récoltes éparses sur le territoire**

En dehors d'initiatives localisées de groupements d'agriculteurs (pois chiche, chanvre dans certaines régions), les cultures de diversification sont en général géographiquement dispersées au sein des bassins de collecte. Ainsi, dans le bassin de production de chanvre du Sud-Ouest, certains producteurs de pailles sont situés à plusieurs dizaines de kilomètres de l'usine de défibrage. Les distances importantes entre parcelles induisent des coûts logistiques élevés par rapport au tonnage collecté. Lorsque les organismes de collecte-stockage mettent en place une stratégie spécifique de diversification, ils tentent de pallier, moyennant des coûts supplémentaires, ces difficultés logistiques. Une option consiste à inciter, à travers une prime à la tonne, les agriculteurs à livrer eux-mêmes leur production au silo (stratégie mise en œuvre par la coopérative Vegam sur le lin oléagineux). Une autre option consiste à tenter de regrouper géographiquement la production, en mobilisant des agriculteurs dont les exploitations sont relativement proches d'un silo dédié (stratégie développée par la Cavac pour la paille de chanvre).

#### **2.3.2. La concurrence des productions dans l'organisation du travail et la disponibilité des silos**

La période de récolte des cultures de diversification chevauche parfois celle des cultures dominantes, ce qui peut s'avérer problématique, au niveau non seulement de l'organisation du travail sur l'exploitation agricole mais aussi de la collecte. Ainsi dans le Sud-Ouest,

le sorgho se récolte à peu près en même temps que le maïs, qui est en général prioritaire pour l'allocation des ressources de transport et de stockage. La disponibilité en silos est souvent mentionnée comme un frein majeur au développement des cultures de diversification. En effet, la spécialisation des systèmes agricoles a conduit à investir dans des silos de grande taille, qui ne peuvent être rentabilisés avec de faibles volumes. Vouloir libérer les silos pour les cultures dominantes, prioritaires, peut conduire les organismes de collecte à « se débarrasser » rapidement des petits lots issus de cultures mineures, qui ne seront alors pas vendus au meilleur prix... Les problèmes de logistique semblent également à l'origine de mélanges de lots de qualité différente, stockés par commodité dans un même silo : mélange d'espèces de protéagineux, mélange de variétés de féveroles sélectionnées pour l'absence de facteurs antinutritionnels (FAN) avec des féveroles standards. De tels mélanges rendent difficile toute démarche de qualité pour ces productions.

## 2.4. La transformation industrielle et la distribution

Agriculteurs et coopératives structurent de plus en plus leurs offres en fonction des exigences de l'aval des filières. Le secteur de la distribution, en mettant les industriels en concurrence, incite ces acteurs à minimiser les coûts d'achat de matières premières et à standardiser leurs processus de transformation. Parmi les douze cultures étudiées, la moitié sont ou peuvent être utilisées pour la fabrication d'aliments du bétail, qui constituera le support principal de l'analyse dans cette section.

La formulation, procédé visant à la conception d'une recette alimentaire et/ou d'aliments composés, suit une logique reposant sur la substituabilité des matières premières agricoles par rapport à leur composition nutritionnelle, notamment la valeur énergétique et leur teneur en protéine (« nutriments anonymes »). Cette logique met donc directement en concurrence les différentes matières premières. Ainsi, les protéagineux sont confrontés à la concurrence très sévère du couple tourteau de soja – blé, particulièrement en production de porcs et de volailles, où le pois, par exemple, serait pourtant utilisable en grande quantité<sup>5</sup>. À cette concurrence déjà difficile pour les protéagineux, s'ajoute celle des coproduits de l'industrie des agro-carburants, tourteau de colza et drèches de blé notamment. En définitive, une matière première est incorporée dans un aliment composé si son prix d'achat est inférieur ou égal au « prix d'intérêt », qui est le prix maximal à payer pour l'optimisation de la formulation. Cependant, le prix d'intérêt d'une matière première dépend non seulement des cours des matières premières, mais également de son accessibilité, c'est-à-dire des coûts liés à son acheminement et de la régularité de l'approvisionnement. Une offre limitée en volume, dispersée sur le territoire et/ou éloignée des utilisateurs<sup>6</sup>, pénalise les espèces de diversification. Pour les industriels, il est souvent plus intéressant de s'approvisionner sur le marché international, en matières premières toujours disponibles dans les silos européens, avec des compositions constantes et à des coûts réduits par des stratégies de volumes, que de tenter de mettre en place des approvisionnements locaux. L'incertitude sur l'approvisionnement des usines aurait ainsi freiné l'initiative de la coopérative Terrena pour monter une filière lupin dédiée à l'alimentation des ovins, et celle du Pôle de Compétitivité « Céréales Vallée » pour développer du triticales destiné aux élevages sous label « Volailles d'Auvergne ».

5. Si le lupin est potentiellement l'espèce pouvant le mieux concurrencer le tourteau de soja grâce à sa haute teneur en protéines (40 %), son utilisation est freinée par des verrous technologiques (digestibilité par les monogastriques), ainsi que par l'absence d'engagement des acteurs sur cette culture.

6. « Le porc est en Bretagne, le pois n'y est pas », rappelle l'un des experts interrogés.

Dans ce contexte de marché des matières premières fortement concurrentiel, on peut imaginer que les **signes de qualité** favorisent une segmentation favorable aux cultures de diversification. Ainsi, l'étiquetage des produits non-OGM a permis à plusieurs filières de diversifier leur offre. De telles stratégies de différenciation ont un temps été vues comme un moyen de réouvrir le marché de l'alimentation animale aux protéagineux d'origine communautaire. Mais finalement les acteurs se sont orientés vers la mise en place à l'étranger de filières d'approvisionnement tracées : la valeur ajoutée dégagée par la vente de produits « non-OGM » a permis de financer la traçabilité d'un approvisionnement en tourteau de soja non-OGM venu du Brésil, plutôt que de remonter des filières de production de protéagineux en France. D'une manière générale, pour devenir des leviers du développement de cultures de diversification, les cahiers des charges sont parfois insuffisamment restrictifs (cahiers des charges privés interdisant seulement certaines matières premières, par exemple celles issues d'organismes génétiquement modifiés), où à l'inverse trop restrictifs. Ainsi, la production de poulets Label Rouge exigeait, il y a encore peu de temps, une alimentation composée à 70 % de céréales, ce qui laissait peu de place à l'aliment protéique, et favorisait donc les matières premières à forte concentration protéique, comme le tourteau de soja. Si la réglementation du label a récemment évolué pour imposer 5 % de protéagineux dans les rations, les industriels semblent avoir aujourd'hui des difficultés à s'approvisionner en protéagineux pour satisfaire cette règle. Un autre exemple est l'exigence qualité du Label jaune portant sur la couleur des jaunes d'œuf : une alimentation à base de sorgho ne permettant pas d'obtenir la pigmentation requise sans recours à des pigments de synthèse, l'alimentation au maïs est privilégiée par les formulateurs de cette filière.

Dans ce contexte globalement défavorable, l'approvisionnement des industriels de l'alimentation animale en matières premières issues de cultures de diversification repose donc davantage sur des opportunités de marché (un volume de pois en déstockage dans un silo) que sur une stratégie d'approvisionnement sur le long terme. Cependant, certaines voient malgré tout leur usage se développer, grâce à des qualités spécifiques, mises en avant dans les filières qui les valorisent. Par exemple, les propriétés nutritionnelles particulières des graines de lin oléagineux, notamment le rapport « oméga 3/oméga 6 » de leurs lipides, ont incité des acteurs à monter une filière de produits alimentaires (œufs, lait, viande, etc.) riches en oméga 3, basée sur une alimentation des animaux domestiques à base de lin : la filière Bleu-Blanc-Cœur (BBC). Pour favoriser leur digestibilité par les animaux, les graines de lin subissent un traitement de cuisson-extrusion<sup>7</sup>. Le coût relativement élevé de ce traitement rend difficile sa valorisation pour des débouchés classiques en alimentation animale ; cette valorisation est plus facile dans une filière de qualité type Bleu-Blanc-Cœur, grâce à la valeur ajoutée tirée de la vente des produits. Le lin oléagineux, à la différence du pois protéagineux, devient de la sorte une matière première particulière, valorisée par un débouché spécifique. L'industriel Valorex, inscrit dans une filière qualité tracée, cherche à s'affranchir de la production non tracée disponible sur le marché mondial et à sécuriser un approvisionnement local en lin oléagineux en développant une stratégie de contractualisation vers l'amont pour inciter les agriculteurs à cultiver du lin. La participation des liniculteurs à la définition du cahier des charges a certainement été un facteur de réussite de cette contractualisation : devant les difficultés rencontrées par les producteurs pour satisfaire les contraintes imposées (sur la teneur en acides gras oméga 3 notamment) ce cahier des charges a dû être renégocié plusieurs fois, avec l'appui d'institutions publiques (DRAAF), parapubliques (Chambres d'agriculture) et privées (organismes de sélection, négociants).

---

7. Le procédé de cuisson-extrusion vise l'amélioration de la digestibilité des constituants des graines oléagineuses, notamment les lipides, et d'inactivation des facteurs anti-nutritionnels. Il fait appel à des actions mécaniques et thermiques multiples, de maturation (produit soumis à une température pendant un temps donné dans un maturateur) et d'extrusion (produit soumis à des contraintes physiques et thermiques lors du passage dans un extrudeur) (Chesneau *et al.*, 2009).

Ainsi, la reconnaissance, par le marché et le consommateur, d'une qualité particulière de leurs produits, générant un supplément de valeur ajoutée, apparaît indispensable pour le développement des cultures de diversification. Les douze cas étudiés en offrent d'autres exemples au-delà de l'alimentation du bétail. En Bourgogne, les industriels de la moutarde sont parvenus, en travaillant avec des coopératives, et en profitant de l'essor des variétés utilisées comme CIPAN, à créer un approvisionnement local en graines de moutarde. Celui-ci contribue à l'image de spécialité régionale de la moutarde de Dijon, bien qu'il reste marginal par rapport aux importations. *A contrario*, dans le secteur du bâtiment, les panneaux d'isolation de chanvre ou de lin fibre, dont les coûts de production sont relativement élevés, percent difficilement dans un marché dominé par les panneaux de laine de verre. En effet, les normes dont s'est dotée la filière n'évaluent la qualité du produit que sur la base de son pouvoir isolant. L'absence d'affichage clair, à destination du consommateur, des externalités environnementales positives des panneaux de chanvre par rapport à la laine de verre (au niveau du recyclage en particulier), est défavorable au développement de la culture du chanvre.

## 2.5. La coordination des acteurs, de l'aval à l'amont

En définitive, l'analyse des douze cas, appuyée par l'étude approfondie de trois cas types, conduit à mettre en évidence trois grands modes de coordination entre les acteurs d'une filière. Cette diversité des modes de coordination reflète la complexité des relations entre le sous-système d'information et le sous-système opérant d'une filière de production (Ménard, 2012).

- **Organisations de type marché spot** : la plupart des filières de l'alimentation animale dans lesquelles sont valorisées les espèces de diversification (à l'exception du lin) relèvent de ce type d'organisation. Ces filières sont caractérisées 1) par une concurrence forte entre des matières premières aisément substituables dans les pratiques de formulation qui visent une standardisation des débouchés ; 2) par une faiblesse des liens de coordination entre l'amont et l'aval, que ce soit en termes de mode de transaction (peu de contrats) ou d'échange d'information (connaissances, références techniques, etc.). Les freins au développement du pois, de la féverole, du lupin et du sorgho trouvent ainsi leur origine dans ce mode d'organisation du marché, qui les met en concurrence avec les matières premières dominantes (tourteau de soja, blé, maïs, tourteau de colza), déjà installées sur les marchés. Il en résulte que les incitations à insérer ces cultures dans les assolements sont difficilement efficaces.
- **Organisations contractualisées** : ces filières sont caractérisées par une coordination verticale forte, à travers la mise en place de contrats de production et de cahiers des charges pour le développement d'une production tracée, souvent fondée sur une recherche de qualité spécifique de la matière première. Pour s'assurer un approvisionnement régulier, les industriels contractualisent avec les organismes de collecte, qui à leur tour contractualisent avec les agriculteurs. Ces derniers sont donc incités à intégrer ces cultures dans leurs rotations par les acteurs de l'aval (industriels ou coopératives), par des contrats de production dont les prix sont indexés sur les cultures dominantes dans l'assolement, mais également par un dispositif d'accompagnement et de formation. Le risque est partagé entre l'agriculteur et les autres structures de la filière. On retrouve ce mode d'organisation dans les cas du lin oléagineux pour la filière BBC en alimentation animale et de plusieurs filières en alimentation humaine (moutarde-condiment, féverole à destination du marché égyptien,

lupin, pois chiche). Ces filières sont également structurées par des réseaux d'acteurs rassemblant les différents maillons de la filière, qui facilitent les échanges d'information entre les différents opérateurs, mais également entre les opérateurs et les structures de Recherche & Développement.

- **Organisations « hybrides » (ou partiellement contractualisées)** : ces filières présentent généralement une intégration verticale relativement forte en amont (contrats de production entre les organismes de collecte stockage et les agriculteurs), mais les produits en aval sont soumis à une concurrence importante sur un marché plus indifférencié face à d'autres produits ayant des propriétés similaires (par exemple, les panneaux de chanvre sont concurrencés par la laine de verre, les vêtements en lin par ceux en coton, les bouchons de luzerne par les tourteaux de soja...). Les industriels, qui sont souvent structurellement liés à des coopératives cherchant à diversifier leurs débouchés, recherchent spécifiquement à s'approvisionner en une matière première et souhaitent donc inciter les agriculteurs à intégrer ces cultures dans leurs assolements. Mais la concurrence rencontrée en aval ne leur permet pas de dégager suffisamment de valeur ajoutée pour financer ces incitations et étendre ainsi leur bassin d'approvisionnement. Cette difficulté tient, en partie au moins, à l'insuffisante perception, par les consommateurs, de la différenciation des produits.

**L'insuffisance de coordination entre les acteurs, de l'aval à l'amont, apparaît donc comme une cause majeure de l'échec de construction de filières de diversification.** Les organisations de type « spot », marquées par des difficultés de circulation verticale de l'information et des incitations, sont peu favorables à la diversification. À l'inverse, les dynamiques de diversification qui réussissent sont liées à des organisations contractualisées, souvent initiées au niveau local, où les coordinations fortes sont plus faciles à construire. Parfois la filière reste limitée à l'échelle du bassin de production local (pois chiche, moutarde), parfois elle s'étend à d'autres régions (lin, chanvre). Dans les cas analysés, les coopératives ont souvent joué un rôle important dans la construction de ces coordinations, grâce à la qualité de leurs réseaux avec l'aval des filières et à leur relation privilégiée avec les agriculteurs, qui sont leurs sociétaires.

## 2.6. Un verrouillage technologique autour des grandes espèces

On peut résumer ce panorama des freins à la diversification des cultures en disant que les « petites espèces » ont d'autant moins de chances de se développer que tous les acteurs (ou presque) ont organisé leur stratégie autour des « grandes espèces ». Ils ont de très bonnes raisons de l'avoir fait : pour optimiser leur organisation ou leur logistique, pour répondre à la demande ou à l'offre de leurs partenaires économiques, pour réaliser des économies d'échelle ou pour réduire des coûts de transaction, etc. C'est tout un ensemble de mécanismes d'auto-renforcement interconnectés qui confortent la position des espèces dominantes :

- ces espèces sont bien connues, tant au plan agronomique que technologique ;
- des semences améliorées, des intrants spécifiques et du matériel pour les récolter sont proposés par les acteurs d'amont ;
- leur production est disponible pour les transformateurs intéressés, et conforme aux normes reconnues par les filières et les consommateurs (puisque ces normes ont été définies en fonction de leurs caractéristiques) ;
- les acteurs de leurs filières se connaissent bien et ont l'habitude de travailler ensemble.

*A contrario*, les espèces de diversification sont peu étudiées, peu sélectionnées, peu disponibles sur les marchés, leurs produits sont mal adaptés aux process industriels, pas toujours conformes aux normes dominantes, et les acteurs qui pourraient constituer des filières autour d'elles se connaissent mal. Tous ces mécanismes d'auto-renforcement sont interdépendants, systémiques : c'est tout le régime sociotechnique agricole qui est organisé autour des grandes espèces.

Le concept de « verrouillage technologique » (David, 1985) désigne de telles situations où une technologie (ici la spécialisation des systèmes de production sur les « grandes espèces ») est devenue un tel standard pour la société qu'il semble difficile d'en changer, même s'il existe d'autres technologies (ici la diversification) qui répondraient mieux aux attentes sociétales. Le concept de verrouillage a été développé dans la littérature scientifique sur des cas d'étude extérieurs à l'agriculture (secteurs de l'énergie, des transports), mais, depuis quelques années, différentes situations de verrouillage ont été décrites en agriculture, à l'étranger aussi bien qu'en France, pour comprendre les freins au changement des pratiques agricoles, notamment en vue de réduire l'usage des produits phytosanitaires (Cowan et Gunby, 1996 ; Vanloqueren et Baret, 2009 ; Labarthe, 2010 ; Meynard, 2010 ; Lamine, 2011 ; Fares *et al.*, 2012).

Le verrouillage d'un régime sociotechnique conduit à un tri entre les innovations : celles qui sont totalement compatibles avec la technologie standard peuvent se développer, alors que celles qui remettent en cause soit cette technologie, soit les relations entre acteurs telles qu'elles se sont organisées autour du standard, ont beaucoup moins de chances de se développer (processus de dépendance au chemin, *path dependence*), même si les acteurs reconnaissent leur intérêt. Comme le souligne Arthur (1994) « **une technologie n'est pas choisie parce qu'elle est la meilleure, elle devient la meilleure parce qu'elle a été choisie** ». L'identification des leviers pour un « déverrouillage », c'est-à-dire une évolution du régime standard qui le rendra perméable à des innovations radicales intéressantes pour la société, nécessite de porter l'analyse au niveau du régime sociotechnique, c'est-à-dire des relations entre normes, procédures, réseaux d'acteurs, institutions et infrastructures qui gouvernent les choix technologiques.

### 3. Les leviers pour un déverrouillage. Recommandations aux pouvoirs publics

Un régime sociotechnique, même verrouillé, n'est généralement pas totalement homogène. Des niches d'innovation peuvent apparaître, créant un espace partiellement isolé du fonctionnement normal du régime, et notamment des processus qui sélectionnent les marchés et les innovations technologiques. Fonctionnant avec des normes et des règles institutionnelles différentes, les niches permettent des apprentissages et la construction de réseaux économiques capables de supporter des innovations radicales (Schot, 1998), comme les filières de diversification et les innovations agronomiques, technologiques et organisationnelles qui leur sont associées.

Pour constituer des ressources lors d'un déverrouillage, ces niches doivent se structurer afin de dépasser les effets d'autorenforcement du régime sociotechnique standard. Rip & Kemp (1998) et Geels (2002) proposent un modèle explicatif du processus de déverrouillage, organisé selon trois niveaux. Le « paysage sociotechnique » représente le niveau supérieur constitué par les institutions, les normes sociales, politiques et culturelles qui guident le « régime sociotechnique standard ». Celui-ci représente le niveau intermédiaire, où se produisent les interactions entre le paysage et les acteurs. Ces interactions génèrent les règles et procédures de régulation du régime sociotechnique dominant. Les « niches d'innovation » représentent le niveau inférieur où se créent et s'organisent les innovations radicales, le régime sociotechnique standard produisant, quant à lui, surtout des innovations incrémentales, améliorant la trajectoire technologique initialement choisie. L'isolement des niches permet ainsi une maturation des innovations radicales et, sous certaines conditions, leur diffusion. La théorie multiniveaux des transitions sociotechniques (Geels 2002, 2005) nous indique que les pouvoirs publics peuvent favoriser un déverrouillage, en conduisant des actions coordonnées portant à la fois sur :

- un changement du paysage, pour que celui-ci exerce une pression sur le régime standard, et le déstabilise. En d'autres termes, les pouvoirs publics peuvent changer les règles du jeu, en faisant évoluer institutions et normes réglementaires ;
- une consolidation des niches d'innovation, pour que celles-ci soient en mesure d'alimenter la construction d'un nouveau régime sociotechnique ou, plus précisément de s'hybrider avec l'ancien régime pour le transformer dans le sens souhaité.

Nous nous sommes appuyés sur ces éléments pour identifier les leviers susceptibles d'être mobilisés par les pouvoirs publics, en coordination avec les acteurs économiques, pour favoriser la diversification des cultures.

Une première conclusion s'impose : le verrouillage étant systémique, tout chemin vers la diversification reposera nécessairement sur la mobilisation simultanée et organisée de nombreux acteurs. Une telle conclusion renvoie à la nécessité d'une critique constructive des politiques publiques, généralement ciblées sur une seule catégorie d'acteurs. Ainsi, concernant les choix d'assolement des agriculteurs, les modèles sur lesquels se fondent les politiques agricoles reposent sur l'optimisation du revenu des agriculteurs eux-mêmes, les autres acteurs étant absents du modèle (alors que nous avons montré leur rôle décisif dans les choix d'assolement). Il est clair qu'une politique visant à la diversification qui ne contiendrait que des mesures adressées aux agriculteurs serait vouée à l'échec. La preuve en a été donnée en France en 2010-2011, quand les pouvoirs publics ont voulu développer les protéagineux, en proposant une prime aux agriculteurs. Cela a été efficace la première année (doublement des surfaces de protéagineux en 2010), mais les surfaces se sont ensuite à nouveau effondrées, parce que le reste de la filière n'a pas suivi. *A contrario*, à la fin des années 1970 et dans les années 1980, c'est une politique coordonnant garantie de prix élevés au niveau des producteurs, appui à la sélection et soutien aux fabricants d'aliments du bétail utilisant les protéagineux qui a abouti à l'expansion spectaculaire des surfaces en pois protéagineux (multiplication des surfaces par sept dans les années 1980). ***Dans la situation complexe décrite dans l'étude, et compte tenu des nombreuses interdépendances et sources de verrouillages qu'elle souligne, les séduisantes simplifications du type « un problème, une solution » ou « un objectif de politique publique, un instrument » n'ont plus cours.***

Nous proposons donc aux pouvoirs publics de mobiliser simultanément et de manière coordonnée deux grandes catégories de leviers :

- favoriser la construction et la consolidation de filières autour des cultures de diversification, ce qui suppose d'aider à structurer les débouchés en favorisant une meilleure coordination des acteurs, et à soutenir le développement d'innovations génétiques, agronomiques et technologiques adaptées ;
- inciter le régime standard à se déverrouiller, à ouvrir des fenêtres d'opportunité, à la faveur desquelles certaines filières de diversification pourront se développer et dépasser le statut de niche, ce qui peut nécessiter de nouvelles normes et réglementations.

### 3.1. Favoriser la construction et la consolidation de filières autour des cultures de diversification

Même si elle doit, pour s'initier, être soutenue par les pouvoirs publics, la diversification ne perdurera sur le long terme que si l'action des pouvoirs publics est relayée par les mécanismes du marché. Favoriser des filières de diversification, c'est donc d'abord promouvoir de nouveaux débouchés. Mais comme ces nouvelles filières vont rencontrer des filières installées, elles ne pourront se développer que s'il y a un supplément de valeur ajoutée qui compense les handicaps liés à leur taille modeste ou à leur émergence récente. Cela suppose que les produits issus des cultures de diversification se différencient des autres par des qualités reconnues par le marché : qualité nutritionnelle<sup>8</sup>, qualité technologique<sup>9</sup>, qualité environnementale<sup>10</sup>, etc.

***Les pouvoirs publics peuvent favoriser de telles filières en renforçant le dispositif des mentions valorisantes*** (au premier rang desquelles les signes officiels de qualité) permettant de mieux positionner auprès du consommateur final les produits issus des cultures de diversification, en mettant en avant leur qualité spécifique. Par exemple, la mise en place d'un signe de qualité « agriculture-santé » pour des produits à forte qualité nutritionnelle (tels que les produits animaux riches en oméga 3 ou les légumes secs) favoriserait certaines cultures de diversification. Cependant, cette différenciation peut entraîner des coûts de transaction (collecte, stockage, traçabilité, etc.) susceptibles de réduire son intérêt économique, tout particulièrement en présence d'une offre de cultures de diversification éclatée sur le territoire. La coordination des acteurs le long de la filière peut permettre de réduire ces coûts de transaction, notamment au travers de stratégies de massification de l'offre<sup>11</sup> de produits issus de la diversification.

Cette coordination des acteurs est fondamentale. Les contrats apparaissent comme un outil de coordination à privilégier, pour plus de lisibilité et de cohésion des choix productifs de l'amont à l'aval, et une meilleure transmission de la valeur ajoutée et des connaissances entre les acteurs. Pour un agriculteur, par exemple, l'adoption d'une nouvelle culture

8. Valorisée par Bleu-Blanc-Cœur dans le cas du lin.

9. Souvent associée à un nouveau process breveté (par exemple, thermo-extrusion des graines oléo-protéagineuses par l'industriel Valorex, fabrication de poudre de protéine de lupin par la coopérative Terrena, extraction de l'amidon de pois par l'industriel Roquette, etc.).

10. Lors de la production ou de l'usage du produit (par exemple, chanvre dans l'éco-bâtiment).

11. Certaines coopératives regroupent leur offre pour mieux commercialiser la production (cas de la féverole pour le marché export).

implique des investissements spécifiques (en matériels, mais aussi en formation et connaissances nouvelles afin de maîtriser les itinéraires techniques). Pour inciter les agriculteurs à faire ces choix, il est crucial de leur garantir, sur la durée, un débouché et un accompagnement technique. La contractualisation pluriannuelle permet, d'une manière générale, d'engager les différents maillons de la filière dans la pérennité du processus qui est mis en place (Hart & Holmstrom, 1987, Fares, 2006)<sup>12</sup>. Cependant, le développement de telles coordinations et dynamiques contractuelles suppose que les acteurs négocient des cahiers des charges, des modes de fonctionnement de la filière, et une répartition de la plus-value satisfaisante pour tous.

Comment aider des acteurs très divers, qui ne se connaissent pas forcément – sélectionneurs, coopératives, transformateurs, distributeurs, organismes de recherche, instituts techniques, Chambres d'agriculture, agriculteurs –, à coordonner leurs stratégies autour d'un projet de diversification ? ***Nous proposons que dans ce but les pouvoirs publics soutiennent la construction, au niveau local ou régional, de dispositifs de partenariat originaux*** s'inspirant des pôles de compétitivité ou des partenariats européens pour l'innovation (Commission européenne, 2012). De tels dispositifs, soutenus par des politiques publiques de long terme (dix ans avec évaluation à mi-parcours, par exemple), auraient pour vocation de favoriser la construction de réseaux d'acteurs, et de contribuer à l'incubation et à la validation des innovations technologiques, agronomiques et organisationnelles nécessaires à la compétitivité de la filière. De tels dispositifs, favorables à la fois au développement territorial et à l'environnement, pourraient être soutenus dans le cadre du second pilier de la PAC.

Enfin, la construction des filières de diversification suppose un investissement de Recherche & Développement. ***Il faudrait s'interroger, au niveau national et européen, sur l'équilibre des investissements en R&D, entre les espèces majeures et les espèces mineures.*** Les espèces mineures n'ont aucune chance de se développer si on investit proportionnellement à leur surface ou à leur poids économique, ce qui est la tendance actuelle. Un investissement des organismes de recherche et de développement nationaux, en coordination avec leurs homologues européens, est indispensable, à la fois pour créer des connaissances<sup>13</sup> sur les espèces de diversification (génétique, agro-écologie, technologie de transformation, économie des filières, etc.) et pour assurer un soutien méthodologique aux acteurs des filières émergentes (méthodes de sélection, appui à la construction de systèmes de culture ou de process industriels, dispositifs de diagnostic de la variabilité des performances, par exemple). Concernant plus particulièrement l'innovation variétale, plusieurs voies peuvent être empruntées : susciter un réinvestissement de la recherche publique dans la sélection des espèces orphelines, organiser le partenariat entre acteurs publics et privés sur la sélection des espèces mineures, soutenir les sélectionneurs privés impliqués sur des espèces de diversification, en coordination avec les acteurs de la production et de la transformation. Le soutien à l'innovation doit aussi concerner la mise à disposition de solutions phytosanitaires pour des usages mineurs, en particulier les couples « culture de diversification/bio-agresseur » pour lesquels il n'y a pas de solution alternative efficiente.

---

12. L'efficacité d'une contractualisation suppose que les contractants aient un poids suffisant pour qu'aucun ne puisse tirer à l'excès le contrat dans un sens qui le favorise. Pour cela, une politique publique réglementant ces contrats de long terme pourrait s'avérer utile.

13. Plusieurs espèces ne semblent faire aujourd'hui l'objet d'aucun investissement réel en recherche agronomique et développement, pour les conditions françaises : lupin, moutarde condiment, pois chiche, mais aussi lentille, sarrasin. D'autres sont relativement connues au plan agronomique, mais ne font pratiquement pas l'objet de travaux de base en génétique : chanvre, lin, avoine...

**Au niveau régional, il apparaît indispensable de consolider et d'adapter les références sur la productivité, les marges et les effets « précédent » des cultures de diversification.** Si, au niveau national, la littérature technique souligne souvent les effets bénéfiques des cultures de diversification sur les cultures suivantes (et parfois quantifie ces avantages), les références sont rarement régionalisées. Un effort soutenu (de la part des organismes de R&D, de conseil et de comptabilité-gestion) de production d'informations quantifiées sur les marges comparées des rotations plus ou moins diversifiées est apparu crucial, de même que l'organisation d'un accompagnement des agriculteurs dans l'apprentissage des nouvelles cultures, par le renforcement des réseaux d'expérimentation et de conseil mais aussi par le partage d'expériences innovantes au sein de groupes d'agriculteurs. Cependant, des tensions ont été relevées entre des dynamiques régionales en concurrence, qui peuvent être préjudiciables à la fixation d'objectifs de sélection consensuels et au partage des références. Si le développement des cultures de diversification reste le fait d'acteurs locaux non coordonnés entre territoires, il plafonnera vite. Dès lors que se dessinent plusieurs bassins de production avec des acteurs différenciés, une structuration forte de l'interprofession apparaît nécessaire pour, d'une part, engager le dialogue avec les sélectionneurs sur les objectifs de sélection à privilégier et, d'autre part, organiser les échanges et l'adaptation des références entre territoires.

### **3.2. Inciter le régime standard à se déverrouiller, à ouvrir des fenêtres d'opportunité pour intégrer des filières de diversification**

Pour les pouvoirs publics, inciter le régime standard à se déverrouiller suppose de déstabiliser le système sociotechnique en faisant évoluer normes et réglementations, mais aussi en suscitant, par la formation, la communication, ou l'exemple, une évolution des valeurs. Il s'agit d'inciter les acteurs majeurs à faire évoluer leurs stratégies sur le moyen terme, sans prendre trop de risques de porter atteinte à leur compétitivité à court terme. Là encore, il nous semble que plusieurs instruments devraient être mobilisés conjointement, pour toucher les différents acteurs et engager le changement à plusieurs pas de temps.

**Les règlements de la PAC**, qui touchent très largement les agriculteurs potentiellement concernés par la diversification, constituent un levier incontournable. Le volet diversification du verdissement de la PAC 2013 représente un premier outil, même si les études réalisées sous l'égide du Commissariat général au développement durable par exemple (Fuzeau *et al.*, 2012), suggèrent qu'il n'aura en l'état que des effets très limités. Un accroissement des exigences quant à la diversité des assolements pourrait aider au déverrouillage. De même, l'intégration des cultures de légumineuses dans le calcul des surfaces d'intérêt écologique devrait conduire à partir de 2015, à un accroissement de leurs surfaces. Mais cet accroissement restera fragile, et subordonné à la pérennité de la règle, si aucune action n'est entreprise pour aider à la consolidation des filières utilisant leurs produits<sup>14</sup> (voir *supra* sur la consolidation des niches d'innovation). En tout état de cause, la mise en cohérence de telles mesures avec une stratégie globale de soutien à la diversification peut avoir un effet de signal fort auprès des agriculteurs et, par ricochet, des organismes de R&D, des coopératives et des fournisseurs d'intrants.

---

14. Dans cette logique, on peut également souligner l'intérêt qu'il y aurait à assortir le récent « Plan Protéines Végétales pour la France 2014-2020 » (MAAF 2014 a), qui prévoit classiquement des aides à la production et à la R&D, d'autres mesures de soutien à la construction de filière, notamment en direction de la collecte et de la transformation, afin d'inciter à l'incorporation des protéines produites en France dans les aliments du bétail.

Un autre axe pour l'action publique pourrait être de s'appuyer sur **les politiques environnementales**, comme par exemple la politique de protection des eaux dans les zones de captage. La diversification participant à la réduction des pesticides (particulièrement des herbicides) et des maladies racinaires comme le piétin échaudage des céréales (qui perturbent l'absorption de l'azote), elle peut contribuer à réduire la pollution des eaux. Les aires de captage, où le régime dominant est déstabilisé par les exigences d'amélioration de la qualité de l'eau, pourraient constituer des territoires privilégiés pour l'hybridation entre régime dominant et niches. Agriculteurs, coopératives et petites entreprises de transformation pourraient y explorer ensemble, dans un contexte où des MAE soutiennent les changements de pratiques et les apprentissages, l'organisation d'une diversification des cultures et de la création de nouveaux débouchés, au niveau territorial.

Sur le long terme, un levier majeur pour la déstabilisation du régime dominant est sans nul doute **l'évolution des programmes de formation initiale** (programme « Enseigner à Produire Autrement » du ministère de l'Agriculture). On peut en attendre non seulement une évolution des connaissances (allant dans le sens d'une meilleure appréhension des intérêts de la diversification) des jeunes formés, appelés à exercer leur activité chez les différents acteurs des filières, mais aussi un changement de valeurs. D'une manière générale, la mise en lumière, chez des publics de tous âges et de toutes professions, des risques tant écologiques qu'économiques liés à la spécialisation, à l'œuvre depuis cinquante ans, peut contribuer à faire évoluer le paysage sociotechnique. La démonstration de l'intérêt de la diversification peut prendre différentes formes, comme la promotion des vertus des produits issus de la diversification par les marchés publics (légumineuses et produits animaux BBC dans la restauration collective des établissements publics, isolation à base de ressources agricoles locales dans les bâtiments publics, etc.). La mobilisation de ce dernier levier supposerait sans doute une évolution des critères d'attribution des marchés.

En parallèle, pour que les pouvoirs publics puissent évaluer l'efficacité des mesures prises, il serait utile de remédier à la carence de statistiques sur les cultures mineures – ces espèces étant souvent regroupées dans une catégorie « autres » dans les enquêtes des services du ministère de l'Agriculture. Nous suggérons la création d'un observatoire des cultures mineures dans les territoires, qui, en renseignant en temps réel sur les dynamiques à l'œuvre, permettrait d'ajuster en temps réel le dispositif d'action.

S'adressant à des processus à forte inertie, l'ensemble de ces propositions ne pourra être suivi d'effets que si les mesures correspondantes sont mises en œuvre sur la durée (dix ans plutôt que cinq ans) et affichées, dès leur mise en place, comme des mesures devant durer. Cette condition est essentielle pour susciter, tant en sélection que dans les filières de transformation ou chez les agriculteurs, les investissements amortissables sur le long terme nécessaires à la construction et à la consolidation des filières.

## Références bibliographiques

- Amigues J.-P., Debaeke P., Itier B. *et al.*, 2006, *Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport*, Paris, Inra, 76 p.
- Arthur W. B., 1994, *Increasing returns and path dependence in the economy*, Ann Arbor, Michigan, University of Michigan Press (Economics, Cognition, and Society), 224 p.
- Benett A. J., Bending G. D., Chandler D., Hilton S., Mills P., 2012, « Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations », *Biol. Rev.*, 87, pp. 52-71.
- Bonneuil C., Thomas F., 2009, *Gènes, pouvoirs et profits. Recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM*, QUAE, Paris, 619 p.
- Butault J.-P., Dedryver C. A., Gary C. *et al.*, 2010, *Ecophyto R & D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude*, Inra, Paris, 90 p.
- Carrouée B., Schneider A., Flénet F., Jeuffroy M. H., Nemecek T., 2012, « Introduction du pois protéagineux dans des rotations à base de céréales à paille et colza : impacts sur les performances économiques et environnementales », *Innovations Agronomiques*, 25, pp. 125-142.
- Chatellier V., Gaigné C., 2012, « Les logiques économiques de la spécialisation productive du territoire agricole français », *Innovations Agronomiques*, 22, pp. 185-203.
- Chatellier V., Dupraz P., 2012, « Politiques et dynamique des systèmes de production : comment concilier défi alimentaire, compétitivité et environnement ? », *Agronomie, Environnement & Société*, 1, pp. 105-115.
- Chesneau G., Burban S., Millet F., Weill P., 2009, « Qualité du traitement des graines oléagineuses par cuisson-extrusion : matière grasse disponible », *Renc. Rech. Ruminants*, 16, p. 62.
- Commission européenne, 2012, *Communication de la Commission au Parlement européen et au Conseil sur le partenariat européen d'innovation « Productivité et développement durable de l'agriculture »*, 11 p.
- Cowan R., Gunby P., 1996, « Sprayed to death: Path dependence, lock-in and pest control strategies », *Econ. J.*, 106, pp. 521-542.
- David P. A., 1985, « Clio and the economics of qwerty », *Am. Econ. Rev.*, 75, pp. 332-337.
- Duc G., Blancard S., Hénault C. *et al.*, 2010, « Potentiels et leviers pour développer la production et l'utilisation des protéagineux dans le cadre d'une agriculture durable en Bourgogne », *Innovations Agronomiques*, 11, pp. 157-173.
- Fares M., 2006, « Renegotiation design and contract solutions to the hold-up problem », *J. Econ. Surv.*, 20, pp. 731-756.

- Fares M., Magrini M. B., Triboulet P., 2012, « Transition agroécologique, innovation et effets de verrouillage : le rôle de la structure organisationnelle des filières », *Cahiers Agricultures*, 21, pp. 34-45.
- Fuzeau V., Dubois G., Thérond O., Allaire G., 2012, « Diversification des cultures dans l'agriculture française – état des lieux et dispositifs d'accompagnement », Collection « *Études et documents* » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), 67, 22 p.
- Geels F. W., 2002, « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study », *Res. Policy*, 31, pp. 1257–1274.
- Geels F. W., 2005, *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*, Cheltenham, UK et Northampton, Mass., Edward Elgar Pub., 318 p.
- Hart O., Holmstrom B., 1987, « The Theory of Contracts », in: T. Bewley (dir), *Advances in Economic Theory: Fifth World Congress*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 71-155.
- Jeuffroy M. H., Michel L., Guichard L., Makowski D., Mignolet C., 2012, *Conséquences de l'évolution des systèmes de culture en France sur les rendements du blé et du colza*, Colloque SFER-ABER « Le foncier dans tous ses états : productivité, marché et gestion », Lille, 25 mai 2012.
- Jeuffroy M. H., Baranger E., Carrouée B., de Chezelles E., Gosme M., Hénault C., Schneider A., Cellier P., 2013, « Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry peas », *Biogeosciences*, 10, pp. 1787-1797.
- Labarthe P., 2010, « Services immatériels et verrouillage technologique : le cas du conseil technique aux agriculteurs », *Économies et Sociétés*, 44, pp. 173-196.
- Lamine C., 2011, « Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM », *J. Rural Stud.*, 27, pp. 209-219.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.P., Trommetter M. (dir), 2008, *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies, Expertise scientifique collective*, rapport, Inra (France).
- MAAF, 2014a, *Plan Protéines végétales pour la France 2014-2020*, brochure, 24 pages.
- MAAF, 2014b, *L'enseignement agricole au cœur du projet agroécologique pour la France : Enseigner à produire autrement*, brochure, 12 pages.
- Magrini M-B., Triboulet P., Bedoussac L., 2013, « Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. Une étude *ex-ante* sur l'acceptabilité de cultures associées blé dur-légumineuses », *Économie Rurale*, 338, pp. 25-45.

- Ménard C., 2012. « Hybrid modes of organization », in: Gibbons R. & Roberts J. (dir), 2012, *Handbook of organizational economics*, Princeton University Press, pp. 1066-1108.
- Meynard J.-M., 2010, « Réinventer les systèmes agricoles : quelle agronomie pour un développement durable ? », in: Bourg D. et Papaux A. (dir), 2010, *Vers une société sobre et désirable*, Presses Universitaires de France et Fondation Nicolas Hulot, pp. 342-363.
- Meynard J.-M., Messéan A., Charlier A. et al., 2013, *Freins et leviers à la diversification des cultures. Étude au niveau des exploitations agricoles et des filières*, Rapport d'étude, Inra, 226 p.
- Meynard J.-M., Messéan A., Charlier A., Charrier F., Fares M., Le Bail M., Magrini M.B., Savini I., Réchauchère O., 2014, *La diversification des cultures : lever les obstacles agronomiques et économiques*, Éditions Quæ, 2014.
- Mignolet C., Schott C., Benoît M., Meynard J.-M., 2012, « [Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures](#) », *Innovations Agronomiques*, 22, pp. 1-16.
- Nemecek T., Von Richthofen J. S., Dubois G., Casta P., Charles R., Pahl H., 2008, « Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations », *Eur J Agron*, 28, pp. 380-393.
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J. P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M. H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013, *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude*, Inra (France), 92 p.
- Pinochet X., Noël V., 2012, « Colza : les changements de pratique nuancent les progrès de la sélection », *Perspect. Agric.*, 393, pp. 34-35.
- Pouch T., 2014, « [L'évolution des surfaces allouées aux grandes cultures en France](#) », *Chambres d'Agriculture*, 1032, pp. 10-12.
- Rip A., Kemp R. P. M., 1998, « Technological Change », in: Rayner S. et Malone E.L. (dir), *Human Choice and Climate Change. Vol. II, Resources and Technology*, Ohio, Battelle Press, Columbus, pp. 327-399.
- Schmidt A., Guichard L., Reau R., 2010, « [Le colza est très dépendant des pesticides dans les rotations courtes sans labour](#) », *Agreste Synthèses*, 121, 7 p.
- Schneider A., Flénet F., Dumans P., Bonnin E., de Chezelles E., Jeuffroy M. H., Hayer F., Nemecek T., Carrouée B., 2010, « Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza – Données récentes d'expérimentations et d'études », *OCL*, 17, pp. 301-311.

- Schot J., 1998, « The usefulness of evolutionary models for explaining innovation. The case of the Netherlands in the nineteenth century », *History and Technology*, 14, pp. 173-200.
- Schott C., Mignolet C., Meynard J.-M., 2010, « Les oléoprotéagineux dans les systèmes de culture : évolution des assolements et des successions culturales depuis les années 1970 dans le bassin de la Seine », *OCL*, 17, pp. 276-291.
- Thoyer S., Déprès C., Le Bail M., Meynard J.-M., Messéan A., 2014, « La diversification des cultures pour limiter les impacts environnementaux : freins et leviers agronomiques et économiques en France – Quelques propositions pour les exploitations, les filières et la Politique Agricole Commune », *AE&S*, vol.4, 1, juin, pp. 71-78.
- Vanloqueren G., Baret P. V., 2009, « How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations », *Res. Policy*, 38, pp. 971-983.
- Vasseur, C., Joannon, A., Aviron, S., Burel, F., Meynard, J. M., Baudry, J., 2013, « The cropping systems mosaic: How does the hidden heterogeneity of agricultural landscapes drive arthropod populations? », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 166, pp. 3-14.
- Voisin, A.-S., Guéguen, J., Huyghe, C., Jeuffroy, M.-H., Magrini, M.-B., Meynard, J. M., Mougé, C., Pellerin, S., Pelzer, E., 2014, « Legumes for feed, food, biomaterials and bioenergy in Europe: a review », *Agronomy for Sustainable Development*, 34, pp. 361-380.



# Inégalités sociales et alimentation

## Besoins et attentes des personnes en situation d'insécurité alimentaire

---

Florence Brunet<sup>1</sup>, Pauline Kertudo<sup>1</sup>, Benjamin Badia<sup>1</sup>, Audrey Carrera<sup>1</sup> et Florence Tith<sup>1</sup>

### Résumé

*L'insécurité alimentaire concerne, en France, des populations aux profils divers. Afin d'approfondir les connaissances sur leurs pratiques, représentations et parcours de vie, le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et FranceAgriMer ont confié en 2013 à FORS-Recherche sociale la réalisation d'une étude<sup>2</sup> visant à analyser les besoins et les attentes des personnes en situation d'insécurité alimentaire, bénéficiaires ou non de l'aide alimentaire. Il importait également d'identifier des pistes d'amélioration et d'ouvrir des perspectives pour les dispositifs d'aide actuels et futurs. Basée sur une méthodologie d'enquête qualitative incluant la réalisation d'entretiens auprès de ménages aux ressources modestes, cette étude explore la réalité des contraintes vécues par les ménages au regard de l'alimentation, ainsi que les stratégies qu'ils mobilisent et les leviers qu'ils activent pour y faire face. Le ressenti des ménages à l'égard de leur situation alimentaire n'est pas systématiquement corrélé au degré d'insécurité alimentaire déclaré et varie en fonction de plusieurs facteurs ; il en est de même pour le recours à l'aide alimentaire. Cette étude a permis de faire dégager quatre modes de gestion différenciés de la contrainte alimentaire : le type des « autogestionnaires », celui des « gestionnaires indirects », les profils « multiacteurs » et enfin, « mono-gestionnaires ».*

### Mots clés

Insécurité alimentaire, aide alimentaire, plus démunis, précarité sociale

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles  
du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.  
Il n'engage que ses auteurs.**

1. FORS-Recherche sociale - 69, rue Lafayette - 75009 Paris. E-mail : fors@fors-rs.com

2. Étude réalisée par Florence Brunet, Pauline Kertudo, Benjamin Badia, Audrey Carrera et Florence Tith, avec la collaboration de France Caillavet, décembre 2014. Le rapport final intitulé *Inégalités sociales et alimentation. Quels sont les besoins et les attentes en termes d'alimentation des personnes en situation d'insécurité alimentaire et comment les dispositifs d'aide alimentaire peuvent y répondre au mieux ?*, est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://agriculture.gouv.fr/Inegalites-sociales-et-alimentation>

## Introduction

En 2012, le Conseil National de l'Alimentation (CNA) a retenu la notion « d'insécurité alimentaire » pour qualifier la situation des personnes qui « n'ont pas accès à une alimentation sûre et nutritive en quantité suffisante, qui satisfasse leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine »<sup>1</sup>. L'insécurité alimentaire renvoie à la fois à la disponibilité des denrées alimentaires, à leur accessibilité physique et économique et à leurs propriétés nutritionnelles et sanitaires. Elle intègre la question des préférences alimentaires et comporte également une dimension temporelle, puisqu'elle peut être permanente, chronique ou temporaire. Toutes les personnes en situation d'insécurité alimentaire ne souffrent pas de la faim, mais elles subissent des restrictions quantitatives ou qualitatives qui affectent leur alimentation, leur qualité de vie, leur bien-être et leur santé. Les travaux de l'Observatoire National de la Pauvreté et de l'Exclusion Sociale (ONPES), fondés sur les résultats de l'enquête nationale INCA 2<sup>2</sup> (AFSSA, 2009) réalisée en 2006-2007, estiment qu'environ 12% des adultes vivaient dans un foyer en insécurité alimentaire pour raisons financières (Darmon *et al.*, 2010).

L'aide alimentaire, en partie financée en France par le Fonds Européen d'Aide aux plus Démunis (FEAD) et par les Crédits Nationaux aux Épicerie sociales (CNES), représente l'une des modalités de réponse publique aux difficultés alimentaires des ménages. Déclinée localement par les structures associatives et les Centres Communaux (ou Intercommunaux) d'Action Sociale (CCAS, CIAS), cette aide se présente sous différentes formes. De la distribution de repas chauds, de colis d'urgence ou de paniers, à l'accès aux épicerie sociales et solidaires, ou encore aux aides financières, ses modes de prescription et de distribution sont multiples et varient tant en fonction de l'histoire des opérateurs, que des publics concernés, suivant leur degré de précarité et d'autonomie.

Dans un contexte de précarisation croissante d'une frange de plus en plus large de la population<sup>3</sup>, les demandes adressées aux associations et organismes distributeurs de l'aide alimentaire sont en constante augmentation. En 2013, les quatre associations bénéficiant directement des denrées achetées dans le cadre de l'aide alimentaire européenne<sup>4</sup> comptaient 3,9 millions de bénéficiaires, que ce soit de manière directe ou à travers des associations partenaires<sup>5</sup>.

Malgré les efforts réalisés en matière d'aide alimentaire, les chiffres avancés par l'ONPES semblent indiquer qu'un certain nombre de ménages soumis à des restrictions alimentaires, du fait de leurs difficultés financières, ne recourent pas aux dispositifs d'aide existants. Ces données soulèvent donc la question du non-recours aux aides, du ciblage des dispositifs d'aide et, plus largement, celle de la connaissance du phénomène d'insécurité alimentaire et des ménages qui en sont victimes.

---

1. Conseil national de l'alimentation, avis n° 72 du 22 mars 2012, « Aide alimentaire et accès à l'alimentation des populations démunies en France ».

2. Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires. Pour une présentation rapide, consulter le site internet : <https://www.anses.fr/fr/content/inca-2-les-r%C3%A9sultats-d'une-grande-%C3%A9tude>

3. Rappelons que la pauvreté concernait en 2012, selon les données de l'INSEE, 8,5 millions de personnes soit 13,9 % de la population.

4. Restaurants du Cœur, Secours Populaire français, Croix Rouge française et Fédération Française des Banques Alimentaires.

5. Source : DGAL (2013). Ce chiffre a été calculé par les pouvoirs publics sur la base des données transmises par les quatre associations pré-citées dans le cadre du rapport d'exécution du Programme européen d'aide alimentaire 2013.

Des enquêtes nationales ont été réalisées sur les pratiques alimentaires des Français (INCA1 et INCA2) ou sur les ménages bénéficiaires de l'aide alimentaire (ABENA1 et ABENA2<sup>6</sup>). Mais rares sont les travaux consacrés à l'analyse qualitative des profils, pratiques, représentations et parcours de vie des ménages démunis en situation d'insécurité alimentaire en France.

Pour approfondir la connaissance de ces phénomènes, le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et FranceAgriMer ont confié à FORS-Recherche sociale la réalisation d'une étude visant à analyser les besoins et les attentes, en matière d'alimentation, des ménages qui sont victimes d'insécurité alimentaire, qu'ils soient bénéficiaires de l'aide alimentaire ou non, afin d'identifier des pistes d'amélioration et d'ouvrir des perspectives pour les dispositifs d'aide alimentaire actuels, mais aussi futurs.

Fondée sur une méthodologie d'enquête qualitative, l'étude s'articule en trois volets :

- cadrage théorique de la notion « d'insécurité alimentaire », état des lieux des dispositifs d'aide alimentaire existants et repérage des expériences innovantes ;
- enquête par entretiens semi-directifs auprès de 26 acteurs locaux (structures d'aide alimentaire, CCAS, services sociaux polyvalents des Conseils généraux, associations) et de 85 ménages aux ressources modestes ;
- réflexion sur des pistes d'amélioration possibles en matière de lutte contre l'insécurité alimentaire.

Dans le présent article, tiré des résultats de l'étude, nous reviendrons sur la notion d'insécurité alimentaire et sur les indicateurs et outils de mesure utilisés pour l'évaluer. Ensuite, nous donnerons des éléments sur notre méthode d'enquête et détaillerons la façon dont s'exprime l'insécurité alimentaire chez les ménages enquêtés, leurs vécus et leurs pratiques en matière d'alimentation. Ces éléments permettront d'esquisser une catégorisation des différents modes de gestion de la « contrainte alimentaire », et de mieux cerner les attentes des ménages et leurs besoins au regard des dispositifs d'aide alimentaire.

## **1. L'insécurité alimentaire : un phénomène complexe à mesurer et à qualifier**

### **1.1. De la sécurité à l'insécurité alimentaire : l'institutionnalisation d'une catégorie**

La notion de « sécurité alimentaire » apparaît au niveau international en 1974, lors du Sommet mondial de l'alimentation, où elle est définie comme « la capacité de tout temps d'approvisionner le monde en produits de base, pour soutenir une croissance de la consommation

---

6. Étude sur l'alimentation et les besoins nutritionnels des bénéficiaires de l'aide alimentaire, initialement menée en 2004-2005 et reconduite en 2011-2012.

alimentaire, tout en maîtrisant les fluctuations et les prix ». Il s'agit, dans le cadre de la lutte contre les crises alimentaires qui frappent le monde, de définir un cadre pour l'action de l'Organisation des Nations unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) en direction des pays en voie de développement. La notion vise la question de l'adéquation entre la production et les besoins quantitatifs à l'échelle d'un État ou d'une région.

Les définitions de la sécurité alimentaire ne donneront une place à l'individu qu'à partir des années 1980. En 1983, la FAO introduit ainsi la notion de « personne » et en 1986, la Banque mondiale publie un rapport intitulé *Pauvreté et faim* comportant un critère lié à la qualité des aliments et à l'état de santé de l'individu.

La portée analytique de ces catégories est alors de plus en plus discutée. En 1992, Kathy L. Radimer, avance, en contrepoint aux définitions officielles, le concept d'« insécurité alimentaire », proposé à la suite d'une enquête par entretiens auprès de femmes souffrant, ayant souffert ou ayant peur de souffrir de la faim. Sa définition, en faisant référence à « la disponibilité limitée ou incertaine d'aliments adéquats nutritionnellement et sûrs, ou une capacité limitée ou incertaine pour acquérir des aliments appropriés par des moyens socialement acceptables » (Radimer, 1992) apparaît bien plus qualitative que les acceptions internationales.

Le Sommet mondial de l'alimentation de 1996 permet de dégager une formulation consensuelle de la sécurité alimentaire : « *La sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine* ».

En 2012, le CNA français en retient le négatif : « *L'insécurité alimentaire est un indicateur subjectif qui correspond à une situation dans laquelle des personnes n'ont pas accès à une alimentation sûre et nutritive en quantité suffisante, qui satisfasse leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine* ».

## 1.2. Un phénomène multidimensionnel, difficile à mesurer

La définition du CNA comporte certaines limites :

- elle ne rend pas compte de la dimension d'acceptabilité sociale mise en avant par Kathy L. Radimer et son équipe, par référence aux différentes situations dans lesquelles la manière d'accéder aux aliments n'est pas considérée comme socialement acceptable par les individus ;
- l'insécurité alimentaire peut être collective ou individuelle, et toucher ainsi tous les membres d'un ménage ou une seule personne. Il arrive ainsi régulièrement que, dans certaines familles, les parents se privent pour permettre à leurs enfants d'être préservés de l'insécurité alimentaire.

Toutefois, les termes choisis permettent d'éviter un certain nombre de raccourcis abusifs et de malentendus. L'insécurité alimentaire n'est pas superposable :

- à la notion de « faim ». Si les individus qui souffrent de la faim peuvent être généralement considérés comme en situation d'insécurité alimentaire, toutes les personnes en situation d'insécurité alimentaire ne souffrent pas de la faim ;
- à la notion de « pauvreté ». Alors que le risque d'être en insécurité alimentaire augmente quand le revenu diminue, la relation entre faiblesse des ressources et insécurité alimentaire n'est pas systématique.

Sans remettre en question le pourcentage avancé par l'ONPES, il est délicat de mesurer le nombre de ménages français en situation d'insécurité alimentaire de façon précise. Les difficultés d'objectivation sont inhérentes à un concept renvoyant à des réalités « relatives » et « subjectives », de portée à la fois « qualitative » – l'appréciation d'insécurité alimentaire reposant pour partie sur le ressenti et les préférences des personnes concernées – et « quantitative » – puisque l'accès aux ressources alimentaires est, lui, mesurable par référence à une échelle des besoins « nutritionnels », « physiques », « de base », « moyens », etc. et à des échelles de prix (pouvoir d'achat).

Les différentes dimensions, subjectives et objectives, qui composent la notion d'insécurité alimentaire ouvrent ainsi un large éventail de possibilités. L'insécurité alimentaire n'est pas une caractéristique continue, un état constant. Elle n'est pas constitutive du profil des ménages concernés, comme peuvent l'être par exemple l'âge, le niveau de revenus ou de diplôme, etc. C'est plutôt une « situation » – durable, momentanée ou transitoire – insérée dans un processus dynamique – une trajectoire –, qui peut concerner un ou plusieurs membres d'un même foyer, et à laquelle les ménages tentent de s'adapter par des arbitrages budgétaires et des pratiques alimentaires qui peuvent inclure, ou non, le recours à l'aide alimentaire.

Les indicateurs utilisés aujourd'hui en France s'inspirent en grande partie du dispositif d'enquête américain en dix-huit questions du *US National Household Food Security Survey*, créé dans les années 1990 afin de mesurer l'insécurité alimentaire aux États-Unis<sup>7</sup>. Plusieurs enquêtes permettent d'estimer le nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire à un instant *t* et leur évolution dans le temps. Outre l'étude INCA 2 évoquée précédemment, citons le programme pluridisciplinaire « Santé, Inégalité et Ruptures Sociales » (SIRS) (Martin-Fernandez *et al.*, 2013), mené sous l'égide de l'INSERM, portant sur une cohorte de 3 000 Franciliens, ou encore le Baromètre santé nutrition 2008 (Escalon *et al.*, 2009), réalisé par l'INPES et portant sur un échantillon de 4 714 personnes âgées de 12 à 75 ans. L'enquête Environnement, SanTé, Biosurveillance Activité physique et Nutrition (ESTEBAN), en cours de réalisation sous l'égide de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), et dont les résultats seront disponibles en 2016, devrait livrer des données plus précises quant aux situations d'insécurité alimentaire en France.

---

7. Administré annuellement depuis 1995, le *U.S. Household Food Security Survey Module* permet de déterminer si le ménage se trouve en situation de sécurité alimentaire (*high food security* ou *marginal food security*) ou d'insécurité alimentaire (*low food security* ou *very low food security*).

Ces enquêtes permettent d'identifier des « facteurs de risques » associés à l'insécurité alimentaire. Un faible niveau de revenus et la dégradation de la situation financière ressortent comme des facteurs importants : dans l'enquête INCA2, la part de personnes en insécurité alimentaire parmi les ménages à faible revenu (moins de 908 euros par mois pour un adulte seul) est trois fois plus importante que chez les personnes ayant des revenus supérieurs<sup>8</sup>. Pourtant, le niveau de revenus n'explique pas tout : on trouve ainsi, parmi les ménages en insécurité alimentaire, davantage d'individus déclarant connaître des difficultés financières que d'individus à bas revenu. L'insécurité alimentaire serait également liée à des problèmes de gestion de budget et d'accidents de la vie mettant en péril la stabilité économique des ménages. D'autres facteurs sont repérables : la situation familiale (les jeunes isolés étant davantage touchés), le sexe féminin, mais aussi un faible niveau de diplôme ou la catégorie socioprofessionnelle.

On le voit, ces « facteurs de risques », descriptifs mais peu explicatifs, apportent peu d'éléments de compréhension sur les dynamiques de production de l'insécurité alimentaire.

### **1.3. Quelques hypothèses sur les profils des bénéficiaires de l'aide alimentaire et des non-bénéficiaires à partir des données existantes**

Les enquêtes ABENA 1 et 2 sur les bénéficiaires de l'aide alimentaire<sup>9</sup> soulignent que leurs profils ont évolué ces dernières années, à la fois sous l'effet de la progression des séparations familiales, sources de fragilisation des ménages, et sous l'effet d'une extension de la précarité à des publics jusqu'alors épargnés, mieux insérés socialement, en emploi ou retraités.

Les raisons du recours à l'aide alimentaire sont variables (accident de la vie, déséquilibre financier lié aux dépenses du foyer, précarité liée aux conditions d'emploi ou à l'absence d'emploi, conditions de logement précaires). Les ménages bénéficiaires de l'aide alimentaire se caractérisent par une inscription longue dans le dispositif (un ménage sur deux y a recours depuis plus de deux ans). En outre, les degrés de dépendance à l'aide alimentaire diffèrent : alors qu'elle ne constitue qu'un soutien et un complément à l'alimentation pour certains ménages, elle peut représenter la composante prépondérante de l'alimentation pour d'autres, voire la seule source d'approvisionnement pour les ménages qui ne disposent d'aucune ressource (en particulier ceux en situation administrative irrégulière).

Si les bénéficiaires de l'aide alimentaire ont fait l'objet d'enquêtes dédiées, peu d'études, en revanche, éclairent les profils des ménages en insécurité alimentaire qui ne recourent pas à l'aide alimentaire. Les études sur le non-recours au Revenu de Solidarité Active (RSA) (Okbani, 2013) permettent cependant d'avancer quelques hypothèses sur les raisons du non-recours aux dispositifs – en particulier, la méconnaissance de l'offre, l'inadaptation de cette dernière aux besoins des ménages en raison du maillage insuffisant des dispositifs d'aide, ou encore les difficultés d'accès physique aux structures. Le non-recours volontaire est également possible, lié à une logique de distanciation de l'offre existante, en raison d'un coût symbolique jugé trop élevé et, le cas échéant, du refus d'un « don sans contrepartie ».

---

8. Source : enquête INCA 2.

9. Voir notamment Bellin-Lestienne C., 2007, César C., 2007, Grange D. *et al.*, 2013.

## 2. Méthodologie de l'étude

Sur la base de ces différents éléments, il a semblé pertinent de développer, dans le cadre de notre étude, une approche « typologique » et « qualitative » des réalités de l'insécurité alimentaire, à la fois pour compléter les connaissances existantes et pour tester des hypothèses tirées des recherches sur des sujets voisins.

Le premier volet de l'étude a porté sur le cadrage théorique de la notion « d'insécurité alimentaire » et sur un état des lieux des dispositifs d'aide alimentaire existants, de façon à affiner les hypothèses de travail nécessaires à la réalisation d'une enquête qualitative auprès des ménages. Des sources documentaires de divers types ont été compilées et analysées : études qualitatives, enquêtes statistiques, rapports officiels, articles de presse, ou encore rapports d'activités ou rapports d'évaluation des organismes associatifs. Une dizaine d'entretiens exploratoires a complété ce travail d'analyse bibliographique et documentaire, réalisés avec des experts et chercheurs de différentes disciplines ayant travaillé sur la question des pratiques alimentaires des personnes défavorisées, des représentants des têtes de réseaux associatives impliquées dans la distribution de l'aide alimentaire et des acteurs institutionnels administratifs impliqués dans la gestion et la mise en œuvre de l'aide alimentaire.

Le volet principal a consisté en une enquête par entretiens semi-directifs auprès de 26 acteurs locaux (structures d'aide alimentaire, CCAS, services sociaux polyvalents des Conseils généraux, associations) et de 85 ménages aux ressources modestes. Cette enquête qualitative s'est déroulée dans quatre départements, choisis de façon à assurer une certaine diversité de contextes géographiques et socio-économiques (degré d'urbanisation, attractivité, dynamisme économique, problématiques sociales rencontrées et réponses apportées en matière d'aide alimentaire – densité du réseau d'associations et diversité des modes de distribution). Ont ainsi été retenus deux départements à dominante rurale (Ardèche et Drôme), un département urbain dense marqué par la précarité (Seine-Saint-Denis) et un département marqué par la désindustrialisation (Moselle).

Une approche large et compréhensive de l'insécurité alimentaire a été privilégiée au moment de la constitution de l'échantillon, comme à celui du recueil des données ou de l'interprétation des résultats. En effet, il fallait pouvoir saisir à la fois les comportements des ménages et leurs représentations de leurs situations, approcher tant leurs conduites alimentaires objectives que leurs jugements portés sur ces conduites.

Pour bien mettre en perspective l'objet d'étude « insécurité alimentaire », nous avons choisi de rencontrer des bénéficiaires comme des non-bénéficiaires de l'aide alimentaire, et de varier le profil socio-économique des ménages et leurs niveaux de ressources. Ainsi, l'échantillonnage des ménages a été réalisé de façon à ne pas rencontrer uniquement des personnes en grande précarité mais également des ménages dont le niveau de ressources se situe légèrement au-dessus des seuils permettant le déclenchement de certaines aides sociales (ressources avoisinant le SMIC – Salaire Minimum Interprofessionnel de Croissance).

L'échantillon des enquêtés est donc composé de ménages aux ressources modestes, en insécurité alimentaire ou pas, bénéficiaires ou non bénéficiaires de l'aide alimentaire. Ces ménages ont été proposés, localement, par des acteurs intervenant dans le champ de l'action sociale (Conseils généraux, associations de lutte contre l'exclusion) et dans le champ de l'aide alimentaire (centres de distribution associatifs, CCAS, épiceries sociales).

Au total, 85 ménages, dont 70 ayant bénéficié au cours des douze derniers mois d'une aide alimentaire, et 15 non-bénéficiaires, ont ensuite été rencontrés courant 2014 dans le cadre d'entretiens semi-directifs approfondis d'1h30 environ, portant sur trois principaux volets : les pratiques et représentations liées à l'alimentation en général, la gestion du budget, et les raisons du recours ou du non-recours aux dispositifs d'aide alimentaire. Une question issue du questionnaire de l'étude INCA2 visant à apprécier le degré d'insécurité alimentaire des ménages a également été intégrée au guide d'entretien (encadré 1).

#### Encadré 1 - La mesure du degré d'insécurité alimentaire lors des entretiens

Dans la continuité des travaux engagés dans la première phase de la mission autour de la notion d'insécurité alimentaire, de sa définition et de sa mesure, une question visant à apprécier le degré d'insécurité alimentaire des ménages a été intégrée au guide. Nous avons demandé aux ménages rencontrés de se positionner sur l'une des quatre modalités de réponses proposées dans le questionnaire de l'enquête INCA 2 :

*Parmi les quatre situations suivantes, quelle est celle qui correspond le mieux à la situation actuelle de votre foyer ?*

1. *Vous pouvez manger tous les aliments que vous souhaitez.*

2. *Vous avez assez à manger mais pas tous les aliments que vous souhaiteriez.*

3. *Il vous arrive parfois de ne pas avoir assez à manger.*

4. *Il vous arrive souvent de ne pas avoir assez à manger.*

Cette question a permis le classement des ménages dans 4 catégories (de IA1 à IA4), correspondant à une gradation croissante dans l'intensité des difficultés et des contraintes ressenties par les ménages interrogés. La mesure du degré d'insécurité alimentaire des ménages rencontrés est donc déclarative et se fonde sur l'appréciation de ces mêmes ménages.

Les tableaux suivants fournissent une caractérisation synthétique de l'échantillon. Pour chaque zone géographique étudiée (Drôme et Ardèche, Moselle et Seine-Saint-Denis), est présentée la répartition des ménages selon leur statut par rapport à l'aide alimentaire (bénéficiaire ou non-bénéficiaire) et la composition de la famille [personne seule avec ou sans enfant(s), couple avec ou sans enfant(s)]. Pour les ménages bénéficiaires, est également indiqué le cadre de distribution dans lequel ils ont été interrogés. Il convient de noter ici que, parmi ces ménages, certains (« multi-activateurs ») ont indiqué solliciter plusieurs dispositifs différents d'aide alimentaire : par souci de lisibilité, les tableaux ne comptabilisent pas ces recours pluriels et seul est renseigné le dispositif d'aide dans lequel chaque ménage a été rencontré.

Tableau 1 - **Sous-échantillon Drôme et Ardèche**

Département	Statut	Composition familiale	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	Cadre de distribution de l'aide alimentaire dans lequel le ménage a été interrogé	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	TOTAL	
Drôme (26) et Ardèche (07)	Bénéficiaire	Personne seule sans enfant	4	23	Chèques alimentaires	2	23	31	
		Personne seule avec enfant(s)	9		Paniers alimentaires	21			
		Couple sans enfant	3		Épicerie sociale et solidaire	0			
		Couple avec enfant(s)	7		Repas chauds	0			
	Non bénéficiaire	Personne seule sans enfant	3	8					
		Personne seule avec enfant(s)	3						
		Couple sans enfant	1						
		Couple avec enfant(s)	1						

Source : auteurs

Tableau 2 - **Sous-échantillon Moselle**

Département	Statut	Composition familiale	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	Cadre de distribution de l'aide alimentaire dans lequel le ménage a été interrogé	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	TOTAL	
Moselle (57)	Bénéficiaire	Personne seule sans enfant	7	22	Chèques alimentaires	1	22	29	
		Personne seule avec enfant(s)	12		Paniers alimentaires	10			
		Couple sans enfant	1		Épicerie sociale et solidaire	7			
		Couple avec enfant(s)	2		Repas chauds	4			
	Non bénéficiaire	Personne seule sans enfant	5	7					
		Personne seule avec enfant(s)	1						
		Couple sans enfant	1						
		Couple avec enfant(s)	0						

Source : auteurs

**Tableau 3 - Sous-échantillon Seine-Saint-Denis**

Département	Statut	Composition familiale	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	Cadre de distribution de l'aide alimentaire dans lequel le ménage a été interrogé	Nombre de ménages interrogés	Sous-total	TOTAL	
Seine-Saint-Denis (93)	Bénéficiaire	Personne seule sans enfant	5	25	Chèques alimentaires	2	25	25	
		Personne seule avec enfant(s)	10		Paniers alimentaires	8			
		Couple sans enfant	1		Épicerie sociale et solidaire	10			
		Couple avec enfant(s)	9		Repas chauds	5			
	Non bénéficiaire	Personne seule sans enfant	0	0					
		Personne seule avec enfant(s)	0						
		Couple sans enfant	0						
		Couple avec enfant(s)	0						

Source : auteurs

Les femmes constituent la majorité de l'effectif (71 %), les familles monoparentales représentant près de 40 % du total. 32 % des personnes rencontrées ont entre 26-40 ans et 49 % entre 41 - 60 ans. En outre, les CCAS rencontrés ont joué un rôle important dans la mise en relation avec le public vieillissant : 14 % sont des personnes âgées de plus de 60 ans.

**Tableau 4 - Répartition des ménages par tranche d'âge**

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
< 25 ans	4	5
26 - 40 ans	27	32
41 - 60 ans	42	49
> 60 ans	12	14

Source : auteurs

L'échantillon comporte une surreprésentation de ménages sans emploi (66 % de l'échantillon). Corollaire de la situation des ménages au regard de l'emploi, environ la moitié des personnes rencontrées sont bénéficiaires de minima sociaux parmi lesquels le Revenu de Solidarité Active (RSA), l'Allocation Adulte Handicapé (AAH), l'Allocation de Solidarité Spécifique (ASS) et l'Allocation de Solidarité aux Personnes Âgées (ASPA). Une partie de cet échantillon (16 %) déclare également n'avoir aucune ressource. On retrouve dans cette situation des ménages sans-papiers ne pouvant prétendre à l'aide sociale et des personnes dans une période de latence avant l'ouverture de leurs droits administratifs.

Une telle approche ne permet pas de prétendre à la représentativité statistique. Elle permet en revanche d'approfondir certaines thématiques ou problématiques liées aux caractéristiques des ménages en situation d'insécurité alimentaire. Par ailleurs, les personnes non-bénéficiaires de l'aide alimentaire sont sous-représentées dans l'échantillon, notamment parce qu'une partie des personnes repérées initialement comme non-bénéficiaires par le biais des services sociaux spécialisés et des associations généralistes se sont avérées l'être, ou l'avoir été au cours de l'année précédente. Au-delà de ce constat, les entretiens nous ont amenés à réenvisager la notion de « bénéficiaire » ou de « non-bénéficiaire » de l'aide alimentaire, qui représentait initialement une ligne de partage structurante. Le recours ou le non-recours aux dispositifs d'aide alimentaire ne départage pas des types de publics aux profils distincts : à l'instar de l'insécurité alimentaire, le recours à l'aide alimentaire s'inscrit dans un processus dynamique qui peut être jalonné d'entrées et de sorties du dispositif.

Tableau 5 - **Situation au regard de l'emploi**

	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage</b>
Sans emploi	56	66
En emploi (CDD, CDI, Intérim...)	20	23
Retraités	9	11

Source : auteurs

### **3. Résultats**

Pour cet article, nous avons privilégié les développements consacrés à l'insécurité alimentaire telle que les individus interrogés en font l'expérience. Les extraits d'entretien repris ci-après sont contextualisés en indiquant des éléments tels que l'âge, le sexe, le département et l'autopositionnement sur l'échelle d'insécurité alimentaire présentée dans l'encadré 1. Le rapport d'étude comporte des considérations sur la structuration de l'aide alimentaire en France, qui ne sont pas reprises ici.

#### **3.1. Une contrainte alimentaire d'intensité variable : formes et manifestations de l'insécurité alimentaire chez les ménages enquêtés**

Une partie du questionnaire visait à comprendre comment se structurent les pratiques alimentaires des ménages, en analysant notamment les principes et normes auxquels ils se réfèrent en matière d'alimentation.

## L'idéal du « modèle alimentaire français »

Les ménages de notre échantillon se rapprochent des ménages français dans leur ensemble, et leurs propos se rattachent en de nombreux points au « modèle alimentaire français » mis en avant par la sociologie de l'alimentation (Poulain, 2002). Ce modèle repose principalement sur trois critères que sont le primat du goût, les pratiques de convivialité et les règles conditionnant la prise alimentaire<sup>10</sup>.

Les discours des personnes rencontrées se réfèrent ainsi largement à ce « modèle alimentaire » :

*« Il faudrait manger trop fois par jour. Un petit déjeuner copieux, un déjeuner qui permet de tenir le restant de la journée, et puis le soir quelque chose de plus léger. Je connais les règles pour être en bonne santé, mais ça n'est pas toujours facile de les tenir »* (femme, 72 ans, Moselle).

*« Je fais beaucoup à manger, car j'ai souvent du monde à la maison : mon ami, la personne dont je m'occupe, chez qui je fais le ménage, un voisin qui vient de temps en temps faire du bricolage et que j'invite à manger. C'est important ces moments de convivialité. Si j'étais seule ça serait un œuf au plat, un fromage et une salade... je mangerais mal »* (femme, 65 ans, Ardèche).

En dehors de ces principes, d'autres normes alimentaires sont très largement perceptibles dans le discours des enquêtés : les préceptes de santé publique (« manger équilibré »), qui semblent relativement bien intériorisés, mais aussi des normes relatives à la fonction nourricière de l'alimentation, le fondement de la compétence parentale étant, pour les mères surtout, d'être en capacité d'alimenter son enfant à la fois quantitativement et qualitativement.

## Des pratiques alimentaires contraintes

Les résultats de l'enquête qualitative tendent à confirmer, sur certains points, les éléments apportés par de précédentes études sur les bénéficiaires de l'aide alimentaire. Ils précisent notamment la réalité des contraintes vécues par les ménages au regard de l'alimentation. Sous l'effet de divers facteurs qui souvent se cumulent et se renforcent, tels que la faiblesse des ressources financières, les difficultés de logement, les contraintes professionnelles, les pathologies physiques ou la détresse psychique, les ménages voient leurs pratiques alimentaires contraintes, à des degrés variables qui font écho aux degrés d'insécurité alimentaire déclarés lors des entretiens. Plusieurs phénomènes sont ainsi relevés : la restriction des quantités d'aliments et du nombre de repas quotidiens, le recentrage sur des aliments roboratifs, l'exclusion de certains types d'aliments (viandes, poissons, légumes) et la monotonie alimentaire.

---

10. Mathé *et al.*, 2009, retiennent six points-clés : 1) la prise de trois repas principaux par jour, à plusieurs et autour d'une table, à des heures relativement fixes et communes à tous (petit-déjeuner, déjeuner, dîner) ; 2) un temps de préparation et une durée des repas élevés ; 3) la structuration du repas autour d'au moins trois composantes, prises dans un certain ordre (entrée, plat, dessert) ; 4) une grande importance accordée au goût des aliments ; 5) la prégnance de la diversité alimentaire ; 6) l'intervention de savoir-faire transmis par l'expérience.

« Je mange une fois par jour, le soir. Si je mange le midi, ensuite j'ai à nouveau faim le soir... Le dimanche, il m'arrive souvent de ne pas manger, je dors ou je m'occupe pour ne pas avoir faim » (homme, 33 ans, Drôme).

« Mon mari et moi, on mange les restes des enfants, et on rajoute quelques trucs pour compléter l'assiette. On passe les enfants en priorité et dès qu'ils sont rassasiés, on mange les restes » (femme, 40 ans, Moselle).

« On achète ce qu'il manque, des produits qui remplissent bien le ventre, pour pas qu'on ait faim, comme du riz, des pâtes, des pommes de terre » (femme, 45 ans, Moselle).

« J'ai mangé dehors le mois dernier juste parce que je ne peux pas cuisiner à l'hôtel. On va au Mac Do, au grec... au moins cher, on prend des menus à 5 €. Si j'arrive à l'hôtel et que la cuisine est blindée, je ne vais pas attendre 21h. Pour les enfants, ça n'est pas possible. J'achète donc un truc vite fait pour qu'ils mangent et qu'ils puissent dormir » (femme, 29 ans, Seine-Saint-Denis).

Ces contraintes multiples, qui tendent à se cumuler et qui limitent considérablement l'accès des ménages aux aliments de leur choix (ceux qu'ils apprécient, qu'ils ont depuis toujours l'habitude de manger, ou dont ils ont besoin par rapport à leur état de santé), ne sont pas sans conséquences sur leur rapport à l'alimentation. Ainsi, la précarité sociale fragilise la fonction sociale et conviviale de l'alimentation, et se traduit parfois par la perte de l'envie et du goût de s'alimenter.

« Avant, j'aimais bien faire les magasins en réfléchissant à ce que je pourrais cuisiner le soir. Mais depuis un certain temps, je n'ai pas ouvert un livre de cuisine : on est obligé de faire avec ce qu'on a (...) Quand on n'a pas de sous, on mange parce qu'on a faim, pas pour se faire plaisir » (femme, 25 ans, Ardèche).

Les situations ne sont cependant pas homogènes. On observe en quelque sorte un phénomène de graduation de la contrainte alimentaire, suivant un continuum allant de la contrainte la plus « faible » à la contrainte la plus « forte ». Parmi notre échantillon de ménages, l'ensemble des situations vis-à-vis de la contrainte alimentaire est représenté. Environ la moitié de notre échantillon se positionne en IA2, c'est-à-dire que les ménages estiment avoir « assez à manger mais pas tous les aliments qu'ils souhaiteraient ».

Cet auto-positionnement met en lumière des situations vécues plus ou moins difficiles. Il confirme par ailleurs l'absence de lien simple entre le niveau de ressources et l'insécurité alimentaire déclarée, puisque seize ménages de notre échantillon ne se déclarent pas en insécurité alimentaire alors même que leurs ressources financières sont comparables, voire parfois inférieures, à celles des autres ménages enquêtés. On retrouve en effet en IA1 des ménages bénéficiaires de minima sociaux (RSA ou pension d'invalidité, par exemple) qui estiment « avoir accès à tous les aliments qu'ils souhaitent ».

Parmi les facteurs engendrant un ressenti particulièrement difficile de l'insécurité alimentaire, se distinguent notamment le parcours antérieur (basculement plus ou moins récent dans la précarité), la présence d'enfants au foyer<sup>11</sup>, la présence de pathologies nécessitant

---

11. Voir à ce sujet la communication donnée par Anna Masullo en 2012 lors d'une conférence du Fonds Français Alimentation & Santé : « une femme, surtout si elle ne travaille pas, a pour activité principale l'alimentation. Mais toutes les étapes – les courses, la cuisine, la consommation des repas – sont soumises à sa situation de précarité. Et si elle a des difficultés à nourrir sa famille, c'est son image de bonne mère qui est en échec » (Masullo, 2012).

un régime spécifique, mais aussi la prégnance des normes alimentaires de référence. Plus l'attachement à ces normes est fort, plus la situation vis-à-vis de l'alimentation est difficile à accepter. L'asymétrie entre normes et pratiques pèse d'autant plus chez les individus des classes populaires, traditionnellement attachées à la consommation et aux formes de prodigalité (Hoggart, 1970, Pétonnet, 1985).

*« Mon fils, il est en bonne santé, mais j'ai peur. Des fois, il me dit 'maman, j'ai faim'. Ça me fait de la peine. J'ai très peur de mal m'en occuper parce que je n'ai pas d'argent et qu'il va lui manquer des choses vitales pour grandir »* (femme, 40 ans, Seine-Saint-Denis).

*« J'achète les produits les moins chers, pareil pour les fruits et légumes. C'est une obligation, je ne peux pas me permettre de mettre davantage d'argent dedans. Les enfants mangent toujours des produits de moindre qualité, des sortes d'ersatz. On ne sait pas vraiment s'ils ont les mêmes qualités nutritives, ce sont des choses que l'on découvrira dans 20 ou 30 ans »* (femme, 36 ans, Moselle).

*« Il y a un peu de honte d'être dans le besoin, on ne peut pas recevoir. Alors, les bons amis ils continuent à nous inviter, mais à un moment on est tristes de ne pas pouvoir rendre l'invitation »* (femme, 56 ans, Seine-Saint-Denis).

De même, le recours à l'aide alimentaire est plus ou moins bien vécu par les ménages interrogés. Il peut être particulièrement douloureux pour ceux ayant récemment basculé dans la précarité en raison d'un accident de la vie, devenant alors synonyme de « déchéance sociale » (Paugam, 2000).

*« Les Restos, j'en avais entendu parler avant, je me disais que c'était très bien, mais je ne pensais pas un jour y venir ! Jamais ! J'avais une bonne situation avant, j'étais mariée, je travaillais... la première fois que je suis venue, j'ai eu mal au ventre, je me suis dit 'ça y est, je suis en train de quémander' »* (femme, 54 ans, Moselle).

Il peut au contraire être mieux vécu par les ménages ancrés de longue date dans la précarité, possédant déjà une certaine maîtrise du fonctionnement et des acteurs de l'intervention sociale (Dupuy, 2012).

*« Ça ne me gêne pas de venir ici, et je continuerai aussi longtemps qu'il le faudra. Je n'ai pas de travail, je suis dans la galère »* (femme, 54 ans, Seine-Saint-Denis)

Il ressort également de l'étude que le niveau d'acceptation du recours à l'aide alimentaire varie en fonction de la forme d'aide délivrée. Les différentes formes d'aides sont ainsi conçues par les ménages comme des paliers, correspondant à des étapes porteuses de sens quant à la façon dont ils se représentent leur position dans l'échelle sociale et leurs possibilités de sortie « par le haut » des difficultés qu'ils traversent. À cet égard, les épiceries sociales ont une image moins négative que les structures associatives de distribution alimentaire, qui représentent le cap symbolique que certains ménages rencontrés se refusent à franchir, car il est pour eux synonyme d'enfermement de longue durée dans la précarité et les assimile à une population « d'exclus » dans laquelle ils refusent de se reconnaître.

### **3.2. Leviers et stratégies de gestion de la contrainte alimentaire**

Les entretiens permettent de dégager une variété de stratégies d'ajustement à la contrainte alimentaire. Pour faire face à leurs difficultés, les individus interrogés mobilisent

différents leviers en matière d'approvisionnement alimentaire, de préparation et stockage de l'alimentation et de gestion des postes de dépense hors alimentation (entretien et hygiène, énergie, transports, etc.).

Il s'agit en premier lieu du recours au *discount* alimentaire. La quasi-totalité des ménages interrogés opère un classement des enseignes en fonction du niveau des prix pratiqués, des types de produits proposés, et de l'éloignement géographique du magasin par rapport à leur domicile. Les enseignes de *hard discount* alimentaire apparaissent toujours en tête du classement réalisé et les produits de premier prix sont privilégiés.

*« Il me faut environ 80 euros par mois pour l'alimentation. Je vais toujours dans les supermarchés les moins chers comme Aldi ou Lidl. J'essaie de faire les courses une fois par semaine et de ne pas dépasser mon budget »* (homme, 41 ans, Moselle).

Pour les parents interrogés, l'inscription des enfants à la cantine est quasi-systématique. Ce levier permet de lever ou atténuer la crainte de ne pas pouvoir nourrir leurs enfants en quantité suffisante, ou de ne pas être en mesure de leur offrir une alimentation équilibrée. L'inscription à la cantine constitue une garantie : le ou les enfants mangera/mangeront un repas complet et équilibré, au moins une fois dans la journée, et quatre ou cinq fois par semaine. Les frais de restauration scolaire pèsent cependant dans le budget des ménages. Certains sollicitent donc des aides auprès des travailleurs sociaux pour pouvoir payer les frais de cantine. Dans tous les cas, ce poste de dépense n'est pas remis en cause.

*« Les enfants mangent à la cantine à midi. C'est important pour eux car ils mangent bio, frais et équilibré »* (femme, 39 ans, Drôme).

Par ailleurs, le recours au réseau d'entraide familial ou amical constitue un mode d'approvisionnement spécifique pour une partie des ménages interrogés, de façon régulière ou ponctuelle. Ces solidarités semblent plus fréquentes dans les territoires qui bénéficient d'une urbanisation moins dense, avec une probabilité plus forte d'avoir un proche travaillant dans le monde agricole ou cultivant un jardin. Au-delà des économies réalisées, les ménages valorisent ce mode d'approvisionnement grâce auquel ils consomment des « produits frais » dont ils connaissent la provenance.

*« Parfois les grands parents de mon fils nous donnent des œufs, de la charcuterie et des légumes car ils savent que j'aime ça. Ils sont paysans »* (femme, 32 ans, Drôme).

*« J'ai une tante qui habite au Bourget et qui a un petit jardin. Elle a fait un potager et il y a des fruits et des légumes qu'elle me donne. L'été surtout, je ramène des cerises, des carottes, des fraises, des oignons. C'est bien pratique, ça m'évite d'acheter, je fais des petites économies, mais surtout, je sais d'où ça vient, où ça a poussé »* (femme, 40 ans, Seine-saint-Denis).

*« J'ai de la chance pour les légumes et les fruits, mes parents habitent dans un petit village à côté de Metz et ils ont un potager. Ils m'en donnent très souvent, environ une ou deux fois par mois. Cela me permet de faire des économies, et puis surtout, je mange des légumes frais »* (homme, 41 ans, Moselle).

Une partie des individus interrogés se rend à la fin du marché lorsque les légumes invendus ou abîmés sont bradés, voire donnés gratuitement. Cette stratégie est présentée comme doublement avantageuse, permettant de réaliser des économies et de manger des produits de meilleure qualité qu'en *hard discount*. Quelques ménages travaillant dans le secteur

de la restauration récupèrent les restes de nourriture en fin de service, et de rares enquêtés déclarent « faire les poubelles ».

Les ménages rencontrés ont aussi, en très grande majorité, recours aux services de l'aide alimentaire, affichant des modes de fonctionnement variés en termes de « recrutement », de conditions de distribution, et de produits servis (Darmon *et al.*, 2010). Dans le cadre de notre panel d'enquêtés, cette aide alimentaire prend le plus souvent la forme de paniers de denrées<sup>12</sup>. Elle peut aussi prendre la forme d'aides en espèces ou de dons, de repas chauds ou sandwiches fournis par des centres de distribution. Les épiceries sociales ou solidaires proposent des produits alimentaires (mais également quelques produits d'hygiène et d'entretien) à moindre coût.

Par ailleurs, les ménages interrogés adaptent leurs modes de préparation des repas. Ainsi, le stockage et la congélation apparaissent comme des pratiques répandues. Ils peuvent également être amenés à développer de nouvelles façons de cuisiner. Afin de réaliser des économies, certains ménages font évoluer leurs pratiques alimentaires en faveur du « fait maison ». À défaut de pouvoir diversifier les aliments dont ils disposent, une partie des ménages interrogés tente d'introduire de la variété dans son alimentation quotidienne à travers l'intégration d'aliments de substitution aux recettes existantes (remplacement d'un ingrédient par un autre moins coûteux) ou le changement régulier de l'accompagnement du plat réalisé. Enfin, lorsqu'ils disposent de plats tout prêts, les ménages n'hésitent pas à les recuisiner pour les adapter à leurs goûts.

*« Je m'organise tout le temps pour faire des gros plats. Ça veut dire un repas pour trois qui peut durer trois ou quatre jours. Une espèce de grosse marmite. Alors évidemment, on ne mange pas ce plat les quatre repas qui suivent, parce que les enfants et moi, nous en aurions marre. Mais je congèle le plat et je le sers à nouveau la semaine prochaine. Cette organisation me permet de dégager du temps pour moi, pour ma formation, mais c'est aussi un moyen de faire des économies, j'en suis convaincue. J'économise à la fois du temps et de l'argent »* (femme, 36 ans, Moselle).

*« J'achète à prix cassé et puis je prépare et je congèle pour la plupart. Je fais des réserves, je sais comment cuisiner pour plus tard »* (femme, 65 ans, Ardèche).

Ces différents leviers de gestion de l'insécurité alimentaire s'inscrivent dans une logique d'économie ménagère générale affectant l'ensemble des postes de dépense du foyer, bien que certaines dépenses soient volontiers considérées comme prioritaires, comme celles liées au logement. Les ménages interrogés mettent au point des stratégies de réduction pour l'ensemble de leurs postes de dépense, ce qui implique, au-delà de la seule alimentation, l'habillement, le transport, etc. Ils mobilisent sur ces postes des stratégies similaires à celles développées pour atténuer la contrainte alimentaire (achat de produits « premiers prix » dans des lieux spécifiques, dons de proches), et abandonnent d'anciennes pratiques jugées trop coûteuses (en termes de mobilité ou de consommation d'énergie).

---

12. Signalons ici que les ménages rencontrés ne font généralement pas la différence, dans leurs discours, entre les appellations officielles « paniers » et « colis » (cette dernière étant réservée aux colis d'urgence), et peuvent utiliser indifféremment les deux mots pour qualifier les paniers.

### **3.3. Modalités de gestion de l'insécurité alimentaire et adéquation des réponses apportées par l'aide alimentaire : quatre catégories se dégagent**

Pour gérer au mieux les contraintes qu'ils subissent, les ménages activent ces différents leviers différemment en fonction des ressources disponibles dans leur environnement (revenus, amis, congélateur, etc.). La combinaison des leviers dessine des positionnements, des styles ou des « stratégies » spécifiques d'ajustement à la contrainte alimentaire. L'analyse des discours et des pratiques des ménages enquêtés nous amène ainsi à dresser une « typologie » des ménages en fonction de leur mode de gestion de l'insécurité alimentaire et de leur positionnement vis-à-vis de l'aide alimentaire.

Quatre types de ménages ont été dégagés par l'étude. Ces modes de gestion se rapportent moins à des profils-types clairement circonscrits qu'à des « étapes » dans des parcours d'entrée, de sortie et parfois d'ancrage durable dans la précarité. Ainsi, des ménages peuvent passer progressivement d'un mode de gestion à l'autre, en fonction de l'évolution de leur situation (amélioration ou dégradation de celle-ci). En ce sens, l'enquête confirme bien la dimension temporelle de l'insécurité alimentaire. Elle éclaire le caractère discontinu ou durable du recours à l'aide, ainsi que les degrés de dépendance plus ou moins importants des ménages à l'égard des dispositifs d'aide.

#### **• Type 1 - « L'autogestion » de la contrainte alimentaire : une stratégie limitée à la rationalisation des dépenses et au recours à la solidarité familiale**

Le premier type identifié est celui des « autogestionnaires ». Il s'agit de ménages ayant connu une baisse de ressources importante (liée à un « accident de la vie », une perte d'emploi, au passage à la retraite, etc.), qui ont essentiellement recours à la solidarité familiale et sociale et ne mobilisent pas l'aide alimentaire en raison d'une méconnaissance des dispositifs, de représentations négatives à l'égard de ces derniers ou parce qu'ils estiment que ces types d'aide ne les concernent pas, par exemple lorsque leurs difficultés leur apparaissent comme transitoires.

La baisse de revenus survient dans un contexte budgétaire où les ménages doivent par ailleurs faire face à d'importantes charges « incompressibles » (loyer ou traites d'emprunt bancaire, frais de transports, etc.), parfois cumulées avec d'autres types de dépenses (frais médicaux, pension alimentaire à régler à leur ex-conjoint, dettes ou crédits à rembourser, etc.).

Confrontés au brutal décalage entre leurs revenus et leurs dépenses mensuelles, les ménages concernés réagissent en modifiant leurs modalités de consommation et en s'efforçant d'économiser sur les postes de dépenses pouvant faire l'objet d'un réajustement immédiat, tels que l'alimentation, les frais d'habillement, les loisirs, etc. Malgré les difficultés financières, un certain nombre de charges incompressibles continuent à être réglées, notamment les loyers ou traites d'emprunt qui font partie des dépenses jugées prioritaires. D'autres postes de dépenses sont également maintenus : les frais de transport ou de téléphone (jugés nécessaires par les ménages qui cherchent un emploi), les dépenses de santé le cas échéant, etc.

## Portrait 1 - M<sup>me</sup> J., retraitée peu mobile et éloignée des services sociaux

Madame J., 72 ans, perçoit actuellement une retraite mensuelle de 1 600 euros nets et est locataire du même appartement depuis 1963 pour un loyer de 600 euros mensuels. En 2006, le décès de son mari a provoqué une baisse de revenus (revenus mensuels passant d'environ 3 000 euros à 1 600 euros), et a nécessité que M<sup>me</sup> J. se charge de la gestion budgétaire du foyer. Ce changement n'a pas été sans difficulté puisque cette tâche revenait depuis de nombreuses années à son époux : *« C'est pas moi qui m'occupait de tout ça, c'était René qui gérait tout. Après sa mort, je me suis retrouvée complètement perdue, je ne savais même pas de combien était le loyer. »* Bien que les frais liés au logement de M<sup>me</sup> J. soient élevés et représentent la moitié de ses revenus (600 euros de loyer et 200 euros mensuels de frais énergétiques), cette dernière est très attachée à l'appartement familial et ne souhaite pas déménager. Par ailleurs, M<sup>me</sup> J. a contracté une dette importante de 50 000 euros, qui nécessite un remboursement mensuel de près de 300 euros pendant 10 ans.

Âgée et malade, M<sup>me</sup> J. éprouve de grandes difficultés à faire face à ses dépenses notamment en raison de frais médicaux importants (arthrose, maladie de la hanche, diabète, cholestérol), et se retrouve contrainte de limiter son poste de dépenses alimentaires à moins de 100 euros par mois. Pour cela, elle saute des repas : *« J'essaie souvent de faire des économies sur les repas. Je prends un café sans sucre et je ne mange pas, c'est toujours ça de gagné. Ce n'est pas bien pour moi, il faut manger à heure fixe surtout quand on fait du diabète »*. Peu mobile, M<sup>me</sup> J. peut compter sur son petit-fils qui se charge de faire

ses commissions et respecte ses directives, c'est à dire d'aller au moins cher : *« j'envoie mon petit fils faire les courses dans les magasins les moins chers ou je lui demande de prendre les sous-marques à Cora parce que je suis obligée »*. Par ailleurs, une voisine, au courant de sa situation, est un véritable soutien et lui apporte très régulièrement des petits plats mijotés.

Peu habituée à recourir aux services sociaux, M<sup>me</sup> J. a cependant contacté le CCAS de sa ville il y a 2 ans, suite à une information publiée dans le journal municipal indiquant la possibilité pour les personnes âgées de bénéficier de *« personnes de compagnie »*. Par ce biais, M<sup>me</sup> J. a eu un rendez-vous avec une assistante sociale, ce qui lui a permis d'accéder à une aide financière exceptionnelle de 100 euros, début 2013.

Pour autant, peu de solutions s'offrent à M<sup>me</sup> J. pour faire évoluer sa situation. Effectivement, après une vie de dur labeur, M<sup>me</sup> J. ne souhaite pas demander de l'aide à des associations caritatives d'aide alimentaire, auxquelles, d'après son assistante sociale, ses revenus ne lui permettraient pas d'accéder ; *« Ça me gêne de demander pour avoir de la nourriture, j'ai l'impression d'être une mendiante, je ne veux pas aller aux Restaurants du Cœur. Et puis elle m'en a parlé un peu une fois M<sup>me</sup> S. (assistante sociale) mais elle a dit que je gagnais trop. C'est pas grave, je veux pas de toute façon »*.

En outre, cette solution est peu compatible avec les difficultés qu'éprouve M<sup>me</sup> J. à se déplacer.

Le « raccrochage » de ces ménages aux services sociaux et leur recours à l'aide alimentaire peut être le fruit de plusieurs dynamiques. L'origine peut se trouver dans la prise de conscience d'une installation de la situation de précarité, voire d'une dégradation de la situation, qui les incite à se rapprocher des services du CCAS de leur commune, pour des aides financières ou liées au paiement des factures. Il peut aussi s'opérer de façon indirecte, les ménages sollicitant un service qui n'est pas « étiqueté » comme un service d'action sociale en tant que tel, mais qui va servir de passerelle vers l'aide alimentaire.

Pour autant, parmi les ménages qui passent le cap d'activer les aides sociales, certains peuvent se voir exclus des dispositifs d'aide alimentaire car ne répondant pas aux critères d'attribution.

• **Type 2 - L'aide alimentaire comme levier de gestion indirecte du budget pour des ménages aux ressources instables et peu élevées**

Le deuxième type est celui des « gestionnaires indirects ». Il s'agit de travailleurs pauvres, au parcours dans l'emploi fragile et chaotique. Leurs ressources sont peu élevées et instables, mais sont néanmoins trop élevées pour leur permettre d'accéder à un certain nombre d'aides sociales, réservées aux bénéficiaires de minima sociaux ou aux personnes sans ressources. Parallèlement, leurs charges mensuelles incompressibles représentent une part importante de leurs revenus. Astreints à une gestion très serrée de leur budget, ces ménages ont peu de marges de manœuvre pour faire face aux imprévus et aux dépenses exceptionnelles. Leur épargne quasi inexistante les rend par ailleurs très sensibles au moindre écart financier : la réparation d'un véhicule, l'achat d'électroménager, un rappel de charges, des frais de santé, etc.

Les ménages de cette catégorie ont franchi le pas et pris contact avec les services sociaux afin d'être aidés. Le recours à l'aide sociale n'est cependant pas motivé par l'insécurité alimentaire *stricto sensu* : à l'origine, les ménages concernés se sont le plus souvent adressés aux travailleurs sociaux afin d'obtenir une aide pour régler des factures impayées.

Ils mobilisent l'aide alimentaire de façon discontinue, comme variable d'ajustement budgétaire afin d'apurer une dette ou de faire face à une dépense imprévue. Elle leur fournit des denrées de base qu'ils complètent par des achats au sein des commerces classiques, et leur permet ainsi de dégager une marge de manœuvre budgétaire pour d'autres postes de dépense et de maintenir, dans une certaine mesure, leurs pratiques alimentaires habituelles. Le recours de ces ménages à l'aide alimentaire est alors ponctué d'allers-retours dans le dispositif pour des durées relativement courtes.

## Portrait 2 - Mme H., employée à temps partiel et bénéficiaire d'une épicerie sociale dans le cadre d'un apurement de ses dettes

Madame H., 64 ans, exerce à temps partiel en tant qu'aide à domicile, et perçoit un salaire mensuel net de 587 €. Divorcée depuis un an, elle a acquis un petit pavillon grâce à la revente de son ancien domicile, acheté en commun avec son ex-conjoint. Elle est aujourd'hui confrontée à des frais énergétiques très élevés, de l'ordre de 220 € par mois, qui grèvent très lourdement son budget, représentant près du tiers de celui-ci.

Au-delà de ces frais énergétiques, Madame H. éprouve des difficultés à faire face à l'ensemble de ses dépenses, sa séparation ayant considérablement déstabilisé et fragilisé sa situation financière. Elle a d'ailleurs contracté une dette fiscale (taxe foncière et habitation) estimée à 1 154 €. Dans ce cadre, Madame H. s'est vue contrainte, il y a plusieurs mois, de se rapprocher des services sociaux de sa commune, qu'elle n'avait jusqu'alors jamais contactés. L'assistante sociale qui suit sa situation a demandé un diagnostic énergétique afin de faire le point sur les possibilités de réduction

de sa consommation d'énergie. Celui-ci n'a finalement pas pu être réalisé, l'organisme chargé du diagnostic ayant vu ses subventions subitement coupées.

Dans ce contexte, l'assistante sociale a orienté Madame H. vers l'épicerie sociale, motivant son orientation par « *la demande d'un soutien financier en attente de l'obtention de la retraite, dans l'objectif d'un apurement des dettes* ». Madame H. a obtenu un accès à l'épicerie sociale pour 6 mois, récemment renouvelé.

Madame H. bénéficie d'un panier de 60 €/mois (montant peu élevé en raison de sa situation de célibataire et de son reste-à-vivre<sup>13</sup> relativement important), sur lequel elle participe à hauteur de 12 € par mois. Elle consomme peu en dehors de l'épicerie sociale, par le biais de laquelle elle acquiert des « *pâtes, des conserves, des légumes, et un peu de viande* ». Ses courses dans les supermarchés concernent surtout l'achat de produits d'hygiène.

À l'égard des dispositifs d'aide, ces ménages expriment un vécu relativement positif, leurs attentes portant essentiellement sur l'accessibilité des structures, dont les horaires ne concordent pas toujours avec leurs contraintes professionnelles.

### • Type 3 - Les « multi-activateurs » : des ménages ancrés dans la précarité et qui mobilisent simultanément, et dans la durée, différents dispositifs d'aide alimentaire

Le troisième type est celui des ménages « multi-activateurs », ménages aux ressources peu élevées, ancrés durablement dans la précarité, qui combinent différents leviers et types d'aide alimentaire dans la durée.

Les ménages de ce type sont installés dans la précarité depuis plusieurs années, leurs revenus reposant largement sur les aides sociales (bénéficiaires du RSA, parents isolés sans emploi, chômeurs en fin de droits, etc.). Leurs ressources sont stables, mais structurellement peu élevées au regard de leurs charges courantes. Ces ménages peinent à faire face au « coût de la vie » de manière générale, et ont développé des pratiques et des savoir-faire

13. Le reste à vivre individuel journalier de l'aide alimentaire résulte de la différence entre les ressources et les dépenses contraintes. Les ressources sont : salaires, prestations sociales, pensions, indemnités, retraites. Les dépenses contraintes sont : loyers et charges, assurances et mutuelles, fluides (électricité, eau, gaz, fuel), impôts, taxes et redevances, téléphone et internet, transport (essence, carte bus-métro), scolarité-cantine, garde d'enfants, remboursement de crédits, frais liés à la santé et les versements de pensions alimentaires. Toutefois, il convient de souligner que le mode de calcul du reste-à-vivre peut varier selon les structures, notamment dans le choix des dépenses éligibles.

spécifiques en matière d'économie ménagère. Orientés par les services sociaux, ils ont franchi le cap du recours à l'aide alimentaire et ce recours s'est progressivement inscrit dans la durée et « routinisé » : ils peuvent ainsi passer d'une structure à l'autre, voire fréquenter simultanément plusieurs structures d'aide alimentaire.

### Portrait 3 - M<sup>me</sup> K. 35 ans, multi-activatrice de l'aide alimentaire en raison d'un déficit budgétaire structurel

M<sup>me</sup> K., 35 ans, vit seule avec ses deux enfants (13 et 10 ans) depuis le décès de son conjoint, survenu brutalement l'an dernier. Bénéficiaire des aides sociales depuis de nombreuses années, elle perçoit le RSA auquel s'ajoutent environ 200 euros mensuels de prestations sociales. Locataire d'un T3 depuis douze ans au sein du parc social, M<sup>me</sup> K. doit s'acquitter de 100 euros de loyer mensuels – APL déduites – auxquels s'ajoutent environ 150 euros de charges (gaz et électricité).

Malgré l'absence de dettes et la mise en œuvre de multiples stratégies afin de limiter ses dépenses, M<sup>me</sup> K. explique être en déficit budgétaire structurel : « *Je n'ai pas de factures en retard, je me fais prélever dès que le RSA et les allocations tombent. En début de mois, je tire 300 euros, puis je donne ma carte bleue à ma mère pour être sûre de ne pas céder jusqu'à la fin du mois. Pourtant je finis toujours le mois dans le rouge, pas énormément, mais de 50 euros* ».

Face à ce constat, M<sup>me</sup> K. n'a pas d'autre choix que de solliciter l'aide alimentaire sous ses différentes formes. Elle fréquente ainsi de manière hebdomadaire deux associations de distributions de paniers, et demande ponctuellement l'aide de l'assistante sociale afin d'avoir accès à des bons alimentaires ; « *comment vous voulez que je fasse autrement ? En faisant comme cela je suis déjà à zéro à la fin du mois, il ne me reste plus rien du tout, alors sans les distributions...* ». Au fil des ans et de l'accumulation de difficultés, M<sup>me</sup> K. s'est peu à peu coupée de son réseau social. Elle a aujourd'hui très peu de contact avec l'extérieur, hormis sa mère, elle aussi bénéficiaire de l'aide alimentaire : « *J'ai plus d'amis, je me suis faite avoir trop de fois dans le passé. Lorsque j'ai eu des difficultés, personne n'a été là pour moi. J'ai seulement ma mère qui elle aussi est en difficulté financière. Avant, on allait manger chez elle, elle nous invitait avec*

*mes enfants, mais aujourd'hui ce n'est plus possible. Ce n'est pas de sa faute* ».

Les contacts entretenus avec les bénévoles des associations fréquentées importent beaucoup pour M<sup>me</sup> K. qui trouve une forme de réconfort dans ses échanges qui participent à déculpabiliser son recours ; « *les bénévoles sont très gentils aux restaurants du cœur comme au secours populaire. On parle un peu, ils demandent comment ça va. On peut leur raconter parce que de toute façon ils savent bien que si l'on est ici, c'est que l'on est en difficulté* ». À l'inverse, les rapports avec les services sociaux sont plus complexes. Cette tension prend naissance dans le sentiment de M<sup>me</sup> K. d'être insuffisamment soutenue par son assistante sociale. « *Je me débrouille pour payer toutes mes factures, et cela, même s'il faut que je me prive sur la nourriture. Alors évidemment, comme je n'ai pas d'impayé, elle pense que tout va bien. Mais ce n'est pas vrai, on ne mange pas assez, on ne mange pas de tout. Mon fils Thomas a 10 ans et fait de l'anémie parce que l'on ne mange pas assez de viande, vous trouvez ça normal ? Les assistantes sociales, il faut les supplier pour avoir un bon, à tel point que j'y vais de moins en moins* ».

M<sup>me</sup> K. éprouve un fort sentiment d'impuissance vis-à-vis de sa situation, conséquence d'une précarité installée qui n'arrive pas à être dépassée malgré de nombreux efforts fournis. Cette situation sclérosée impacte directement le moral de M<sup>me</sup> K. et son rapport à l'alimentation. « *Je suis complètement déprimée. Trop de soucis, et je vois pas comment je vais m'en sortir. Avec mes enfants on n'arrive plus à profiter de la vie, on n'a pas assez d'argent pour faire autre chose que galérer. Même au niveau de l'alimentation, je le ressens, je n'ai plus d'appétit, je mange de moins en moins, d'un côté parce que je préfère donner à mes enfants, et de l'autre côté parce que j'ai l'appétit coupé* ».

Les ménages de ce type expriment un ressenti plus mitigé à l'égard des structures d'aide alimentaire : s'ils y trouvent un réconfort social, ils regrettent néanmoins l'absence de diversité des produits proposés, leur faible qualité gustative, ainsi que les rapports parfois culpabilisants ou infantilisants entretenus avec les intervenants des dispositifs.

**• Type 4 - Les ménages « mono-gestionnaires », qui n'ont d'autre levier à activer que le recours à l'aide alimentaire**

Enfin, le quatrième type est celui des « mono-gestionnaires », des ménages aux ressources très faibles voire inexistantes, qui conjuguent diverses difficultés (administratives, liées au logement, sociales, etc.) et dont l'alimentation est presque entièrement dépendante de la seule aide alimentaire.

Cette catégorie de ménages regroupe des personnes qui vivent un parcours « de galère », caractérisé par les difficultés généralisées, tant sociales qu'économiques, administratives ou résidentielles, qui se cumulent et se renforcent. Dans le cadre de notre échantillon, la figure caractéristique de cette catégorie est celle du ménage sans papiers logé à l'hôtel, et ne bénéficiant d'aucune ressource financière. L'alimentation est une préoccupation forte, qui s'appréhende au jour le jour : l'impératif est de pouvoir se nourrir afin de répondre à des besoins vitaux. Les préoccupations liées au logement sont également très présentes.

Parmi ces ménages, nombreux sont ceux qui ne sont pas intégrés aux circuits de l'action sociale : leur situation administrative les place hors cadre, hors critères. Les aides financières qu'ils mobilisent sont des aides ponctuelles et non pérennes, qui n'assurent pas un minimum de ressources stables. Leur réseau d'entraide est peu étendu et difficile à mobiliser : pour les personnes immigrées, il s'agit d'un réseau communautaire parfois éloigné géographiquement. Les autres ménages de cette catégorie ont peu de ressources familiales et sont relativement désocialisés.

L'aide alimentaire représente parfois leur seule et unique source d'alimentation. Ces ménages n'étant pas en mesure de compléter les denrées distribuées à l'aide alimentaire en s'appuyant sur d'autres sources d'approvisionnement, leurs apports nutritionnels en dépendent largement. De ce fait, dans la mesure où les dispositifs d'aide alimentaire ne sont pas conçus pour fournir l'intégralité des repas, ils subissent une forme de sous-alimentation chronique.

#### Portrait 4 - Madame S., sans-papier et sans ressources, dont l'accès à l'alimentation est subordonné aux distributions de colis des Restaurants du Cœur

Madame S., 40 ans, vit seule avec son fils de 10 ans et est hébergée depuis un an dans un hôtel d'Aubervilliers. Anciennement résidente aux États-Unis, M<sup>me</sup> S. a préféré quitter son pays d'adoption à la suite de son divorce suite à des violences conjugales. De nationalité marocaine, M<sup>me</sup> S. a, par la suite, choisi de s'installer en France de manière à s'abstraire des pressions familiales, et cela, bien qu'elle ne dispose pas de titre de séjour.

Sa situation administrative engendre l'impossibilité d'accéder à un emploi légal ainsi qu'aux aides sociales de droit commun. Ainsi, M<sup>me</sup> S., hormis quelques heures de ménages rémunérées au noir, est actuellement dépourvue de ressources et dispose uniquement d'aides ponctuelles du Conseil Général mobilisées au titre de la protection de l'enfance, et de quelques revenus ponctuels ; « *J'ai deux heures de ménages toutes les deux semaines, ça fait un peu près 40 euros par mois, sinon je n'ai rien ! De temps en temps, l'assistance sociale me fait un bon pour payer la cantine de mon fils. Mais c'est tout* »

En conséquence, l'aide alimentaire constitue pour M<sup>me</sup> S. le seul levier d'approvisionnement possible afin d'accéder à des denrées alimentaires. En outre, comme M<sup>me</sup> S. n'est pas domiciliée, elle ne peut accéder à l'épicerie sociale de sa commune et dépend uniquement des paniers distribués par les Restaurants du Cœur. Cette dépendance constitue une angoisse importante pour M<sup>me</sup> S. qui explique être très inquiète lors de l'arrivée de la période estivale qui est synonyme de la fermeture des Restaurants du Cœur ; « *L'arrivée de l'été ça m'angoisse, il n'y a plus les restaurants du cœur. L'an dernier, l'assistante sociale m'a fait un mot exceptionnellement pour que j'aie dans une autre association. J'espère que cette année on pourra faire la même chose. Sinon*

*je ne sais pas comment on va manger. Je n'ai que ça !* ». Ces tensions au regard de l'alimentation poussent M<sup>me</sup> S. à sauter très régulièrement des repas et à privilégier l'apport en aliments énergétiques qui parviennent davantage à combler la sensation de faim.

Par ailleurs, M<sup>me</sup> S. apparaît peu mobile et très contrainte dans ses déplacements, faute de ressources : « *Je fais tout à pieds. J'ai trop peur de payer une amende dans les transports. Alors il y a plein d'endroits où je ne peux pas aller, comme l'association où ils donnent des repas chauds gratuitement. Je sais qu'elle existe, mais c'est trop risqué d'y aller* ». En outre, Madame M. explique ne pouvoir compter que sur un réseau familial très réduit (une tante), dont les liens se distendent en raison de la faible capacité de Madame M. à être mobile. « *Toute ma famille est au Maroc, sauf une de mes tantes qui a un petit pavillon dans le 93. Elle a un potager et lorsque j'y vais elle me donne quelques fruits et légumes. Mais on y va que deux fois dans l'année, parce que il faut prendre le RER et on n'a pas l'argent pour le payer* ».

Hébergée à l'hôtel avec son fils, M<sup>me</sup> S. éprouve de grandes difficultés logistiques à gérer la préparation et le stockage des aliments. « *Pour faire la cuisine, ce n'est vraiment pas pratique. Dans la cuisine commune, il y a un tout petit réfrigérateur, deux petites plaques et un micro-onde, mais ça ne marche pas très bien et les gens volent, alors je ne les utilise pas. En plus, en général, c'est très sale. Moi, même si c'est interdit, j'ai dans ma chambre, une plaque, et un four micro-onde, je prépare comme cela. Le problème est pour stocker les aliments au frais, en hiver ça va mais l'été, c'est compliqué. Et puis, les odeurs aussi, parce que l'on cuisine dans la pièce où l'on mange, où l'on dort, où l'on fait tout* ».

Les attentes de ces ménages portent alors à la fois sur la quantité des aliments proposés, dans la mesure où l'aide n'est pas conçue pour assurer l'intégralité des repas, et sur l'adaptation des aliments délivrés à leurs capacités matérielles (stockage et préparation) et à leurs pratiques alimentaires de référence.

## Conclusion

L'enquête qualitative menée auprès de ménages aux ressources modestes, en insécurité alimentaire ou pas, bénéficiaires ou non de l'aide alimentaire, apporte un éclairage complémentaire aux différents travaux menés sur les pratiques alimentaires des plus démunis. Elle permet notamment de préciser la réalité des contraintes vécues par ces ménages au quotidien.

L'étude a permis de dégager quatre modes de gestion de la contrainte alimentaire, correspondant moins à des profils types de ménages qu'à des « étapes » dans des parcours d'entrée, de sortie et parfois d'ancrage dans la précarité. À la lecture des portraits ainsi dressés, surgissent de nombreuses questions sur la nature de l'insécurité alimentaire, la responsabilité des individus et la prise en charge collective de ces situations, à travers les dispositifs d'aide alimentaire. La démarche typologique peut alors enrichir la compréhension des mécanismes d'exclusion et d'« invisibilisation » qui frappent les individus s'écartant des catégories de perception sur lesquelles reposent les politiques d'aide alimentaire.

Les résultats de cette enquête indiquent par ailleurs que les attentes de ces ménages à l'égard de l'alimentation, qu'ils soient bénéficiaires ou non bénéficiaires de l'aide alimentaire, s'organisent autour de trois axes :

- la qualité des produits (c'est-à-dire des produits frais, sains et goûteux) ;
- la diversité des denrées permettant une alimentation équilibrée et moins monotone ;
- l'accès à une certaine autonomie, qu'il s'agisse du choix des denrées ou, dans le cadre de l'aide alimentaire, dans leur rapport aux dispositifs et aux bénévoles.

Ainsi, au regard des attentes et des besoins exprimés par les ménages rencontrés, l'enquête permet d'identifier plusieurs pistes d'actions. L'une d'entre elles consisterait à mieux faire connaître l'aide alimentaire et à améliorer le repérage des ménages en insécurité alimentaire, afin de favoriser leur « raccrochage » aux dispositifs existants, en mobilisant l'ensemble des acteurs intervenant au contact des publics en difficulté. Un autre axe de travail consisterait à faire évoluer la place des usagers au sein des dispositifs d'aide alimentaire, en travaillant notamment à une évolution des représentations des travailleurs sociaux et des bénévoles à l'égard des bénéficiaires.

L'enquête souligne également la nécessité d'améliorer l'accessibilité des dispositifs d'aide alimentaire, en travaillant aussi bien sur l'accès physique et géographique que sur les horaires de distribution et les périodes d'ouverture des structures. Enfin, l'enquête questionne plus largement le sens de l'aide alimentaire, son rôle et ses fonctions actuelles, et invite à penser son articulation avec des formes alternatives à l'aide alimentaire classique, pour répondre aux besoins de l'ensemble des ménages concernés.

## Références bibliographiques

- AFSSA, 2009, *Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA 2)*, données 2006-2007.
- Bellin-Lestienne C., Deschamps V., Noukpoapé, Hercberg S., Castetbon K., 2007, *Alimentation et état nutritionnel des bénéficiaires de l'aide alimentaire – Étude Abena, 2004-2005*, Institut de veille sanitaire, Université de Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers, Saint-Maurice, 2007, 74 pages.
- César C., 2007, *Étude Abena 2004-2005. Comportements alimentaires et situations de pauvreté. Aspects socio-anthropologiques de l'alimentation des personnes recourant à l'aide alimentaire en France*, Institut de veille sanitaire, Université Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers.
- Darmon N., Bocquier A., Vieux F., Caillavet F., 2010, « L'insécurité alimentaire pour raisons financières en France », *La lettre de l'ONPES*, juin.
- Dupuy A., « L'alimentation des personnes en situation de 'pauvreté installée' ou de 'nouvelle précarité' », in *Lettre scientifique du Fonds Français Alimentation & Santé* n° 4, février 2012.
- Escalon H., Bossard C., Beck, F. (dir.), 2009, *Baromètre santé nutrition 2008*, Saint-Denis, coll. Baromètres santé, 2009 : 424 p.
- Grange D., Castetbon K., Guibert G., Vernay M., Escalon H., Delannoy A., Féron V. et Vincelet C., 2013, *Alimentation et état nutritionnel des bénéficiaires de l'aide alimentaire – Étude Abena 2011-2012 et évolutions depuis 2004-2005*, Observatoire régional de santé Île-de-France, Institut de veille sanitaire, Institut national de prévention et d'éducation pour la santé.
- Hoggart R., 1970, *La Culture du pauvre, étude sur le style de vie des classes populaires en Angleterre*, Paris, Éd. de Minuit 1970.
- Martin-Fernandez J., Grillo F., Parizot I., Caillavet F., Chauvin P., 2013, « Prevalence and socioeconomic and geographical inequalities of household food insecurity in the Paris region, France, 2010 », *BMC Public Health*, 13, 1, 486.
- Masullo A., 2012, « Représentation et stratégie alimentaire des personnes en situation de précarité », Communication présentée lors de la conférence du Fonds Français Alimentation & Santé, 14 février.
- Mathé T., Tavoualris G., Pilotin T., « La gastronomie s'inscrit dans la continuité du modèle alimentaire français », *Cahier de recherche du CRÉDOC*, 267.
- Okbani N., 2013, « Le non-recours au RSA activité : étude exploratoire en Gironde », *Dossier d'étude CNAF*, 164.
- Paugam S., 2000, *La Disqualification sociale. Essai sur la nouvelle pauvreté*, Paris, Presses Universitaires de France.

Pétonnet C., 1985, *On est tous dans le brouillard. Ethnologie des banlieues*, Paris, Galilée, 1985.

Poulain J.-P., 2002, *Manger aujourd'hui, attitudes, normes et pratiques*, Paris, Privat.

Radimer K.L., Olson C.M., Greene J. et Habicht J.-P., 1992, « Understanding hunger and developing indicators to assess it in women and children », *Journal of Nutrition Education*, 24, pp. 36-45.

# L'adaptation de l'agriculture à la disponibilité de la ressource en eau

## Le cas de la Drôme des Collines

---

Gabrielle Rucheton<sup>1</sup>, Sylvie Morardet<sup>2</sup>, Pierre Ruelle<sup>1</sup>, Jean-Louis Fusillier<sup>3</sup>  
et Jacques Fabre<sup>1</sup>

### Résumé

*Cet article présente la méthode et les résultats d'une étude sur l'adaptation de l'agriculture à la disponibilité de la ressource en eau dans la Drôme des Collines. Cette étude visait à répondre aux questions suivantes : 1) Quel serait l'impact économique d'une réduction du volume prélevable pour l'irrigation agricole sur les exploitations et les filières ? 2) Quelles solutions d'adaptation et mesures d'accompagnement pourraient être mises en place pour atténuer cet impact économique ? Afin de comprendre au mieux les enjeux locaux liés à la réforme des volumes prélevables, une démarche participative a été mise en œuvre, avec une forte implication de l'équipe prestataire sur le terrain et une mobilisation des acteurs locaux, notamment de la profession agricole. Cette approche a permis d'élaborer un diagnostic partagé de l'agriculture en Drôme des Collines, à l'échelle des exploitations et des filières. L'impact d'une réduction des autorisations de prélèvements en eau (- 40 %) a été simulé sur les indicateurs-clefs (EBE, production et volume d'eau consommé). Sur proposition des acteurs du territoire, des mesures d'adaptation ont aussi été envisagées et analysées en termes d'impacts. Au-delà du cas de la Drôme des Collines, l'article dégage des éléments de méthode transposables sur d'autres territoires et met en perspective l'approche choisie avec celles de travaux similaires.*

### Mots clés

Irrigation, gestion quantitative de l'eau, volumes prélevables, agriculture, Drôme des Collines, territoire, impact économique

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

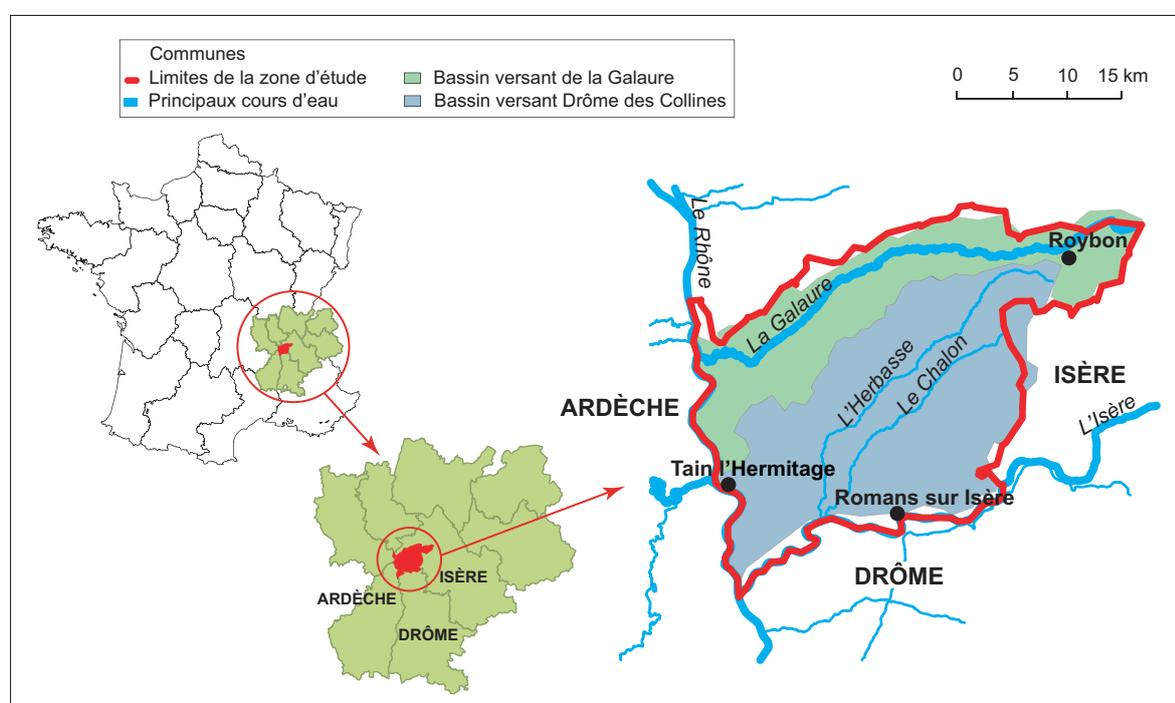
---

1. Diatae.  
2. Irstea, UMR G-eau.  
3. Cirad, UMR G-eau.

La directive cadre européenne sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 fixe aux États membres des objectifs quantitatifs et qualitatifs de bon état des masses d'eau. Les États doivent notamment résorber les éventuels déséquilibres entre les volumes prélevés pour différents usages et les ressources disponibles. La transposition en droit français à travers la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006 prévoit le calcul de volumes maximum prélevables dans certaines zones à déficit hydrique structurel, les Zones de Répartition des Eaux (ZRE).

Le territoire de la Drôme des collines, situé en région Rhône-Alpes, est touché par cette problématique, mais seulement pour partie (les prélèvements dans le fleuve Rhône et la rivière Isère ne sont pas concernés). Il a fait l'objet de deux études Volumes prélevables<sup>1</sup> sur les sous-bassins de la Galaure et de l'Herbasse (Artelia - MGX, 2012), avec des préconisations de réduction des prélèvements totaux pouvant aller jusqu'à 45 %.

Carte 1 - Localisation et délimitation de la zone d'étude



Source : IGN

Comme dans de nombreux bassins versants français, l'irrigation constitue le premier prélèvement dans la ressource en eau. Elle est essentielle pour l'agriculture de la zone (25% de surfaces irriguées). Celle-ci occupe près de 65 % du territoire, et constitue un des enjeux majeurs pour le territoire, avec notamment un rôle économique, paysager et identitaire. La Drôme des Collines est caractérisée par de multiples productions agricoles, une pluralité des techniques d'irrigation, ainsi que par une grande diversité de filières et de leur fonctionnement – la proximité de grandes agglomérations (Lyon, Valence, Grenoble) favorisant le développement de circuits courts. De plus, les ressources en eau mobilisées sont variées, souterraines et superficielles.

1. Liens internet : [http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/gestion-quantitative/EEVPG/Drome-des-collines/EVP\\_Drome\\_collines\\_rapport\\_juillet2012.pdf](http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/gestion-quantitative/EEVPG/Drome-des-collines/EVP_Drome_collines_rapport_juillet2012.pdf)  
[http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/gestion-quantitative/EEVPG/Galaure/EVP\\_Galaure\\_rapport\\_juillet2012.pdf](http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/docs/gestion-quantitative/EEVPG/Galaure/EVP_Galaure_rapport_juillet2012.pdf)

L'étude commanditée par la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Rhône-Alpes et réalisée par le bureau d'étude Diataé en collaboration avec l'UMR G-eau Irstea-Cirad<sup>2</sup>, visait à identifier des scénarios d'adaptation de l'agriculture qui la rendraient moins dépendante de l'irrigation et à en évaluer les conséquences en termes de production et de revenus agricoles. Cet objectif général a été décliné en plusieurs points :

- évaluer séparément les marges de manœuvre existantes au niveau des pratiques culturales, des techniques d'irrigation et des adaptations des assolements pour réaliser des économies d'eau ;
- construire avec les acteurs locaux, pour différentes situations virtuelles de disponibilité en eau, des scénarios d'adaptation des exploitations et des filières combinant les solutions précédemment identifiées et en évaluer l'impact socio-économique ;
- pour les situations les plus critiques, évaluer les possibilités de développement de filières existantes moins consommatrices en eau ou d'émergence de nouvelles filières en lien avec l'existence d'un marché potentiel.

Après avoir présenté l'approche adoptée, en la comparant avec celles utilisées pour des études similaires dans d'autres régions, nous dresserons un état des lieux de l'agriculture irriguée en Drôme des Collines (systèmes de productions, filières, pratiques d'irrigation et prélèvements en eau). Nous décrirons ensuite les impacts des scénarios de réduction des prélèvements envisagés dans la zone. Enfin, nous analyserons les mesures d'adaptation proposées par les acteurs.

## 1. Méthodologie générale

Pour réaliser cette étude, une démarche participative articulée autour de deux grands principes a été adoptée :

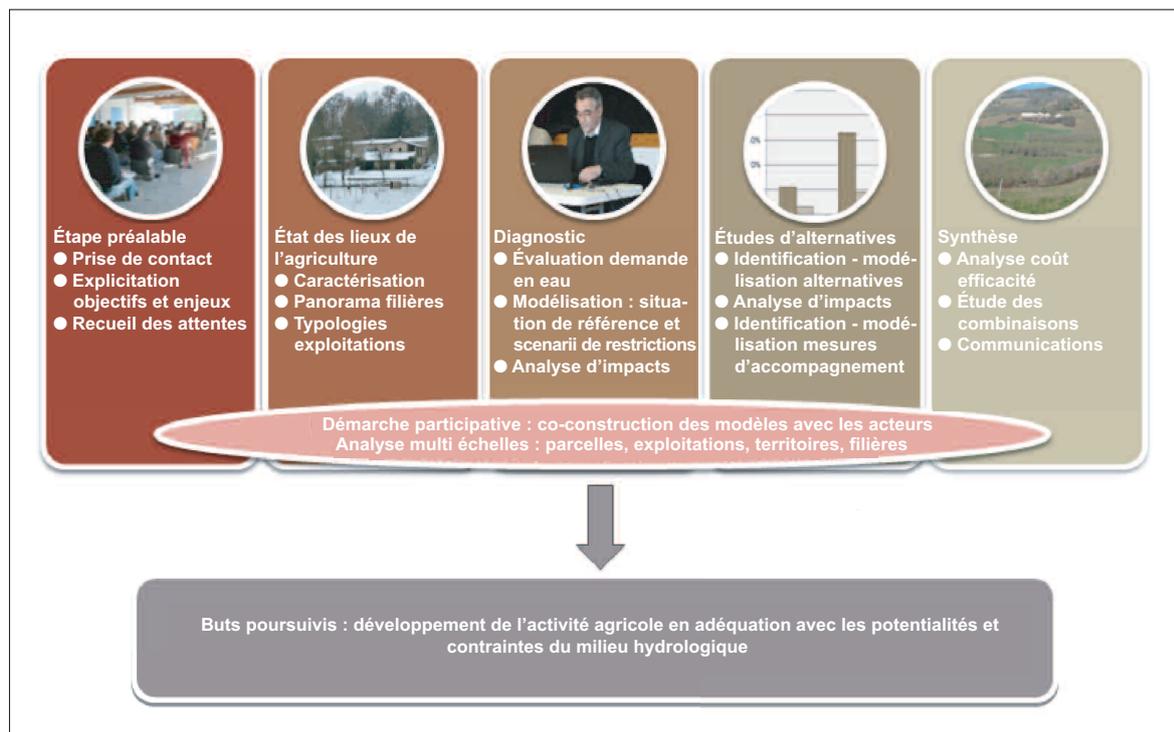
- la co-construction avec l'ensemble des acteurs d'une représentation de l'agriculture de la zone, préalable à la modélisation ;
- la participation des parties prenantes à la définition de scénarios d'évolution de l'agriculture et à l'analyse de leurs impacts.

Ainsi dans la Drôme des Collines, la réalisation de l'étude a comporté quatre grandes étapes représentées dans la figure 1, précédée d'une étape préliminaire d'explicitation des objectifs auprès des acteurs. L'organisation de la participation est décrite dans la section 1.1. Les différentes étapes sont ensuite détaillées en section 1.2. Ce type d'approche a été appliqué avec des variantes à d'autres cas d'étude : par exemple le bassin versant amont de la Drôme (Diataé 2012), quelques sous-bassins du bassin Adour-Garonne (Acteon *et al.*, 2011 ; Hébert *et al.*, 2012), la nappe de Beauce (Lejars *et al.*, 2012a et b).

---

2. <http://agriculture.gouv.fr/Adaptation-agriculture-disponibilite-ressource-en-eau-Drome-des-collines>

Figure 1 - Schéma général de l'étude



Source : auteurs

## 1.1. Une association continue des parties prenantes à la démarche

La co-construction d'une représentation de la situation actuelle et des futurs possibles avec les acteurs locaux repose sur la mise en œuvre d'une démarche participative développée tout au long de l'étude. L'objectif visé est d'améliorer la compréhension et la prise en compte des interrelations au sein des systèmes agricoles aux différentes échelles (exploitations, territoire, filière).

Deux modes d'intervention ont été mobilisés pour la mise en œuvre de cette démarche participative : les réunions d'information largement ouvertes et les ateliers avec le comité technique.

Des **réunions d'information** largement ouvertes ont été organisées dans chaque bassin versant peu après le lancement de l'étude, à l'initiative de la Direction Départementale des Territoires (DDT) de la Drôme. Leur objectif était d'informer l'ensemble des agriculteurs de l'existence de l'étude, de ses objectifs, de son contenu, d'intégrer si nécessaire les demandes locales pertinentes en lien avec l'étude et d'explicitier les raisons pour lesquelles il était indispensable que les acteurs participent activement à l'étude. En plus de ces réunions introductives, et toujours dans l'objectif de garder les parties prenantes informées, une session de restitution des résultats a également été mise en place à la fin des travaux.

Des ateliers avec le **comité technique (COTEC)**, constitué d'agriculteurs volontaires et en particulier des agriculteurs « référents »<sup>3</sup> et des techniciens de la profession agricole ont été organisés tout au long du diagnostic. Ces ateliers ont permis d'informer les parties

3. Pour chaque grand système de production présent sur la zone, un agriculteur « référent », connaissant bien le fonctionnement du système de production et capable d'apporter des informations pertinentes a été identifié.

prenantes de l'état d'avancement de l'étude et de recueillir leur point de vue critique. Ils ont ainsi contribué à clarifier les interrogations éventuelles, à compléter l'analyse des résultats intermédiaires, à valider les représentations et les caractérisations du territoire et à mobiliser les informations complémentaires qui pouvaient être nécessaires. Ils sont indispensables à la co-construction des représentations du territoire et à l'identification de pistes d'évolution possibles des activités agricoles et de leurs contraintes.

La profession agricole – à travers en particulier la Chambre d'Agriculture de la Drôme –, les syndicats d'irrigation ainsi que les services techniques de plusieurs filières, ont participé aux ateliers. Cette implication a contribué :

- à la diffusion des informations en cours d'étude, la mobilisation des agriculteurs et la facilitation des contacts avec certains acteurs,
- à la mobilisation des informations pour identifier les différents types d'exploitations agricoles et des agriculteurs « référents » représentatifs de situations types du territoire étudié,
- et *in fine*, à l'appropriation des résultats de l'étude par les acteurs.

Cette approche participative a eu un rôle majeur pour valider à chaque étape les principales hypothèses de travail. Les ateliers ont aussi été déterminants dans l'identification de pistes d'évolution des activités agricoles et de leurs contraintes. En limitant le phénomène « boîte noire », ils ont participé pleinement à la co-construction des résultats entre le prestataire et les acteurs.

Dans certains cas d'étude lorsque les moyens le permettent, il peut être utile de mettre en place des jeux de simulation de campagnes agricoles avec des groupes d'agriculteurs, chaque groupe représentant une exploitation-type. Cela devient indispensable dans les situations complexes où une adaptation fine des pratiques des agriculteurs et des arbitrages entre cultures sont nécessaires en cours de campagne (notamment lorsqu'il y a plusieurs périodes d'irrigation – printemps et été – concernées par la réduction des volumes prélevables). Ce type d'atelier demande des moyens importants : dans l'idéal il faut autant de sessions que d'exploitations-types et disposer d'un animateur par groupe *a minima*. L'avantage réside dans une connaissance plus fine des possibilités d'adaptation des pratiques d'irrigation et de leurs déterminants, rendant possible leur modélisation et la simulation de solutions plus réalistes. Ce type d'atelier a été mis en place par exemple dans le cas d'un programme de recherche en Beauce où les agriculteurs ont à gérer un quota d'eau défini en fin d'hiver avec des choix d'assolement arrêtés dès l'automne, et où ils sont amenés à préserver un volume d'eau pour irriguer leurs cultures d'été sans évidemment pouvoir prévoir les conditions climatiques auxquelles elles seront soumises (Bouarfa *et al.*, 2011 ; Lejars *et al.*, 2012a et b).

## 1.2. Modélisation de la situation de référence et simulation de scénarios

Comme illustré sur la figure 1, la méthode a comporté quatre étapes, précédées d'une phase préliminaire.

La **phase préliminaire** a consisté essentiellement en une prise de contact et un cadrage de l'étude avec les acteurs clés du territoire (administration, profession agricole, opérateurs des filières). Il s'agissait d'explicitier les objectifs et les enjeux, de définir le périmètre de

l'étude, de présenter la démarche et de recueillir les attentes des acteurs. Le second objectif était de vérifier les données disponibles pour la réalisation de l'étude. Cette phase s'est conclue par le premier comité de pilotage (COFIL).

La **première étape** avait pour objectif de réaliser **un état des lieux de l'agriculture** de la zone d'étude. Il s'agissait de construire une représentation de l'agriculture du territoire partagée avec les acteurs, préalable à la modélisation. Elle s'est appuyée d'une part sur l'analyse des bases de données existantes et d'autre part sur une série d'entretiens avec des agriculteurs représentatifs des différents systèmes de production de la zone et des opérateurs des principales filières agricoles. Cette phase a mobilisé de nombreuses sources de données :

- données statistiques du Recensement Agricole de 2010 (RA2010) et du Registre Parcellaire Graphique de 2010,
- données statistiques nationales (indices des prix, charges de structure),
- données technico-économiques recueillies par enquête auprès d'un échantillon d'exploitations représentatives et complétées par des références fournies par les organisations professionnelles agricoles (référentiel technico-économique, données pédologiques des chambres d'agriculture),
- données climatiques (pluies et évapotranspiration) des stations météorologiques<sup>4</sup>,
- interviews d'opérateurs des principales filières agro-industrielles de la zone et données statistiques sur les valeurs ajoutées des filières,
- données sur les prélèvements d'eau pour l'irrigation<sup>5</sup>.

Une évaluation précise et fiable des prélèvements en eau agricoles dans la situation initiale était un préalable indispensable pour permettre une modélisation des exploitations irriguées et une évaluation économique des impacts de la réduction des prélèvements. Dans le cas de la Drôme des Collines, les études « Volumes Prélevables » ne précisaient pas suffisamment les ressources qui étaient impactées par la réduction des prélèvements (ressources superficielles et souterraines hors Isère et Rhône), les types d'exploitations effectivement concernées et les volumes prélevés correspondants. Des informations d'origines très diverses (agence de l'eau, recensement agricole, Direction Départementale des Territoires (DDT), Sygred<sup>6</sup> et réseaux collectifs d'irrigation) ont donc été mobilisées et croisées par le prestataire pour estimer avec précision les types d'exploitations concernées par les réductions selon les zones et le type de ressource (eau de surface et eau souterraine) et les volumes d'eau prélevés correspondants pour l'année de référence choisie (2010).

De plus, une *typologie des exploitations irriguées et non irriguées* de la zone a été élaborée et validée par le comité de pilotage. Son objectif était de caractériser la diversité des exploitations ayant recours à l'irrigation, en termes de stratégie d'exploitant, de structures de production (superficie totale, superficie équipée pour l'irrigation, main-d'œuvre) et de

---

4. Les stations météorologiques de Mercuriol et Saint-Christophe-et-le-Laris ont été choisies pour couvrir le gradient climatique de la Drôme des Collines.

5. Fournies par les Directions Départementales des Territoires de la Drôme et de l'Isère, l'agence de l'eau, et les gestionnaires de réseaux collectifs d'irrigation.

6. Sygred : <http://www.regiesygred.com/>

combinaisons de production (assolement, cheptel), afin d'en dériver, après modélisation (étape 2) des indicateurs de production physique et des indicateurs économiques. Une typologie des exploitations en sec a également été construite de façon à nourrir la réflexion sur les alternatives possibles à l'irrigation, et évaluer l'importance des productions irriguées dans les volumes collectés par les opérateurs des filières sur l'ensemble de la zone d'étude.

Selon le temps et les données disponibles et la taille de la zone d'étude, plusieurs méthodes sont possibles pour la construction de la typologie d'exploitations. Dans le cas de la Drôme des Collines celle-ci s'est appuyée sur des tableaux croisés élaborés à partir de requêtes spécifiques sur la base de données du Recensement Agricole de 2010, réalisées par les SRISE. Lorsqu'on dispose de plus de temps, il est aussi possible de réaliser une analyse quantitative de données (analyse en composantes principales – ACP – et classification ascendante hiérarchique – CAH) sur données individuelles d'exploitations, en général issues des dispositifs d'aides PAC (données PACAGE ou RPG) parfois couplées avec des données sur les prélèvements en eau (source : DDT ou agence de l'eau). Cette méthode a été utilisée par exemple dans le cas de la Beauce (Lejars *et al.*, 2012a). Dans certains cas, il existe déjà des typologies d'exploitations sur la zone, construites souvent à d'autres fins que la gestion de l'eau (par exemple les typologies élaborées dans le cadre de la démarche INOSYS<sup>7</sup>). Ces typologies peuvent être utilisées notamment pour définir les critères pertinents ou les seuils structurels distinguant les types. Dans tous les cas, il est indispensable de valider la typologie proposée auprès des experts locaux, qui peuvent éventuellement proposer des critères supplémentaires de différenciation ou bien des regroupements de types, ou encore aider à définir des seuils significatifs en termes de fonctionnement et de comportement par rapport à l'irrigation (par exemple superficie minimum irriguée, ou taille de cheptel). Il est nécessaire aussi de disposer d'une base de données individuelles sur les exploitations pour le dénombrement des effectifs des différents types.

Par ailleurs, pour ce qui concerne les données technico-économiques, il peut être utile de mobiliser les données des centres d'économie rurale des départements concernés, notamment pour mesurer les impacts des scénarios de réduction de prélèvements sur les revenus des agriculteurs. Cependant, la plupart du temps ces données sont payantes et le budget des études ne permet pas toujours d'y accéder.

Au-delà des exploitations-types, les filières ont également été analysées dans le cadre de l'étude. Pour chacune de celles présentes sur la zone d'étude, les flux de matières premières agricoles et de produits élaborés traités ont été estimés en volume et en valeur. Le poids économique de chaque filière est alors exprimé par le produit brut évalué au stade de « sortie de la filière locale » (opérateur de collecte ou de première transformation dans le cas de la Drôme). La valeur ajoutée de chaque filière est également estimée pour rendre compte de la richesse créée sur le territoire. Au-delà de ces indicateurs économiques, l'analyse de filière consiste aussi à préciser les conditions d'approvisionnement en matières premières agricole des opérateurs aval (aire de collecte et part de la zone d'étude dans la collecte, possibilités de redéploiement de l'approvisionnement, engagements contractuels avec les producteurs, cahiers des charges et critères de qualité de la matière première en lien avec l'irrigation) et identifier les enjeux de nature quantitative, qualitative ou organisationnelle liés à l'irrigation.

---

7. Voir <http://www.chambres-agriculture.fr/thematiques/economie/inosys/> et [http://paris.apca.chambagri.fr/download/presse/RevueCA/1018/1018\\_dossier.pdf](http://paris.apca.chambagri.fr/download/presse/RevueCA/1018/1018_dossier.pdf) pour une présentation générale de la démarche et <http://draaf.centre.agriculture.gouv.fr/la-Typologie-ROSACE-INOSYS> pour un exemple de classification construite dans la région Centre.

La principale difficulté réside dans la délimitation du territoire pertinent à prendre en compte car les bassins de collecte des divers opérateurs agro-alimentaires coïncident rarement avec les territoires de gestion de l'eau pris comme zone d'étude. C'est le cas en Drôme des Collines où l'activité agricole s'intègre dans des bassins de production beaucoup plus vastes que la zone d'étude fondée sur la gestion des prélèvements en eau. Les filières opèrent à l'échelle de l'ensemble du département de la Drôme et pour certaines à l'échelle régionale Rhônalpine. L'enquête a alors été centrée sur les opérateurs structurants pour lesquels la zone d'étude représente la majeure partie de l'approvisionnement. Dans le cas où plusieurs zones de collecte des opérateurs des filières sont susceptibles d'être affectées par des mesures de réduction des prélèvements, il conviendrait de réaliser l'analyse d'impact sur les filières à une échelle plus large que la zone de gestion de l'eau.

S'appuyant sur l'état des lieux de l'agriculture sur le territoire étudié, l'**étape 2** visait à la construction d'un **modèle agrégé de l'agriculture** irriguée du territoire **soumis à réduction** des volumes prélevables, fondé sur la sommation pondérée des exploitations types et faisant apparaître les liens fonctionnels avec les filières. *L'évaluation de la demande en eau* à l'échelle des exploitations-types, et de l'impact des réductions de prélèvements sur les rendements des cultures a été réalisée à l'aide du **modèle de culture Pilote**<sup>8</sup>. Ce modèle fournit des résultats sur les rendements et les consommations en eau des cultures selon le type de sol et de climat et le mode de conduite de l'irrigation. Pour le maïs, principale culture irriguée de la zone, il est apparu dans les ateliers que les agriculteurs avaient des pratiques d'irrigation très diverses en fonction de leurs objectifs de rendement (associés à des variétés et dates de semis), et des types de sols présents.

Une analyse fine de la conduite de l'irrigation a donc été réalisée à l'aide du logiciel Pilote. En particulier les conditions de vent violent qui diminuent l'efficacité d'application ont été prises en compte. De même, le fait que toutes les parcelles de l'exploitation ne peuvent être irriguées en même temps pour des raisons d'équipements, induisant des variations de rendement importantes d'une parcelle à l'autre, a été considéré. Cette analyse fine permet d'appréhender de manière rigoureuse les demandes en eau et les marges de manœuvre existantes. Pour les vergers et les légumes, peu tolérants à la réduction des apports en eau, les pratiques d'irrigation sont moins diverses d'une exploitation à l'autre, et une approche simplifiée a été mise en œuvre (enquêtes ou modèle de bilan hydrique). Les résultats du modèle Pilote ont été introduits comme données d'entrée dans les modèles technico-économiques d'exploitations (sous la forme d'un rendement et d'une consommation en eau associés à une culture et un itinéraire technique donnés).

Les *exploitations-types* ont été *modélisées* à l'aide d'**Olympe**<sup>9</sup>, **simulateur du fonctionnement technico-économique d'exploitations agricoles**, basé sur une agrégation des intrants consommés et des produits des diverses cultures combinées dans un assolement. D'autres études similaires ont utilisé alternativement des modèles de programmation mathématique tenant compte des risques économiques et climatiques. Ce type de modèle calcule la combinaison optimale d'activités (assolement et activités de production animale) pour chaque type d'exploitation dans un contexte de gestion de l'eau et un environnement

---

8. Le logiciel Pilote a été développé à Irstea par Jean-Claude Mailhol et l'interface Pilote Ter a été développée par le bureau d'étude Diataé. Ce modèle fournit des résultats sur les rendements et les consommations en eau des cultures selon le type de sol, de climat, de conduite de l'irrigation, et l'efficacité d'application de l'irrigation. Les résultats sont disponibles à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire. Il est utilisable dans d'autres régions à condition de disposer des données nécessaires (climat, sols, paramètres culturaux). Voir le site : <http://www.set-revue.fr/focus-un-outil-de-simulation-adapte-la-gestion-des-ressources-en-eau-du-territoire-dans-le-cadre-dun>

9. Le logiciel Olympe a été développé pour l'INRA par Jean-Marie Attonaty à partir de 1999. Il a été utilisé dans plusieurs régions de France et dans les pays du Sud. Voir <http://www.olympe-project.net/>

économique donnés. C'est le cas par exemple de l'étude menée par Actéon et la CACG dans le Marais Poitevin (Actéon et CACG, 2009). Les principales différences entre les deux approches de modélisation, résumées dans le tableau 1 portent sur les hypothèses de rationalité des agriculteurs qui les sous-tendent, la complexité de la formalisation, le degré nécessaire d'interaction avec les acteurs, notamment pour définir les stratégies d'adaptation, et les indicateurs sur la valeur de l'eau<sup>10</sup>. Le choix de l'une ou l'autre approche dépend de la diversité et de la complexité des systèmes de production à modéliser et des scénarios à simuler, du temps disponible pour la modélisation, et bien sûr de la maîtrise des méthodes par le bureau d'étude prestataire.

**Tableau 1 - Principales différences entre les simulateurs technico-économiques et les modèles de programmation mathématique**

	<b>Simulateur technico-économique</b>	<b>Modèle de programmation mathématique</b>
<b>Hypothèse sur la rationalité des agriculteurs</b>	Limitée et procédurale : l'agriculteur procède par essai/erreur	Substantive : l'agriculteur recherche la solution optimale parmi un ensemble d'options toutes connues d'avance
<b>Complexité de la formalisation du fonctionnement des systèmes de production</b>	Simple : facilement compréhensible par les acteurs	Formalisation mathématique parfois ardue
<b>Interaction avec les acteurs pour définir les stratégies d'adaptation</b>	Indispensable : difficulté à modéliser un grand nombre de scénarios	Moins importante mais recommandée : possibilité de simuler un plus grand nombre de scénarios
<b>Indicateur sur la valeur de l'eau (et des autres ressources)</b>	Valeur moyenne	Valeur marginale, meilleur indicateur du niveau de contrainte sur la ressource, nécessaire pour spécifier les instruments de gestion de la demande en eau

Source : auteurs

Pour chaque exploitation type irriguée, les données concernant les itinéraires technico-économiques des productions, les charges de structures et les primes ont été recueillies auprès d'un échantillon d'exploitations représentatives et complétées par les données des organisations professionnelles agricoles (lors de la première étape). À la demande des acteurs locaux, des scénarios de prix agricoles moyens, bas et hauts ont été élaborés pour analyser la sensibilité des résultats au contexte économique.

Le simulateur Olympe fournit des indicateurs à l'échelle des exploitations-types et, par agrégation, à celle du territoire, pour l'évaluation des impacts des réductions de prélèvements : il s'agit de l'excédent brut d'exploitation (EBE) et du volume d'eau consommé à l'échelle des exploitations, et du produit brut et de la valeur ajoutée à celle des filières. Dans

10. La valeur de l'eau correspond au gain de marge brute pour une unité supplémentaire d'eau (valeur marginale), ou pour l'ensemble des unités d'eau considérées (valeur moyenne). Elle s'exprime en € par m<sup>3</sup>.

le cas de l'étude sur la Drôme des Collines, ces indicateurs ont été comparés pour deux scénarios de disponibilité en eau (S0 : situation actuelle sans réduction et S1 : situation avec volume réduit de 40 % de juin à septembre), combinés avec deux situations climatiques (une année moyenne, 2010, et une année sèche, 2005) et plusieurs hypothèses de prix des produits agricoles (prix moyens calculés sur la période 2005-2012, prix bas et prix hauts). Seuls les résultats du scénario « prix moyens » sont présentés ici. Dans un premier temps, le scénario avec volume réduit n'a pris en compte que des arbitrages de l'allocation de l'eau disponible entre cultures (stratégies de court terme), discutés en atelier participatif, mais pas de modifications majeures des systèmes de production (stratégies de moyen terme).

Les volumes de production calculés à l'échelle des exploitations-types sont ensuite agrégés à l'ensemble du territoire en tenant compte des effectifs des types. L'évolution des volumes d'activité des filières consécutive à la réduction des prélèvements et aux adaptations de court terme des irrigants a été estimée, afin de mettre en évidence les seuils critiques et d'analyser la vulnérabilité des filières. L'aire de collecte des opérateurs intervenant dans la zone dépasse largement le territoire de gestion de l'eau de la Drôme des Collines, et les effets des réductions sur ces opérateurs sont de ce fait limités. Aucune stratégie d'adaptation à moyen terme n'a, de ce fait, été envisagée à l'échelle des filières. Cependant, cette analyse devrait être conduite, si une grande partie du bassin d'approvisionnement des filières devait être soumis à réduction des prélèvements. Compte tenu de la structuration des filières opérant dans la zone, une échelle départementale paraît pertinente pour une telle analyse. Pour une analyse plus détaillée des impacts de la réduction des prélèvements en eau sur les filières, on pourra se reporter par exemple à l'étude menée en Beauce (Lejars *et al.*, 2012a et b).

Dans un second temps, plusieurs **mesures pour accompagner à moyen et long terme la réduction des prélèvements en eau dans les exploitations irrigantes** ont été envisagées (**étape 3**). Elles ont pour objectif d'atténuer les impacts économiques de la réduction des prélèvements d'eau mis en évidence dans la phase précédente, tout en maintenant l'objectif d'amélioration de l'état des cours d'eau. Ces alternatives sont de plusieurs types : modification des systèmes de production visant à réduire la superficie des principales cultures irriguées au profit de cultures moins consommatrices en eau voir en sec ; utilisation de techniques d'irrigation moins consommatrices ; amélioration des pratiques et du pilotage de l'irrigation visant à accroître l'efficacité de distribution et d'application de l'eau ; recours à des ressources en eau alternatives en remplacement des prélèvements dans les cours d'eau dont la qualité est à améliorer et dans les nappes associées. L'analyse économique et environnementale a porté sur un nombre réduit de mesures qui ont été discutées en ateliers participatifs et jugées pertinentes par le comité technique. D'autres mesures ont été évoquées mais n'ont pas été analysées faute de temps et de données disponibles.

Les impacts de ces mesures d'adaptation ont été évalués selon plusieurs critères, qui ont fait l'objet d'une validation par le comité technique et le comité de pilotage :

- le volume d'eau économisé par rapport à la situation de référence (assolement 2010 et année climatique moyenne) ;
- leur effet sur les résultats économiques des exploitations irrigantes soumises à réduction des prélèvements (variation d'EBE liée à la modification du système de production et charges supplémentaires liées à l'amortissement des matériels spécifiques nécessaires) ;
- les impacts sur les filières amont et aval en termes de volume d'activité et éventuellement d'organisation ;

- les effets sur l'emploi agricole à l'échelle des exploitations, appréciés de manière qualitative ;
- les impacts environnementaux appréciés qualitativement (pollution azotée, biodiversité) et quantitativement (indicateurs de risque de toxicité pour la santé de l'applicateur et de toxicité environnementale) calculés grâce au logiciel EtoPhy<sup>11</sup> ;
- les délais et freins à la mise en œuvre ;
- et enfin les conditions de mise en œuvre.

Ces mesures individuelles ont ensuite été associées dans des combinaisons cohérentes d'un point de vue technique et économique permettant d'atteindre un certain objectif de réduction des prélèvements. La dernière **phase** de l'étude vise à mettre en perspective les différents scénarios d'adaptation ainsi construits en comparant leurs impacts à l'échelle du territoire.

## 2. État des lieux

### 2.1. L'agriculture en Drôme des Collines en 2010, situation de référence du modèle

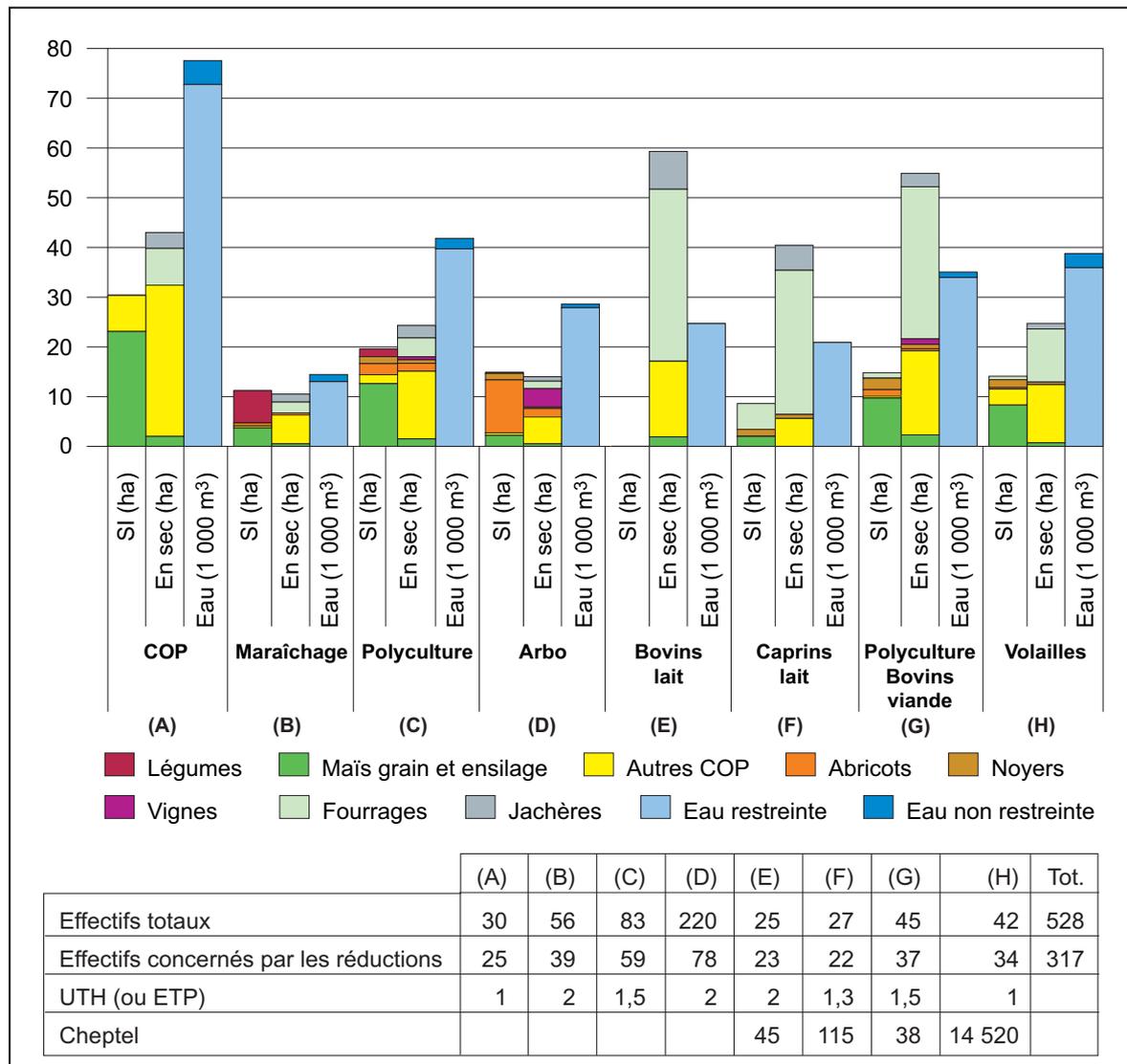
L'agriculture de la Drôme des Collines se caractérise par une très **grande diversité de productions**. Elle occupe une SAU de 34 955 ha (selon le Recensement Agricole, RA 2010), partagée entre 1 353 exploitations. Plus de la moitié des exploitations et un peu plus du quart de la SAU sont irrigués.

Une **typologie** des exploitations de la zone d'étude a été élaborée sur la base des données du RA 2010, à la fois pour les exploitations irriguées (528 exploitations) (figure 2) et pour celles en sec (211 exploitations)<sup>12</sup>. Une requête spécifique sur le RA 2010 a permis de répartir les effectifs de chaque type d'exploitation irriguée par grande zone de production. Ce zonage a été utilisé pour identifier les exploitations soumises à réduction des prélèvements et les volumes prélevés correspondants. Ces exploitations représentent 42 % des exploitations irriguées, 55,4 % des superficies irriguées totales et 51,7 % des volumes prélevés de la zone d'étude. **Le maïs grain représente 45 % des superficies irriguées et 52 % des volumes consommés des exploitations soumises à réduction des prélèvements** (317 exploitations irrigant 5 020 ha et prélevant 10,4 Mm<sup>3</sup> en 2010).

11. EtoPhy est développé conjointement par Diataé et l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier (IAMM). Il s'agit d'un outil de calcul d'indicateurs de risques pour la santé et l'environnement, liés à l'emploi des produits phytosanitaires.

12. L'analyse a été restreinte aux exploitations « moyennes et grandes », c'est-à-dire dont la Production Brute Standard dépasse 25 000 € par an, afin de travailler sur une population plus homogène. Les exploitations irrigantes spécialisées en viticulture, dont la superficie irriguée est très faible ont été exclues de l'analyse (soit 27 exploitations).

Figure 2 - **Assolement et volumes prélevés par exploitation-type irriguée en Drôme des Collines en situation de référence (basée sur le RA 2010) et pour l'année climatique moyenne (type 2010) « S0 m »**



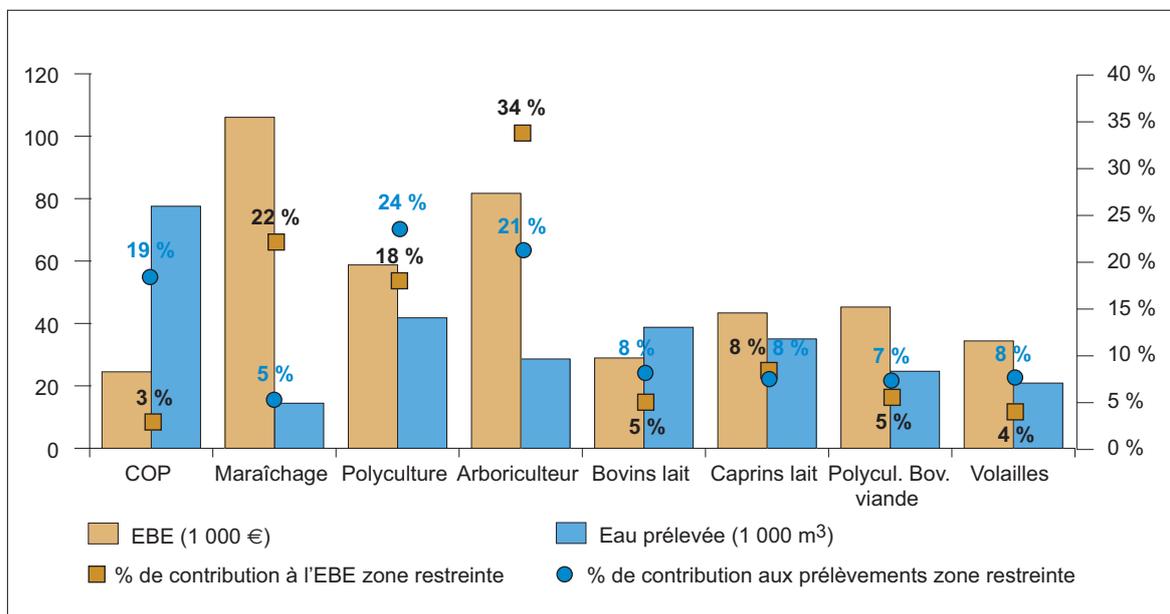
Source : auteurs

L'irrigation de printemps (10 % des surfaces irriguées en 2010), hors cultures pérennes, concerne essentiellement les céréales à paille (orge, blé), les protéagineux, et une partie des légumes et pommes de terre. **L'irrigation d'été, concernée par la période de réduction des prélèvements, est utilisée pour le maïs, les cultures spéciales (légumes), les fourrages ainsi que les cultures pérennes soit plus de 80% des surfaces irriguées de la zone d'étude** (cf. « eau restreinte » en bleu clair dans la figure 2).

La figure 3 illustre les EBE et les consommations en eau par exploitation-type, pour l'année climatique moyenne (type 2010) et pour des prix moyens (scénario « S0 m PM »). Les exploitations-types en production végétale contribuent pour 77 % à l'EBE des exploitations concernées par les réductions, et à 69 % des prélèvements. Le groupe dit des « maraîchers » ne représente que 5 % des prélèvements des exploitations soumises à réduction mais 22 % de l'EBE, en deuxième place derrière les arboriculteurs (34 % de l'EBE pour 21% des prélèvements). Le groupe des COP prélève 19 % de l'eau pour seulement 3 % de l'EBE des exploitations soumises à réduction. Les éleveurs ont des situations comparables : ils

représentent entre 4 et 8 % de l'EBE des exploitations soumises à réduction pour 7 à 8 % des prélèvements.

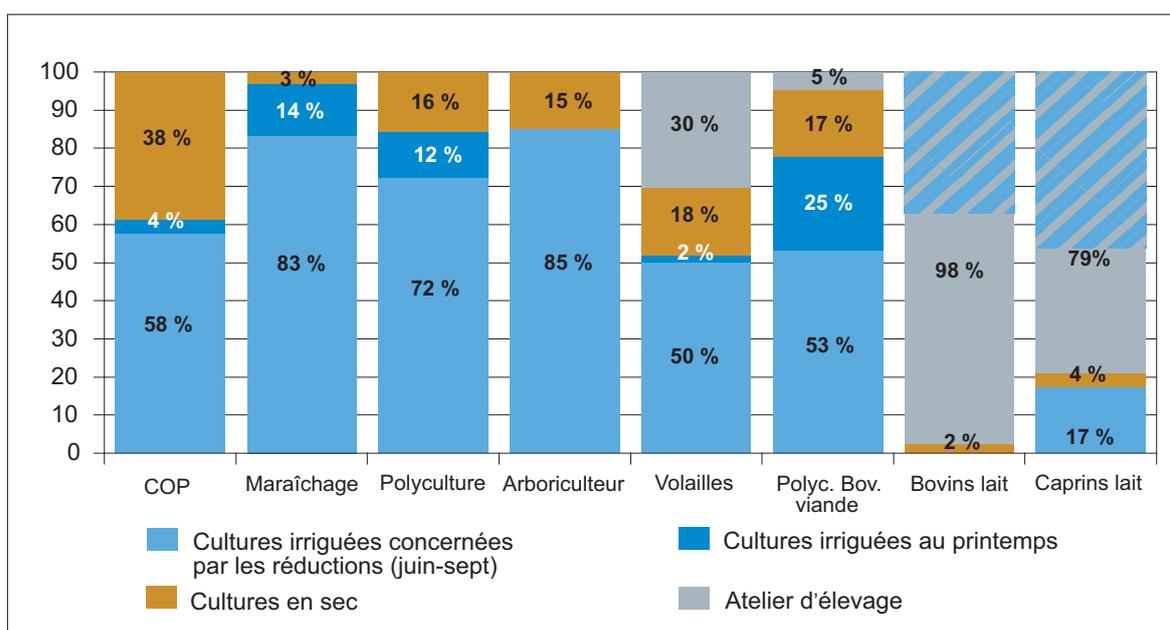
Figure 3 - **EBE et consommation en eau par type d'exploitation irriguée pour le territoire soumis à réduction des prélèvements en « S0 m PM »**



Source : auteurs

La figure 4 illustre la contribution de chaque culture dans la constitution de l'EBE. Les cultures irriguées au printemps ne sont pas concernées par les réductions. On constate que l'irrigation est primordiale : elle représente entre 52 % (pour l'exploitation-type volaille) et 97 % (pour l'exploitation-type maraîchage) de l'EBE. Concernant les exploitations d'élevage, une partie importante des cultures est destinée à l'alimentation du troupeau (la part de l'EBE des ateliers d'élevage dépendant de l'irrigation est représentée en hachures bleues et grises sur figure 4).

Figure 4 - **Importance relative de l'irrigation dans l'EBE par exploitation-type irriguée en « S0 m PM »**



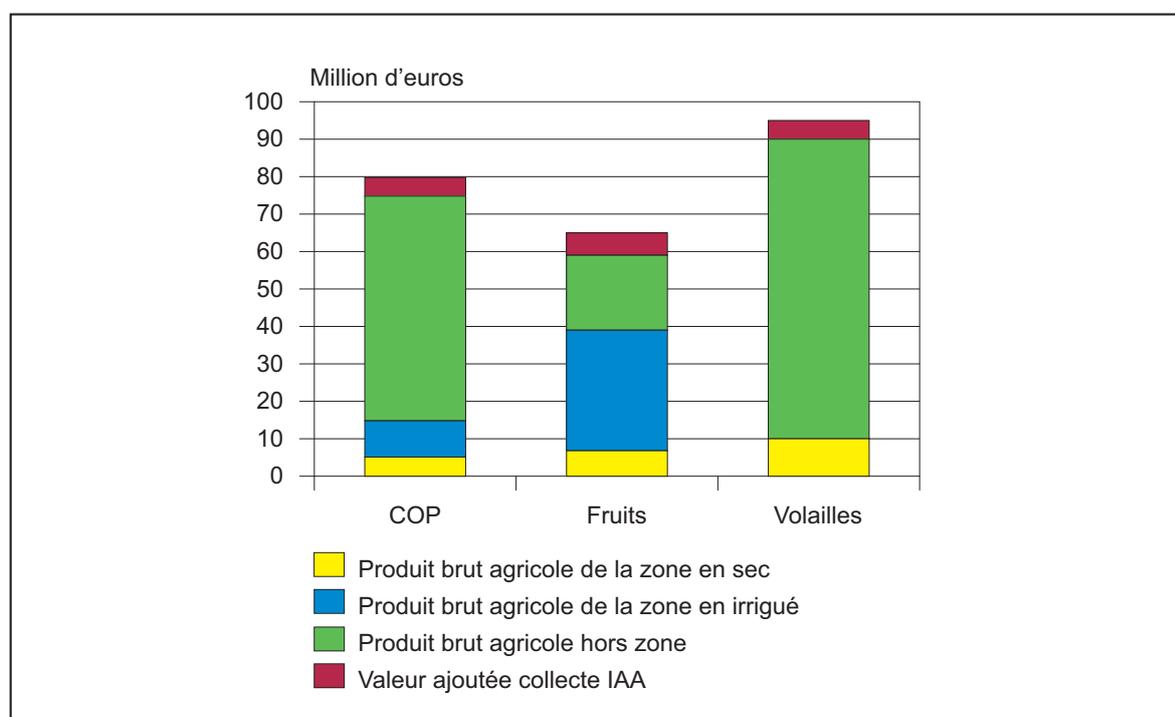
Source : auteurs

## 2.2. Enjeux de l'irrigation à l'échelle des filières en Drôme des Collines

Trois principales filières ont été retenues en termes d'importance des productions et d'enjeux de l'irrigation : les **filières céréales et volailles** qui ont pour pivot une production de maïs particulièrement dépendante de l'irrigation et la **filière fruits**, centrée sur l'abricot. La filière légumes est succinctement présentée. Concernant les filières d'élevage (bovin et caprin), les enjeux de l'irrigation concernent principalement les exploitations, et non les filières en elles-mêmes, les opérateurs des filières d'élevage se situant hors zone d'étude, et la part de la Drôme des Collines dans leur collecte étant limitée.

La figure 5 montre la contribution au poids économique de la production de la Drôme des Collines à celle du bassin de collecte des opérateurs : la production du territoire représente autour de 18 % du produit brut agricole de la filière COP, 60 % de la filière fruits et 11 % de la filière volaille (barres jaunes et bleues).

Figure 5 - Poids économique des filières COP, fruits et volailles pour le bassin de la Drôme en 2010



Source : auteurs

Les productions de **céréales et volailles** apparaissent étroitement associées en Drôme. Ces filières sont structurées autour des groupes coopératifs Valsoleil et Dauphinoise. Le secteur de la Drôme des Collines représente de 15 à 20 % de l'approvisionnement pour les céréales et de 20 à 30 % pour les volailles en volumes. Le maïs, première production céréalière du département, est valorisé à environ 50 % comme aliment des volailles. Pour ces deux filières, c'est **l'avenir de la production de maïs** qui se trouve au cœur des enjeux de l'irrigation : 1) enjeu de volume d'activité pour les coopératives céréalières dont l'appareil de collecte est orienté sur cette culture, avec notamment d'importantes installations de séchage, 2) enjeu de disponibilité et de prix, en tant que matière première de la production avicole locale.

La vallée du Rhône, et notamment le département de la Drôme, constitue un bassin traditionnel de **production fruitière**, d'importance nationale. La filière fruits de la Drôme s'est spécialisée depuis une vingtaine d'années dans la production d'abricot dont le marché est considéré comme porteur. Mais la production d'abricot est déclinante dans la Drôme pour des raisons diverses (pression à la baisse des prix par la grande distribution, coût élevé de la main-d'œuvre, difficulté à gérer les chantiers manuels de récolte, concurrence variétale des autres zones de production, risques phytosanitaires favorisés par la sécheresse). La Drôme des Collines constitue le cœur du bassin de production rhônalpin de l'abricot (premier bassin français pour l'abricot), et représente de 30 à 95 % de l'approvisionnement des 6 expéditeurs enquêtés. Les zones de production d'abricot actuellement les plus dynamiques en Drôme des Collines (plateau de Larnage, Mercuro) où la culture a tendance à se concentrer, sont des zones intégralement irriguées avec des équipements performants (souvent en micro-aspersion). **L'irrigation est un facteur clé de rentabilité des vergers** qui joue à la fois sur le rendement de la culture, le calibre des fruits, la croissance et la vigueur des plantations, avec un effet interannuel souvent souligné. Une réduction d'accès à l'irrigation pour l'arboriculture constituerait une contrainte supplémentaire à une production déjà fragilisée par une rentabilité très incertaine. Environ les deux tiers des vergers d'abricot (implantés à proximité du Rhône) ne sont pas touchés par les réductions. Cependant, les superficies concernées sont suffisamment importantes pour qu'il y ait un impact significatif des réductions à l'échelle de la filière. *A contrario*, les vergers d'abricots implantés plus au centre de la zone d'étude, de même que les fruits à coque (présents à l'est de la zone) pourront être impactés.

La **production légumière** est peu présente en Drôme des Collines : elle concerne moins d'une centaine de producteurs pour une superficie d'environ 600 ha. La filière se caractérise par une grande diversité des espèces cultivées et des modes de commercialisation, et par l'importance des circuits directs du producteur au détaillant voire au consommateur. La tendance est à une diminution du nombre des producteurs en Drôme des Collines (problèmes sanitaires, manque de main-d'œuvre disponible) malgré l'existence de débouchés locaux. La satisfaction complète des besoins en eau des cultures (hors légumes d'hiver, c'est à dire dans 85 % des cas pour la zone d'étude), avec des arrosages fréquents est un impératif pour la qualité et la maturité des produits.

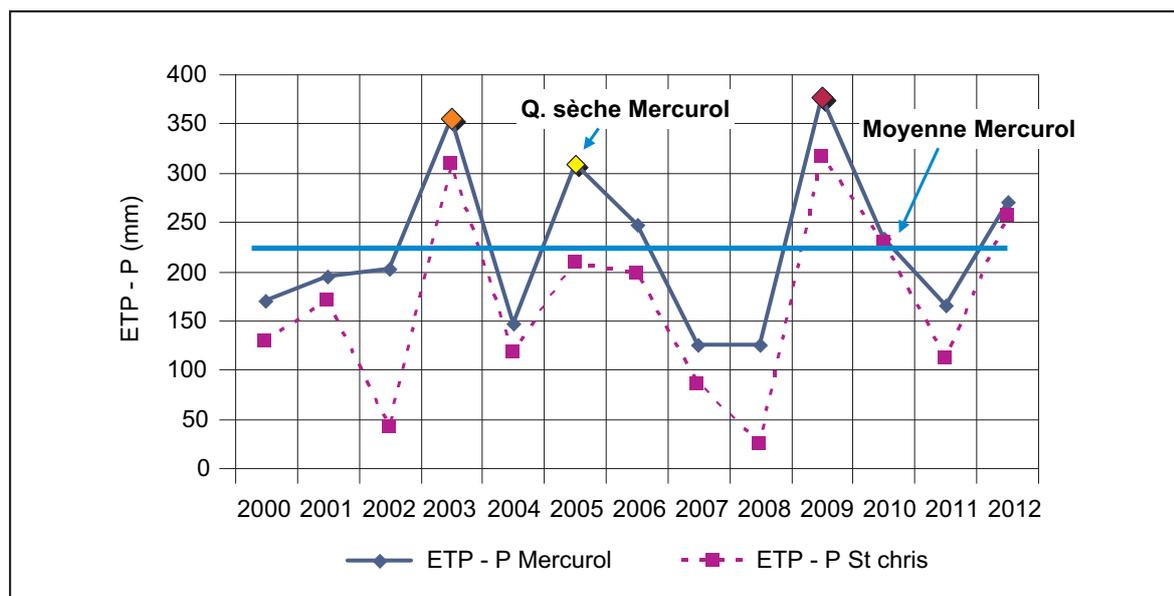
### 2.3. Pratiques d'irrigation et demande en eau

La **demande en eau agricole** se définit comme la quantité d'eau d'irrigation qu'il est nécessaire d'apporter aux cultures emblavées dans l'année selon des conditions pédo-climatiques, techniques et réglementaires<sup>13</sup> qui ont été analysées de façon approfondie. Son évaluation est indispensable afin de la comparer aux prélèvements recensés la même année (cf. point 2.4.), et permettre ainsi le calage du modèle.

L'analyse du climat met en évidence un déficit hydrique cumulé permanent des cultures d'été pendant la période estivale (du 10 juin au 25 août - figure 6), particulièrement élevé certaines années. L'année 2010 (230 mm) qui présente un déficit climatique estival moyen pour ces treize dernières années, et un cumul annuel de pluviométrie également proche de la moyenne, a été choisie comme référence pour l'ensemble des cultures. En complément, l'année 2005 permet d'analyser un déficit climatique caractéristique d'une fréquence

13. Conditions réglementaires : tours d'eau, arrêts sécheresse, etc. Le modèle PILOTE peut les prendre en compte.

Figure 6 - Déficit climatique pour la période du 10 juin au 25 août pour deux stations météorologiques



Source : Données : Météo France - Conception : Diataé

quinquennale sèche. Le vent dominant, le mistral, a un effet notable sur l'irrigation par aspersion. Il entraîne principalement des pertes par dérive et des hétérogénéités d'apports en eau qui incitent les agriculteurs à une augmentation des irrigations pour compenser celles-ci. L'efficacité d'application<sup>14</sup> retenue pour l'irrigation au canon dans cette étude est de 85 %.

L'analyse des données pédologiques (chambre d'agriculture de la Drôme et enquêtes) montre que les trois principales catégories de sols sont les sols sablo-argileux à argilo-sableux (46 % de la surface), les sols limono-argileux (28 %) et les sols sablo-limoneux (6 %). Des facteurs limitants pour les cultures ont par ailleurs été identifiés (teneurs en matières organiques, phosphore et/ou potasse faibles) qui peuvent expliquer des productions inférieures aux objectifs de rendements ou leurs plafonnements, quels que soient les niveaux de satisfaction des besoins en eau. Les cultures d'été, comme le maïs, sont conduites en priorité sur les sols légers, souvent en fond de vallée. Au contraire les céréales d'hiver, tout comme les cultures fourragères, sont implantées prioritairement sur les sols plus lourds présents sur les versants et souvent plus profonds qui permettent de produire sans irrigation.

S'agissant des modes d'irrigation, l'aspersion (enrouleur ou pivot) est le mode d'apport d'eau dominant (plus de 90 % des superficies irrigables à l'échelle du département de la Drôme). La micro-irrigation (micro-aspersion ou goutte à goutte ; 8 % à l'échelle du département de la Drôme) concerne surtout l'arboriculture et le maraîchage.

Deux itinéraires techniques ont été retenus pour le maïs (grain ou ensilage). L'itinéraire Maïs 1 correspond à un objectif de rendement limité (105 q/ha) et des apports réduits. Il concerne les types d'exploitation maraîchage, polyculture, arboriculture, caprins lait et bovins viande. L'itinéraire Maïs 2 répond à un objectif de rendement plus élevé (130 q/ha) et des apports d'irrigation importants. Il est appliqué dans les exploitations de type COP et volaille en grain, et les exploitations de type bovin lait et bovin viande en ensilage.

14. Écart entre la dose d'irrigation appliquée et la dose nette, quantité d'eau disponible pour la culture, qui est stockée dans la zone racinaire.

Ces éléments ont permis de paramétrer le modèle de culture Pilote et d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2 - Rendement et demande en eau par hectare des cultures irriguées selon l'année climatique**

Cultures irriguées	Année moyenne (AM)	Année Sèche (AS)	Année moyenne (AM)	Année Sèche (AS)
	Rendement (t/ha)		Prélèvement (m <sup>3</sup> /ha)	
Maïs grain ou ensilage irrigué 1	10,5	10,5	1 800	2 800
Maïs grain ou ensilage irrigué 2	13,0	13,0	3 010	3 600
Blé dur	7,0	6,5	1 200	1 800
Blé tendre	6,5	6,0	1 500	1 800
Soja	3,9	3,8	2 600	3 000
Tournesol	3,2	2,8	800	1 200
Abricot	22,0	22,0	2 000	2 600
Noyer franquette	2,5	2,5	1 800	2 400
Noyer ferner	4,0	4,0	2 400	3 000
PDT délicatess été	20,0	20,0	2 500	4 000
PDT délicatess printemps	18,0	18,0	1 250	1 800
Courges	17,5	17,5	300	900
Navets	25,0	25,0	1 800	2 500
Luzerne	14,5	8,7	2 800	3 500
Prairie irriguée	10,0	6,0	1 200	1 800

Source : auteurs

**Au niveau du territoire, la demande en eau modélisée pour l'ensemble des exploitations types irriguées en situation de référence (2010) est évaluée à 17,3 millions de m<sup>3</sup>** ce qui s'approche des données prélèvements mises à jour pour l'étude : en 2010, 17 millions de m<sup>3</sup> selon le RA 2010, 20 millions de m<sup>3</sup> selon l'Agence de l'Eau RMC, et 21 millions de m<sup>3</sup> selon les DDT<sup>15</sup>. Ces prélèvements sont analysés dans le paragraphe suivant.

#### 2.4. Les prélèvements agricoles et leur gestion actuelle

L'objectif est de connaître les prélèvements en année climatique moyenne afin d'une part de caler le modèle, et d'autre part de savoir sur quelle quantité d'eau de référence prélevée par l'irrigation doivent s'appliquer les scénarios de réduction. Pour cela, il faut aussi tenir compte des arrêtés sécheresse, des variations interannuelles de superficies irriguées, des pratiques des irrigants avec leur niveau d'équipement et des conditions climatiques.

L'analyse des prélèvements, complémentaire aux études « Volumes prélevables », a permis d'estimer qu'en 2010 les exploitations concernées par les réductions de prélèvement ont consommé 10,8 millions de m<sup>3</sup> soit près de 50 % des prélèvements totaux de la zone d'étude (20 Mm<sup>3</sup> toutes exploitations confondues). Les effectifs par type d'exploitations ont

15. Ces différences ont deux origines principales : le caractère obligatoire ou non de la déclaration (obligatoire pour le paiement des redevances dans le cas de l'Agence de l'Eau, et pour contrôler la conditionnalité des aides PAC dans le cas de la DDT, uniquement pour information dans le cas du RA), et l'échelle géographique de recueil des données (commune du siège de l'exploitation dans le cas du RA, lieu du point de prélèvement dans le cas de la DDT et de l'Agence). Le RA peut ainsi comptabiliser des volumes prélevés hors de la zone d'étude par des exploitations ayant leur siège dans la zone. Inversement l'Agence et la DDT recensent tous les prélèvements réalisés dans la zone d'étude, y compris ceux des exploitations qui n'y ont pas leur siège.

également été estimés (et sont reportés sur la figure 2). Près des deux tiers de ces prélèvements se font dans les eaux superficielles (Herbasse et Galaure, contre 89 % pour les exploitations non concernées par les réductions qui mobilisent l'eau du Rhône et de l'Isère). Le COPIL a choisi de tester un scénario de réduction des prélèvements de 40 % : ainsi, le modèle considère qu'en année moyenne, les exploitations concernées pourraient prélever 6 millions de m<sup>3</sup> et que les réductions de prélèvements s'appliqueraient de juin à septembre (tableau 3).

Tableau 3 - **Effectifs des exploitations irrigantes, volumes prélevés dans la situation de référence et volumes prélevables dans le scénario de réduction**

	Exploitations irriguées concernées	Exploitations irriguées non concernées	Ensemble des exploitations irriguées « moyennes à grandes »
Effectif	317	211	528
Volume prélevé dans la situation de référence (2010) (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	10,8	6,4	17,3
Volume prélevable dans le scénario de réduction (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	6,7 (- 38 %)	6,4	13,1 (- 24 %)

Source : auteurs

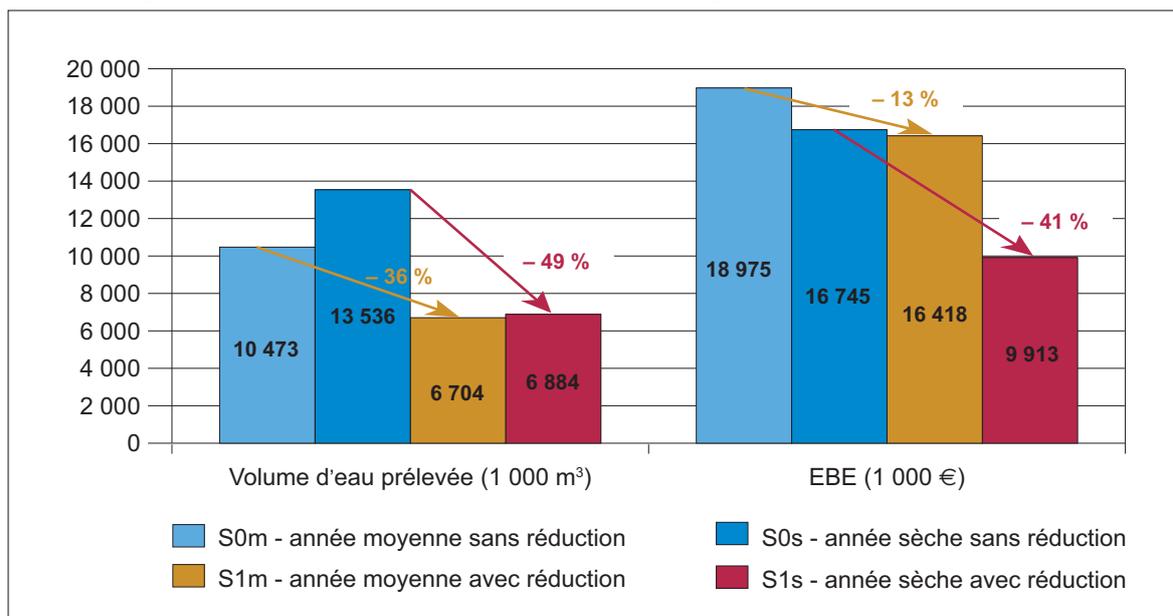
### 3. Résultats et mise en perspective

#### 3.1. Impacts d'une réduction de 40% des prélèvements

En cas de réduction des volumes prélevables, la règle de décision à court terme, exprimée par les agriculteurs lors des ateliers, est de concentrer les volumes prélevables sur des superficies irriguées réduites en maintenant la dose d'eau par hectare. Ainsi les rendements des superficies irriguées avec réduction des prélèvements restent identiques à ce qu'ils étaient sans réduction. Les superficies qui ne seraient plus irriguées seraient converties pour moitié en sec et pour l'autre en jachère. En appliquant cette règle d'arbitrage, une réduction de 40 % des volumes prélevés par rapport à la situation de référence, entraînerait **une baisse importante** (- 13 %) **de l'EBE** des exploitations soumises à réduction des prélèvements, encore accentuée en cas de sécheresse (figure 7). Tous les types d'exploitations ne seraient pas affectés de la même façon par les réductions (- 2 à 36 % selon les types en année moyenne ; - 6 à - 129 % en année sèche) : les baisses d'EBE apparaissent plus importantes en valeur relative pour les types d'exploitations COP et arboriculture (respectivement - 36 % et - 25 % d'EBE), qui ont un taux d'irrigation élevé (respectivement 41 et 51 %). Les exploitations de type Volaille compensent la diminution des superficies irriguées par du maïs grain en sec et des achats d'aliments et la baisse de leur EBE se situe dans la moyenne

(- 14 %). La baisse de l'EBE est plus faible pour les exploitations d'élevage herbivore (- 5 % à - 10 %). Cependant, leur sécurité fourragère serait mise en danger, aggravant leur situation économique déjà fragile (niveau élevé des charges fixes liées aux investissements). Certaines exploitations pourraient voir leur revenu devenir négatif. Les exploitations maraîchères font porter la réduction des prélèvements sur les superficies en maïs, qui représentent une faible part de leur chiffre d'affaire. Elles sont donc moins affectées par la réduction des prélèvements (- 2 % d'EBE).

Figure 7 - Structuration de la consommation en eau et impact sur l'EBE pour le territoire soumis à réduction des prélèvements

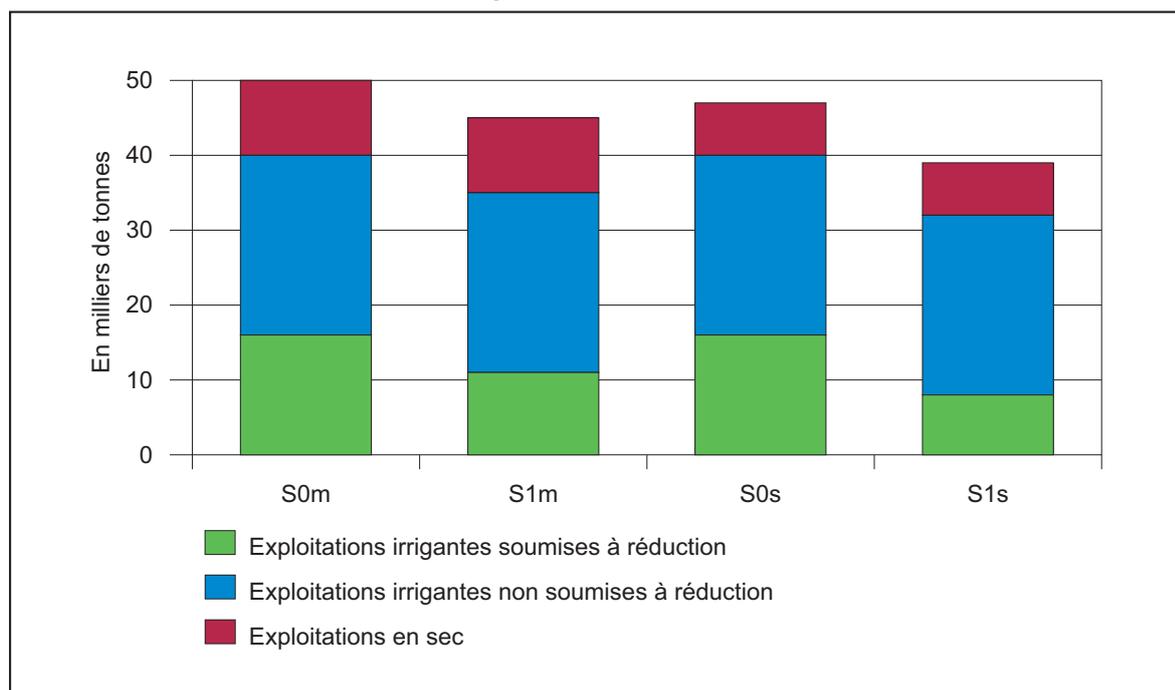


Source : auteurs

Les impacts constatés au niveau des exploitations se répercuteraient à l'échelle des filières, en l'absence d'un redéploiement de la collecte vers d'autres zones non concernées par les réductions de prélèvements. L'application conjointe de la réduction de 40 % des volumes prélevés par rapport à la situation de référence et des arbitrages de court terme entre cultures entraînerait **une baisse importante des volumes de production en maïs et en abricot** des exploitations soumises à réduction, encore accentuée en cas de sécheresse (figure 8 et figure 9). 12 000 tonnes seraient perdues pour le maïs en année climatique moyenne (soit 28 % de la production totale de la zone d'étude), et les pertes iraient jusqu'à 19 000 tonnes en année sèche (46 % de la production totale) avec l'application des réductions. Pour la filière abricot la perte serait respectivement de 5 000 et 8 000 tonnes (respectivement 10 et 17 % de la production totale de la zone d'étude). La diminution des volumes disponibles d'abricots pourraient remettre en question l'existence de certains petits opérateurs présents sur la zone. Pour le maïs, les opérateurs aval (usines d'aliments, minoteries) pourraient compenser par un recours à l'importation depuis d'autres bassins céréaliers, mais les coopératives, tributaires d'apports locaux, seraient directement affectées.

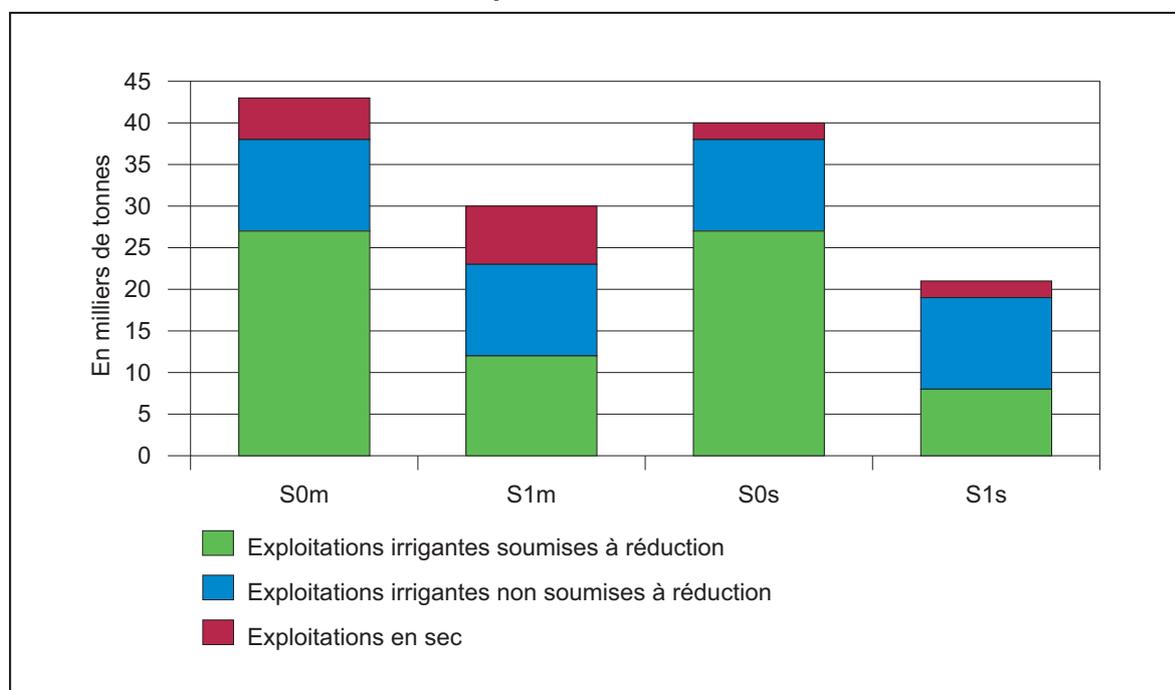
**L'enjeu économique du scénario de baisse des prélèvements de 40 % porte sur une valeur globale perdue, pour les deux productions phares de la Drôme des Collines, de 6 millions d'euros en année normale, et 10 millions d'euros en année sèche.**

Figure 8 - Impact d'une réduction de 40 % des volumes prélevables en année moyenne et en année sèche sur la production d'abricot en Drôme des Collines



Source : auteurs

Figure 9 - Impact d'une réduction de 40 % des volumes prélevables en année moyenne et en année sèche sur la production du maïs en Drôme des Collines



Source : auteurs

### 3.2. Adaptation des exploitations à la réduction des volumes prélevables

Plusieurs types de mesures d'adaptation des exploitations ont été discutés en ateliers. Leurs impacts ont été analysés selon différents critères (tableau 4). Ces mesures ont pour objectif d'explorer les contraintes et les marges de manœuvre possibles pour atténuer les impacts économiques de la réduction des prélèvements d'eau mis en évidence dans la section précédente, tout en maintenant l'objectif d'amélioration de l'état des cours d'eau. Elles concernent : 1) des modifications d'assolement visant à remplacer partiellement le maïs grain par des cultures irriguées moins consommatrices d'eau et parfois plus rémunératrices (SYST1 : noyer, SYST2 : soja, SYST3 : variétés précoces de maïs, SYST4 : maïs semence, et SYST5 : blé dur), 2) l'adoption de techniques d'irrigation plus efficaces (EQUI1 : goutte à goutte enterré), 3) ou l'amélioration de la conduite de l'irrigation avec l'appui d'un conseil agricole plus ciblé (PRAT1). Les mesures les plus intéressantes économiquement (SYST1 et SYST4, voir tableau 4) sont aussi celles qui exigent les investissements les plus importants<sup>16</sup>. Par ailleurs elles ne concernent que les types d'exploitations les plus intensifs (exploitations de type COP et polyculture pour SYST1, COP, polyculture et volaille pour SYST4). Pour les exploitations laitières (bovines ou caprines), dont l'approvisionnement en fourrages est très contraint dans la situation actuelle, la diminution des prélèvements rend les exploitations encore plus vulnérables. Les possibilités d'adaptation sont limitées à l'amélioration de la productivité fourragère des prairies, mais celle-ci est difficile à modéliser du fait notamment de la très grande diversité des situations en termes de ressources fourragères (origine et marges de manœuvre).

En ce qui concerne les économies d'eau d'irrigation, la mesure la plus intéressante est l'adoption de variétés de maïs précoce qui permettrait d'économiser 11 % du volume des réductions si elle était généralisée à l'ensemble des exploitations irriguées concernées. La substitution d'autres cultures au maïs (noyer, soja et blé dur) permettrait chacune d'économiser 4 % du volume des réductions. De même, l'impact sur les prélèvements de l'amélioration des pratiques d'irrigation a été évalué de façon grossière à environ 5 % du volume des réductions. Les autres mesures (maïs semence et goutte à goutte enterré) qui ne concernent qu'un petit nombre d'exploitations, ont un impact beaucoup plus limité sur les prélèvements.

Les compatibilités entre les mesures d'accompagnement ont été analysées (tableau 5). L'amélioration des pratiques d'irrigation et de fertilisation peut être associée à toutes les autres mesures sur une même parcelle. L'adoption de variétés précoces de maïs est complémentaire des modifications d'assolement dans une même exploitation. L'équipement en goutte à goutte enterré est possible sur le maïs grain, le maïs semence et le soja. Il serait également possible sur le noyer avec la technique des ajutages (actuellement à l'étude sur la vigne) qui permet un débit d'apport plus important et donc favorise un bon enracinement des arbres favorable à leur stabilité (conditions de vent fort). Aucune combinaison des mesures compatibles entre elles ne permet d'atteindre les 40 % de réduction des volumes prélevables préconisés.

---

16. Par exemple dans le cas de la substitution maïs grain - noyer (SYST1), le gain d'EBE indiqué au tableau 4 n'est obtenu que huit ans après la plantation, et ne tient pas compte de l'amortissement des investissements (plantation et matériel : montant total de 4.47 M€ dans le cas d'un équipement matériel collectif).

**Tableau 4 - Synthèse des impacts des mesures d'accompagnement**

		Types et effectifs concernés	Gain EBE par rapport à S1 (1 000 €)	Atténuation en % de S0	Impacts environnementaux	Délai de mise en œuvre	Frein à la mise en œuvre
SYST1	Noyer	22 expl. en COP 47 expl. en polyculture	1 985	10 %	+	---	---
SYST2	Soja	22 expl. en COP 27 expl. volaille	81	0 %	+	-	-
SYST3	Maïs précoce	tous types sauf bovins lait et caprins lait	130	1 %		-	-
SYST4	Maïs semence	15 expl. COP 24 expl. polyculture 10 expl. volaille	101	1 %		--	-
SYST5	Blé dur	5 expl. COP 18 expl. polyculture 5 expl. volaille 15 expl. bovins viande	77	0 %		-	-
EQUI1	G à G enterré	2 expl. COP 3 expl. polyculture 5 expl. volaille	10	0 %			--
(SYST3+SYST1+SYST4-SYST5)			2 012	11 %	+	---	---

+++ très favorable

++ modérément favorable

+ faiblement favorable

- faiblement défavorable

-- modérément défavorable

--- très défavorable

Source : auteurs

**Tableau 5 - Compatibilité entre les mesures d'adaptation**

	SYST1 - Noyer	SYST2 - Soja	SYST3 - Maïs précoce	SYST4 - Maïs semence	SYST5 - Blé dur	EQUI1 - Goutte à goutte
SYST1 - Noyer						
SYST2 - Soja						
SYST3 - Maïs précoce						
SYST4 - Maïs semence						
SYST5 - Blé dur						
EQUI1 - Goutte à goutte						
PRAT1						

Synergie : association possible sur une même parcelle, les économies d'eau se cumulent.

Complémentaire : association possible dans une même exploitation sur des parcelles différentes.

Partiellement compatibles sur une même exploitation.

Source : auteurs

### 3.3. Mise en perspective pour différents terrains d'étude

D'un point de vue méthodologique, le phasage des étapes est similaire à celui d'études de ce type réalisées dans d'autres régions. Dans tous les cas, les différentes étapes mobilisent une grande quantité et diversité d'informations (structures de production, itinéraires techniques, pratiques d'irrigation, rendements, prix, charges, prélèvements en eau, sol, climat) provenant de sources variées (administration, profession agricole, gestionnaires de périmètres irrigués, agence de l'eau, recherche), ce qui nécessite un temps de collecte, de traitement et de vérification de cohérence non négligeable. Un état des lieux est absolument essentiel pour assurer la qualité des résultats et leur validation par les acteurs. Ces travaux soulignent également certaines limites des études « Volumes Prélevables » au regard de critères techniques et scientifiques, notamment en ce qui concerne l'évaluation de la demande en eau agricole pour l'estimation des débits non influencés des cours d'eau, et au regard des apports d'une évaluation fine de la consommation en eau d'irrigation.

Des adaptations de la méthode peuvent être mises en œuvre en fonction des objectifs de l'étude (opérationnels pour la définition de politiques publiques, ou plus analytiques, voire de recherche), de l'étendue du territoire d'étude, des moyens (temps, budget et compétences), des informations disponibles (par exemple qualité des données sur les prélèvements, typologies pré-existantes), du contexte (diversité des systèmes de production, des pratiques d'irrigation et des possibilités d'adaptation) et du degré de coopération de la profession agricole et des autres acteurs du territoire.

Les principales différences méthodologiques constatées entre les études concernent :

- la finesse et le mode d'élaboration de la typologie d'exploitations (huit types en sec et huit en irrigué en Drôme des Collines contre quatre types en Beauce, et entre quatre et six types sur six sous-bassins d'Adour-Garonne) ;
- le type de modélisation micro-économique (programmation mathématique ou simulation budgétaire) ;
- l'identification et l'évaluation des stratégies d'arbitrage de l'allocation de l'eau entre cultures (sur la base d'entretiens individuels, d'ateliers ou de jeux de simulation) ;
- la diversité des stratégies d'adaptation envisagées (liée entre autre au nombre d'ateliers participatifs réalisés avec les acteurs) ;
- le degré de spécification ou le nombre de variantes des modèles considérées en fonction notamment des conditions de sols (par exemple en Beauce, la répartition des trois types de sols diffère selon le type d'exploitation et la zone considérée).

## Conclusion

L'étude « Adaptation de l'agriculture à la disponibilité de la ressource en eau dans la Drôme des Collines », a mis en œuvre une démarche participative afin de cerner les enjeux locaux de la réforme des volumes prélevables. Les principales hypothèses de travail et les stratégies d'adaptation des exploitations ont été validées et/ou identifiées durant des ateliers qui ont bénéficié d'une mobilisation des acteurs locaux, notamment de la profession agricole, et d'une forte implication de l'équipe prestataire sur le terrain.

Le territoire de la Drôme des Collines compte 555 exploitations irrigantes, dont 317 concernées par la réforme de volumes prélevables. Pour ces dernières, la réduction des prélèvements en eau serait de l'ordre de 40 % en année climatique moyenne (contre respectivement 22 % pour l'ensemble de la zone étudiée) et de 49 % en année sèche (respectivement 30 %).

La première phase de l'étude a montré qu'une application de la réforme reposant seulement sur des arbitrages d'allocation de l'eau entre cultures, aurait un impact économique fort sur les exploitations de la zone. La perte d'EBE des exploitations concernées serait de 13 % en année moyenne, et de 41 % en année sèche, avec une forte variabilité inter-type ou même intra-type. Compte tenu du niveau élevé des charges fixes (amortissement des emprunts) qui viennent en déduction de l'EBE pour estimer le revenu, la viabilité économique de certaines exploitations est clairement menacée. Les exploitations les plus vulnérables sont les céréaliers et les éleveurs, avec une dépendance accrue à l'égard du marché pour l'achat des aliments. Ainsi, en année moyenne, l'impact sur l'EBE (2,56 M€) ramené à la réduction des prélèvements en eau (3,78 Mm<sup>3</sup>) serait de 0,68 €/m<sup>3</sup>.

Compte tenu de la taille réduite du territoire de la Drôme des Collines par rapport au territoire de collecte des filières (les plus touchées étant celles du maïs-élevage avicole et de l'abricot), l'impact des réductions de prélèvements sur celles-ci serait plus limité. Aucune stratégie d'adaptation n'a, en conséquence, été envisagée à l'échelle des filières. Mais si plusieurs bassins versants appartenant au territoire de collecte des filières devaient être concernés par la réforme des volumes prélevables, une telle analyse devrait être conduite.

La seconde phase de l'étude a consisté à identifier des mesures d'accompagnement plus structurelles, à mettre en œuvre progressivement à moyen et long termes pour atténuer l'impact économique brut associé à la réduction du volume prélevable. Aucune de ces mesures et combinaisons de mesures ne permet de compenser intégralement la perte d'EBE, ni d'atteindre les 40 % de réduction recommandés. À l'échelle de l'ensemble des exploitations, la combinaison maximale de mesures permettrait d'atténuer de 11 points la perte d'EBE initiale qui ne serait plus que de 2 %, mais cette atténuation ne profiterait qu'aux types d'exploitations COP et polyculture.

Par ailleurs, les mesures les plus intéressantes pour l'exploitant sont celles qui exigent les investissements les plus importants (plantation de noyers et mise en place de maïs semence, avec irrigation localisée). Elles ne sont pas applicables à toutes les exploitations. En particulier, il n'y a pas d'alternatives pour les exploitations d'élevages laitiers, les plus fragiles. Ceci pose donc la question de la vulnérabilité différenciée des exploitations face à des réductions d'accès à l'eau et de la mise en place de mesures d'accompagnement adaptées à chaque situation.

Les stratégies d'adaptation devront tenir compte des particularités, des marges de manœuvre et des contraintes propres à chaque exploitation. Cette mise en œuvre sera longue et nécessitera un effort important d'animation, de communication, de formation et d'appropriation des outils améliorant la gestion de l'irrigation. Pour faciliter l'adoption de productions et de technologies plus efficaces, des aides financières pourraient s'avérer nécessaires.

Les principales limites de l'étude résident dans le caractère statique des simulations réalisées<sup>17</sup> et dans l'absence de prise en compte des impacts du changement climatique sur la demande en eau des exploitations<sup>18</sup>. Avec la méthode proposée, il est possible de réaliser certaines améliorations à condition d'y consacrer suffisamment de temps et de disposer des données nécessaires. Les pistes suivantes peuvent être évoquées :

- prendre en compte une plus grande diversité d'années climatiques, en incluant en particulier une année humide, et en calculant les indicateurs sur une moyenne pondérée d'années climatiques différentes ;
- analyser d'autres alternatives d'adaptation comme le développement de certaines cultures maraîchères (sous réserve de ne pas saturer le marché) ou le recours à des ressources en eau nouvelles comme les prélèvements dans le Rhône et dans l'Isère;
- prendre en compte l'hétérogénéité de l'allocation initiale des autorisations de prélèvement. En effet, certaines exploitations a priori semblables (même surface irriguée) peuvent, pour des raisons historiques, bénéficier d'allocations différentes ;
- analyser la variabilité des résultats économiques à l'intérieur de chaque type d'exploitation, notamment en termes de charges de structure et niveau d'endettement, et ses conséquences sur la vulnérabilité des exploitations.

L'étude réalisée en Drôme des Collines confirme, après d'autres enquêtes similaires, que la connaissance du terrain est indispensable pour comprendre les contraintes et objectifs des agriculteurs, condition essentielle à la modélisation de la situation actuelle et à l'élaboration de propositions d'adaptation réalistes. Ceci nécessite la participation des acteurs, notamment de la profession agricole, détenteurs de données essentielles pour la modélisation.

---

17. Il convient de noter cependant qu'aucun modèle ne peut rendre compte des évolutions structurelles des exploitations, qui ne peuvent être abordées que par le biais de scénarios.

18. Ces points ne faisaient cependant pas partie de la lettre de commande du cahier des charges de l'étude.

## Références bibliographiques

- Acteon, CACG, 2009, *Évaluation de l'impact économique du projet de SDAGE sur le Marais Poitevin et analyse comparée des mesures d'accompagnement*, rapport d'étude, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de la région Poitou-Charentes
- Acteon, BRGM, Cemagref, 2011, *Révision des autorisations de prélèvement d'eau pour l'irrigation sur le bassin Adour-Garonne*, rapport pour l'Agence de l'eau Adour-Garonne, Agence de l'eau Adour-Garonne
- Artelia - MGX, 2012, *Études d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous bassin versant de la Drôme des Collines*, rapport final pour l'Agence de l'eau RMC, juillet 2012
- Artelia - MGX, 2012, *Études d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous bassin versant de la Galaure*, rapport final pour l'Agence de l'eau RMC, juillet 2012
- Bouarfa S., Brunel L., Ruelle P., Morardet S., Mailhol J.-C., Granier J., 2011, *Évaluation en partenariat des possibilités d'adaptation des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France)*, Cahiers Agricultures, 20, 1, pp. 124-9
- Diataé, 2012, *Étude agronomique et impact économique et environnemental de l'irrigation sur l'amont du bassin versant de la Drôme. Rapport final*, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée Corse, Région Rhône-Alpes, Syndicat Mixte Rivière Drôme et ses affluents
- Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (RA 2010) - *État des lieux de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Rhône-Alpes*
- Hébert N., Grandmougin B., Loubier S., Graveline N., Marsac S., Amen J.-F., Brunel L., 2012, « Réforme des autorisations de prélèvement dans le bassin Adour-Garonne : impacts sur l'économie agricole », *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2, 2, pp. 113-126
- Lejars C., Fusillier J.-L., Brunel L., Rucheton G., Coutant C., Bouarfa S., 2012, *Impact des restrictions d'eau sur les filières agro-alimentaires. Nappe de la Beauce*, rapport d'étude, UMR G-eau, Cirad, Cemagref, Diataé, AFEID, DRAAF de la région Centre
- Lejars C., Fusillier J.-L., Bouarfa S., Brunel L., Rucheton G., Girard X., Golaz F., 2012, *Impact des restrictions d'accès à la ressource en eau sur les exploitations agricoles et les filières en Beauce*, *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 2, 2, pp. 139-154, disponible en ligne : [http://www.agronomie.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/Revue\\_AES/AES\\_vol2\\_n2\\_dec2012/AES\\_vol2\\_n2\\_11\\_Lejars\\_al.pdf](http://www.agronomie.asso.fr/fileadmin/user_upload/Revue_AES/AES_vol2_n2_dec2012/AES_vol2_n2_11_Lejars_al.pdf)

# Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire : enjeux pour les consommateurs et les entreprises

---

Hélène Bourgade<sup>1</sup>, Olivier Chartier<sup>1</sup>, Elodie Cluzel<sup>1</sup>, Nicolas Hémon<sup>1</sup>, Patrice Dole<sup>2</sup> et François Zuber<sup>2</sup>

## Résumé

*Cet article porte sur les innovations technologiques pouvant être mises en œuvre par les industries agroalimentaires pour agir sur le gaspillage dans la distribution, la restauration et la consommation finale par les ménages. Dans le cadre d'une étude commanditée par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, et par le ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, vingt-six innovations dans le domaine des emballages et des technologies de conservation des aliments ont été évaluées. Une analyse de la perception de ces innovations par les consommateurs et des conditions de leur adoption par les différents acteurs de la chaîne alimentaire a permis de mesurer leur attractivité, en prenant en compte les possibilités d'évolution des technologies à dix ans. Accompagner le développement de ces innovations pourrait contribuer à réduire le gaspillage alimentaire.*

## Mots clés

Gaspillage alimentaire, lutte contre le gaspillage, innovation technologique, acceptabilité sociale

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

---

1. Euroquality.  
2. CTCPA.

## Introduction

Dans un contexte de raréfaction des matières premières et de croissance démographique, la nécessité de lutter contre le gaspillage alimentaire fait aujourd'hui consensus. Atteignant plus de 30 % de la production d'aliments destinés à la consommation humaine à l'échelle de la planète (Gustavsson *et al.*, 2011), le gaspillage devient un enjeu crucial au niveau mondial. Au niveau communautaire, le Parlement européen a ainsi adopté en 2012 une résolution demandant des mesures urgentes pour le réduire de moitié d'ici 2025. Au niveau national, un pacte national de lutte a été lancé le 14 juin 2013.

Les actions et études concernant le gaspillage dans les pays du Nord se sont développées à la fin des années 1990 et se sont multipliées depuis 2008. La plupart des initiatives lancées au cours des dernières années concerne des actions d'information et de sensibilisation des acteurs de la chaîne alimentaire. Les changements de pratiques aux différents maillons (production, distribution, restauration) ainsi que l'éducation des consommateurs et la modification des habitudes alimentaires constituent le principal levier. L'instauration d'une journée nationale de lutte contre le gaspillage, le lancement d'une campagne de communication à destination du grand public, la mise en place de formations dans les écoles hôtelières et les lycées agricoles ou l'initiative « Zéro Gâchis », qui propose aux consommateurs de consulter ce qui va être prochainement jeté dans les magasins des environs, sont des illustrations d'actions de sensibilisation.

Les innovations technologiques peuvent également contribuer à réduire le gaspillage alimentaire. La publication *Food waste within global food systems* identifie les innovations les plus intéressantes à partir d'une analyse de ses causes (Bond *et al.*, 2013)<sup>1</sup>. Les priorités de recherche identifiées pour l'industrie agro-alimentaire incluent une meilleure valorisation des produits, à travers une meilleure qualité (sanitaire et organoleptique) et à travers de nouvelles solutions de stockage et de conservation, notamment par la reformulation ou par la mise en œuvre d'emballages innovants.

Le présent article étudie les conditions de mise en œuvre d'innovations technologiques susceptibles de contribuer à la fois à la réduction du gaspillage alimentaire et à l'amélioration de la compétitivité de l'industrie agro-alimentaire française. Il s'appuie sur les méthodes, résultats et conclusions de l'étude *Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire. Enjeux pour les consommateurs et pour les entreprises* (Bourgade *et al.*, 2014), financée par le ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt, dans le cadre de la section « Économie et sociologie » de l'Observatoire de l'alimentation, ainsi que le ministère de l'Économie, du Redressement productif et du Numérique dans le cadre du Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Économiques (PIPAME)<sup>2</sup>.

Il est construit autour de l'évaluation des innovations technologiques afin d'aboutir à un classement et à des recommandations à court, moyen et long termes. Les données nécessaires à l'évaluation ont été renseignées au fur et à mesure de l'avancement de différents volets : acceptation par le consommateur, réglementation, maturité de la technologie, maturité du marché français, bénéfices en matière de gaspillage, coût économique et impact

---

1. <http://www.foodsecurity.ac.uk/assets/pdfs/food-waste-report.pdf>

2. Le rapport peut être téléchargé à l'adresse suivante :

[http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_final\\_ETUDE\\_Innovations\\_technologiques\\_et\\_reduction\\_du\\_gaspillage\\_agroalimentaire\\_cle879858.p](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_final_ETUDE_Innovations_technologiques_et_reduction_du_gaspillage_agroalimentaire_cle879858.p)

environnemental. Nous présenterons dans un premier temps les objectifs, le périmètre et les méthodes utilisées, de façon à dégager, dans un second temps, les principaux résultats et recommandations d'action.

## 1. Objectifs, périmètre et méthode

### 1.1. Objectifs

L'objectif de l'étude commanditée est de proposer un cadre d'action publique pour soutenir la mise en œuvre d'innovations technologiques susceptibles à la fois de diminuer le gaspillage alimentaire et de conférer un avantage compétitif aux entreprises agroalimentaires françaises. Cet objectif général se décline en quatre objectifs spécifiques :

- 1) **Recenser les innovations technologiques les plus prometteuses en termes de réduction du gaspillage alimentaire.** Cette analyse qualitative prend notamment en compte le degré de maturité de chaque innovation technologique, le cadre réglementaire de sa mise en œuvre par l'industrie agroalimentaire ainsi que la présence d'acteurs nationaux susceptibles de contribuer à la R&D et à la mise sur le marché des innovations.
- 2) **Évaluer la perception et l'acceptation des consommateurs.** L'étude de la perception des innovations contribuant à réduire le gaspillage alimentaire par les consommateurs doit permettre d'établir une typologie des innovations technologiques au regard de leur acceptabilité par les consommateurs.
- 3) **Étudier les conditions nécessaires à la mise en œuvre des innovations par l'industrie agroalimentaire** en déterminant l'impact des technologies sur la compétitivité des industries agroalimentaires. L'objectif est de dresser un bilan des avantages et des inconvénients de leur mise en œuvre par les entreprises.
- 4) **Évaluer l'attractivité des innovations en prenant en compte les évolutions possibles à 10 ans.** L'objectif est d'évaluer l'attractivité des technologies au regard de leur faisabilité de mise en œuvre (peut-on facilement mettre en œuvre la technologie ?) et de leur impact macro-économique (a-t-on intérêt à mettre en place la technologie ?) en prenant en compte leurs perspectives d'évolution à 10 ans.

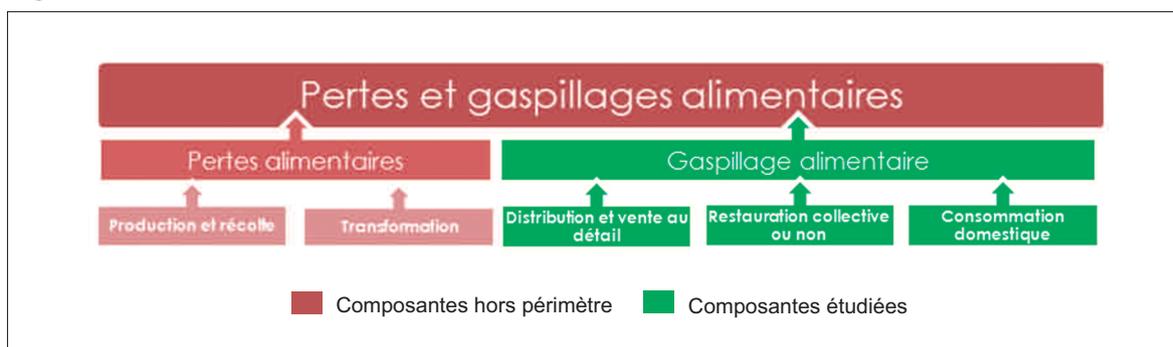
### 1.2. Périmètre

L'analyse porte sur les innovations technologiques ayant un impact sur la consommation finale des produits alimentaires. Elle couvre principalement les innovations technologiques susceptibles de réduire cette part du gaspillage évitable. Une attention particulière est portée aux innovations dans le domaine des emballages alimentaires et des technologies de conservation des produits. La reformulation a été exclue du périmètre car l'aborder aurait nécessité une analyse fine produit par produit, ce qui était hors de portée.

La consommation finale des ménages représente en effet la source la plus importante de gaspillage : de 42 à 67 % du gaspillage total, en France, au Royaume-Uni et au sein de l'Union européenne (Ministère de l'Écologie, 2012). Cette observation est confirmée par les sources allemandes (Kranert *et al.*, 2012). D'après Bond *et al.* (2013), le principal levier technologique pour réduire le gaspillage au niveau de la consommation finale est l'amélioration des produits alimentaires à travers de nouvelles solutions de stockage, de conservation, la reformulation ou la mise en œuvre d'emballages innovants.

Les innovations agissant sur les pertes au niveau de la production primaire par l'agriculture et de la transformation par les entreprises agroalimentaires ne rentrent pas dans le périmètre de l'analyse. Les innovations dans le domaine des équipements électro-ménagers domestiques ne sont pas non plus couvertes.

Figure 1 - Périmètre de l'étude

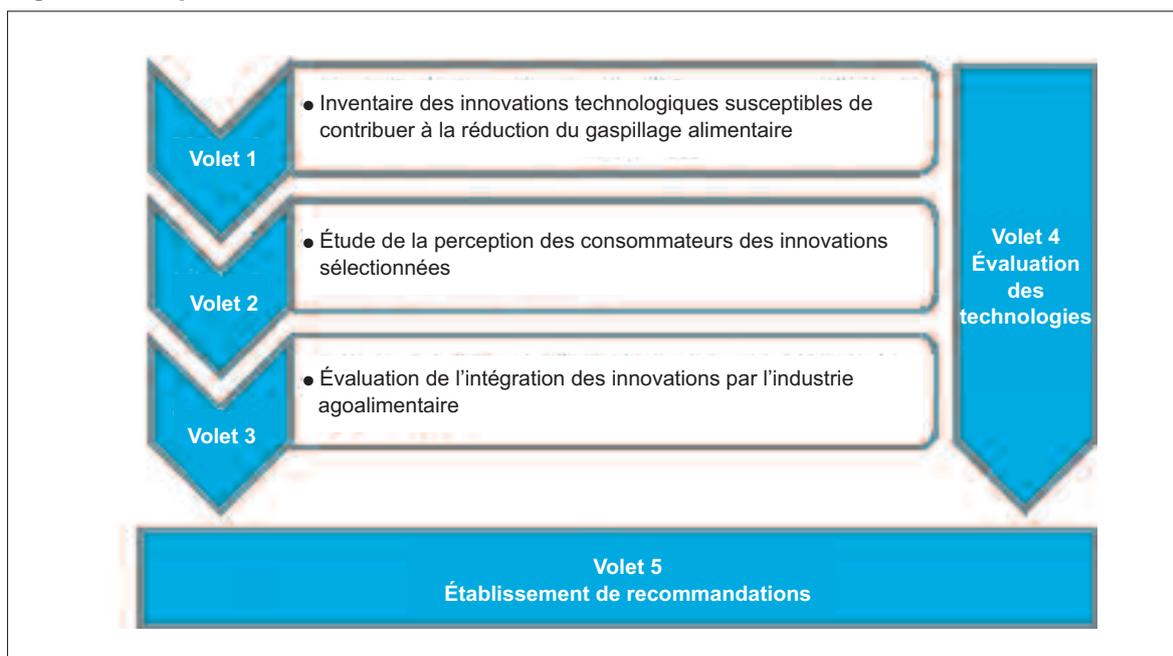


Source : auteurs

### 1.3. Méthodologie

La méthodologie repose sur une approche en cinq volets :

Figure 2 - Représentation des actions réalisées durant l'étude



Source : auteurs

## **Volet 1 - Méthode pour l'identification des technologies**

Le volet 1 a pour objectif de réaliser un état des lieux des innovations technologiques susceptibles de contribuer à la réduction du gaspillage alimentaire. Ces innovations ont été identifiées grâce à une recherche documentaire (presse professionnelle, publications scientifiques, veille Internet) qui s'est appuyée sur les connaissances, les outils et le réseau du Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles (CTCPA) et sur des échanges avec d'autres réseaux d'experts (Centres Techniques des filières IAA, scientifiques de l'INRA et universitaires, etc.).

Chaque innovation a été décrite selon une trame commune (« fiches technologiques »). Ces informations ont ensuite été synthétisées et analysées avec notamment une description du cadre réglementaire et des principaux acteurs nationaux.

## **Volet 2 - Méthode pour l'évaluation de la perception des innovations par les consommateurs**

La perception des consommateurs a été évaluée pour l'ensemble de ces technologies à travers l'analyse de dix « études de cas » représentatives des différentes technologies. Pour réaliser une sélection des technologies discutées, les innovations *a priori* proches ont été rassemblées en 14 groupes. Puis, les groupes de technologies faisant consensus et dont l'acceptabilité ne pose *a priori* aucun problème ont été retirés de la liste des discussions.

Dix courts scénarios décrivant brièvement chaque technologie appliquée à un aliment adéquat régulièrement consommé ont été mis au point et présentés lors de trois groupes de discussion (9, 7 et 8 participants). Suite à la lecture de chaque scénario, les participants ont exprimé leurs avis sur ces technologies. Afin de favoriser la spontanéité des participants tout en s'assurant que la discussion ne s'éloigne pas du sujet de départ et que tous les points essentiels soient abordés, un protocole semi-structuré a été mis au point. Les panels de consommateurs ont été sélectionnés afin de tenir compte de déterminants tels que sexe, âge et lieu de vie (ville vs. campagne). La connaissance scientifique des participants n'a pas été un critère de sélection. Huit entretiens avec des associations de consommateurs et des centres techniques régionaux de la consommation ont également été réalisés afin de compléter l'analyse.

Le nombre de groupes de discussion réalisés peut être considéré comme une limitation. En outre, ce type de méthodologie considère un consommateur « autonome » (hors situation réelle d'achat), homogène (les dissensions, les groupes sociaux, etc. ne sont pas pris en compte), réductions utiles mais qu'il convient de garder à l'esprit.

## **Volet 3 - Méthode pour l'évaluation de l'adoption des innovations par l'industrie agroalimentaire**

Des entretiens avec des entreprises (équipementiers, distributeurs, acteurs de la restauration collective et transformateurs de produits alimentaires) ont été réalisés pour étudier les conditions de mise en œuvre des innovations par l'industrie agroalimentaire. Un guide d'entretien a été élaboré pour chaque type d'acteur et validé par le comité de suivi. Ces guides définissaient les orientations et les questions de l'entretien qui portaient sur le gaspillage, les technologies, leur coût de mise en œuvre<sup>3</sup>, et les freins et leviers à la vente ou à leur adoption de ces dernières.

---

3. Coût de mise en œuvre = amortissement unitaire + coût opérationnel unitaire.

Au total, 38 entretiens ont été réalisés. Six entretiens ont été réalisés avec des représentants de centres techniques agroalimentaire afin d'identifier les principaux défis par filière. Dans le cas des équipementiers, une recherche des acteurs en France, Europe et à l'international a permis d'identifier 18 entreprises avec lesquelles les technologies ont été discutées lors d'entretiens bilatéraux. Pour les producteurs, distributeurs et acteurs de la restauration hors foyer, un panel de 14 acteurs a été interrogé individuellement.

#### **Volet 4 - Méthode pour l'évaluation de l'attractivité des innovations à 10 ans**

Une méthode d'évaluation a été développée intégralement dans le cadre de cette étude afin de mesurer l'attractivité des innovations. La méthode s'appuie sur le principe MECE : à chaque étape de la segmentation d'un problème, l'ensemble des éléments doit représenter toutes les facettes du problème sans exception (« Collectively Exhaustive » - CE), tout en gardant les éléments parfaitement indépendants les uns des autres (« Mutually Exclusive » - ME). Le modèle d'évaluation retenu repose sur une approche qualitative basée sur une construction d'indices plutôt qu'un calcul quantitatif : les données quantitatives étant rares, il a été choisi de faire reposer les comparaisons sur des indices qualitatifs croisant les informations disponibles. L'attractivité des technologies a été estimée selon deux axes :

- Faisabilité de mise en œuvre (*Peut-on mettre en place cette technologie ?*)  
Cet axe renseigne sur la facilité de mise en œuvre des technologies en prenant en compte quatre indices principaux : l'acceptation de la technologie par le consommateur, la réglementation, la maturité de la technologie et la maturité du marché français. Cette partie repose majoritairement sur des faits observés et des résultats obtenus dans les volets précédents.
- Impacts macro-économiques (*A-t-on intérêt à la mettre en place ?*)  
Ce deuxième axe renseigne sur l'intérêt à mettre en place la technologie. Il repose sur une analyse des bénéfices de la technologie en matière de contribution à la réduction du gaspillage et des coûts. Les bénéfices en matière de gaspillage sont estimés au niveau de la distribution, de la restauration hors foyer et de la consommation des ménages. Le coût de mise en œuvre prend en compte le coût économique ainsi que l'impact environnemental de la technologie. Cette partie repose majoritairement sur des estimations réalisées par les auteurs.

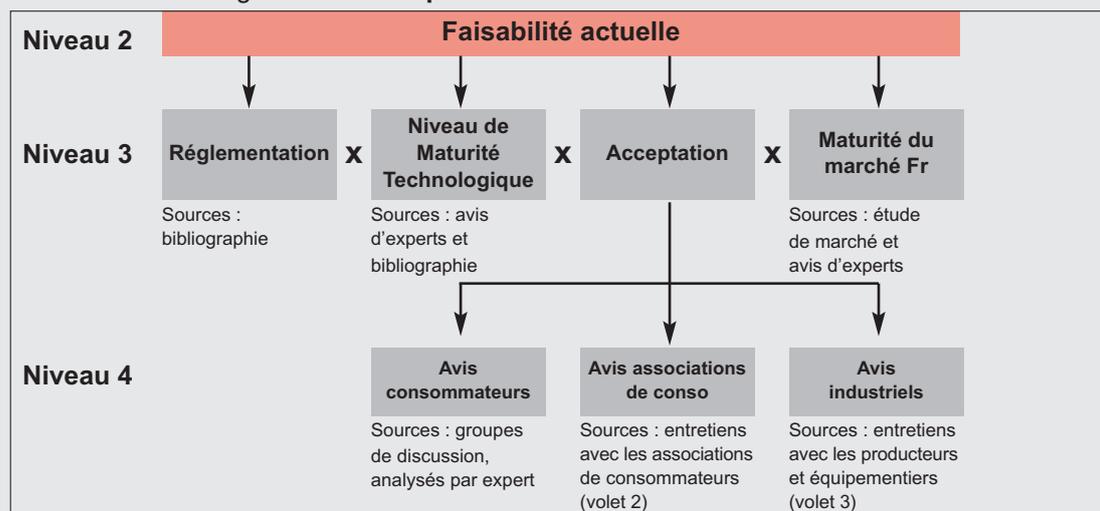
Les indices ont été élaborés à partir de données bibliographiques et d'avis d'experts pour deux horizons temporels : attractivité actuelle et attractivité à 10 ans. Les informations nécessaires à l'élaboration des indices à dix ans ont été collectées lors d'un atelier de prospective regroupant des représentants des pouvoirs publics, de la communauté scientifique et de l'industrie.

## Encadré 1 - Méthode d'évaluation

Le détail de la construction des indices pour l'axe « Faisabilité actuelle de mise en œuvre » est présenté dans cet encadré à titre d'illustration. Des informations complémentaires sur le modèle d'évaluation peuvent être consultées dans le chapitre 7.1 du rapport.

Comme indiqué dans le schéma ci-dessous, la faisabilité actuelle de mise en œuvre est un indice de niveau 2 (les indices de niveau 1 sont l'attractivité actuelle et l'attractivité future). Il est décomposé en 4 indices (réglementation, maturité technologique, acceptation et maturité du marché français).

Figure 3 - Décomposition de l'indice de faisabilité actuelle



Source : auteurs

### Indice « Réglementation »

Le cadre réglementaire actuel des technologies a été étudié lors de la préparation des fiches technologiques. L'échelle est composée de 3 niveaux : 0 (interdiction actuellement), 1 (autorisation partielle et sous conditions) et 2 (autorisation de toute la catégorie).

### Indice « TRL »

La maturité des technologies est évaluée suivant l'échelle TRL (Technology Readiness Level) allant de 0 à 9. Cette évaluation est présentée dans chaque fiche technologique.

### Indice « Acceptation »

L'acceptation des consommateurs est une condition pour l'adoption de technologies par l'ensemble des industries agroalimentaires, mais est difficilement mesurable. Dans le cadre de cette étude trois groupes de discussions ont été organisés ainsi que des entretiens avec des associations de consommateurs. Les entretiens avec les équipementiers ont permis également de compléter ces avis. L'acceptation d'une technologie résulte donc de la moyenne de ces trois points de vue afin d'obtenir la vision la plus objective possible.

### Indice « Maturité du marché français »

Ce critère évalue la présence d'acteurs de la recherche et industriels dans le secteur de chaque technologie. L'échelle utilisée est la suivante :

RECHERCHE	Sur le sol français	2	4	6
	À l'étranger	1	3	5
	Nulle part	0	—	—
		Nulle part	À l'étranger	Sur le sol français
		PRODUCTION		

La grille a été remplie à partir des fiches technologiques selon quatre principes :

1. S'il n'y a de recherche nulle part, alors il n'y a pas de production, ni en France ni ailleurs. À l'inverse, s'il y a déjà production, il y a recherche.
2. L'idéal est d'avoir à la fois de la recherche et de la production. S'il n'y a que de la recherche, la note doit être moins bonne.
3. L'objectif étant d'estimer la maturité du marché français, les innovations présentes sur le sol français sont mieux notées que celles qui en sont absentes.
4. L'objectif de l'étude est de développer l'usage et donc la commercialisation de certaines technologies. Par conséquent, ont été privilégiées les technologies en production, plutôt qu'une technologie uniquement en recherche en France.

## Volet 5 - Méthode pour l'élaboration des recommandations

La dernière étape a consisté à établir des recommandations pour la mise en œuvre d'un cadre d'action publique visant à soutenir les innovations technologiques susceptibles de contribuer à la réduction du gaspillage alimentaire. Ces recommandations ont été élaborées en deux étapes principales : la première étape a consisté à formuler des recommandations par *groupes* de technologies à partir d'une analyse des freins et des leviers pouvant influencer la mise sur le marché des innovations. La deuxième étape a consisté à synthétiser les résultats des travaux par groupes de technologies en formulant des recommandations couvrant l'ensemble des technologies couvertes par l'étude.

## 2. Résultats volet 1 : inventaire des nouvelles technologies

### 2.1. Sur les innovations technologiques retenues

On peut distinguer trois approches pour la réduction du gaspillage au niveau de la transformation (Lipinski *et al.*, 2013) : 1) l'amélioration des procédés de fabrication (réingénierie des procédés), 2) l'amélioration de la gestion des chaînes d'approvisionnement et 3) l'amélioration des process pour garder les produits plus frais plus longtemps. Quested *et al.*, (2011) reconnaissent l'importance des emballages dans la réduction du gaspillage le long de la chaîne alimentaire et indiquent que l'impact environnemental d'une augmentation du poids du paquet, pour ajouter par exemple la fonctionnalité de refermer un paquet, est plus que compensée par le potentiel de réduction des déchets alimentaires apporté par la nouvelle fonctionnalité.

Par ailleurs, un Groupe de Travail de la Commission Européenne<sup>4</sup> mentionne la nécessité de soutenir la recherche sur les conditionnements optimisés (innovation pour améliorer la durée de conservation des fruits et légumes frais et transformés). Le Conseil National de l'Emballage a étudié les choix de conception de l'emballage pouvant intervenir dans la réduction des pertes et du gaspillage alimentaire (Conseil National de l'Emballage, 2011). Une résolution du Parlement européen 2011/2175 du 19 janvier 2012 portant sur le gaspillage

4. L : [http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/docs/background\\_08022013\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/sustainability/docs/background_08022013_en.pdf)

alimentaire souligne l'importance des technologies d'emballage dans la prévention du gaspillage alimentaire (diversification de la taille des conditionnements, fourniture de conseils pour le consommateur, création d'emballages permettant la prolongation de la conservation des marchandises et le maintien de leur fraîcheur) (Parlement Européen, 2012).

Enfin, l'initiative "Every crumb counts" de l'association FoodDrinkEurope en 2013<sup>5</sup> encourage les industries du secteur alimentaire et de l'emballage à développer des innovations permettant de garantir et de préserver la qualité des aliments, notamment par la recherche de solutions d'emballage et de procédés qui permettent de prolonger la durée de conservation des produits. L'utilisation d'emballages adaptés (portionnables, refermables) ainsi que les innovations qui aident à garder l'emballage intact tout au long de la chaîne d'approvisionnement sont également encouragées.

## 2.2. Présentation des innovations technologiques retenues

L'étude s'est concentrée sur les leviers suivants.

### ***Levier 1 : améliorer la flexibilité des systèmes de production par le suivi des produits alimentaires le long de la chaîne d'approvisionnement***

L'amélioration de la flexibilité des systèmes de production et des chaînes logistiques constitue un levier de réduction du gaspillage alimentaire (Bond *et al.*, 2013). Les innovations dans le domaine des capteurs et des emballages peuvent faciliter l'amélioration des chaînes d'approvisionnement en permettant un meilleur suivi des produits alimentaires le long de la chaîne. L'utilisation d'emballages intelligents – avec des capteurs capables d'acquiescer, de stocker et de communiquer automatiquement des informations sur les produits – pourra faciliter la mise en œuvre de nouvelles solutions logistiques. La technologie RFID joue à ce titre un rôle important. Les emballages instrumentés qui détectent rapidement des défauts de conservation permettent également une plus grande réactivité le long de la chaîne d'approvisionnement. Les emballages instrumentés par détection de traceurs (oxygène, CO<sub>2</sub>, éthylène) ou de micro-organismes permettent ainsi une caractérisation immédiate de produits et la mise en place d'actions correctives. Quatre technologies ont été retenues pour cet axe : 1) emballages avec intégrateurs temps/température, 2) traçabilité RFID, 3) emballages instrumentés par détection de traceurs (oxygène, CO<sub>2</sub>, éthylène) et 4) emballages instrumentés par détection de micro-organismes.

### ***Levier 2 : prolonger la fraîcheur des produits alimentaires hautement périssables***

Une part importante du gaspillage concerne les produits hautement périssables : une enquête réalisée en France en 2012 estime que 77 % des aliments gaspillés par les ménages sont des produits frais (FNE, 2012). Au Royaume-Uni, les études menées par le WRAP démontrent que les fruits et légumes ainsi que les produits de boulangerie représentent environ 50 % du gaspillage évitable des ménages en termes de quantité (Ventour, 2008). Prolonger la fraîcheur des produits frais et ultra-frais, et des produits prêts à consommer (plats cuisinés, sandwichs, salades) est ainsi identifié comme un levier pertinent de réduction du gaspillage alimentaire. Une première possibilité est d'utiliser la biopréservation (aussi appelée bioconservation) en maîtrisant la croissance des flores pathogènes ou l'altération des aliments grâce à l'utilisation de micro-organismes inoffensifs venant en compétition avec les micro-organismes indésirables. Une seconde possibilité consiste à utiliser des emballages adaptés aux produits respirants comme les fruits et légumes. Quatre technologies ont

5. <http://www.fooddrinkurope.eu/industry-in-focus/maximizing-food-resources/>

été retenues pour cet axe : 1) biopréservation, 2) biopréservation par les phages (virus naturels des bactéries), 3) emballages respirants par technologie de perforation, 4) emballages à perméabilité sélective.

### ***Levier 3 : augmenter la DLC et la DLUO des produits alimentaires par l'amélioration des propriétés barrières des emballages***

La revue bibliographique (Bond *et al.*, 2013, Quested *et al.*, 2011, Lipinski *et al.*, 2013) a permis d'identifier l'augmentation de la durée de conservation des produits alimentaires périssables, en particulier des produits réfrigérés soumis à une Date Limite de Conservation (DLC), comme un levier de réduction du gaspillage alimentaire. Les produits les plus gaspillés par les consommateurs sont ceux qui se conservent le moins. Une enquête réalisée par la TNS Sofres en 2012 indique que la DLC est la deuxième cause de rejet après l'aspect du produit (TNS Sofres, 2012). Les innovations technologiques dans le domaine des emballages peuvent contribuer significativement à améliorer la durée de conservation des aliments. L'une des stratégies d'amélioration repose sur le développement d'emballages barrières à l'oxygène. Cinq technologies ont été retenues pour cet axe : 1) nouveaux polymères d'emballages avec hautes propriétés barrières, 2) coatings minéraux technologies plasma, 3) coatings organiques nanochargés, 4) matériaux d'emballage nanochargés dans la masse, 5) emballages bio-sourcés.

### ***Levier 4 : augmenter la DLC des produits alimentaires périssables par la mise en œuvre d'emballages actifs***

Les emballages actifs modifient les conditions du produit emballé (par piégeage ou par dégagement de substances) afin de ralentir le développement microbien, et/ou de préserver les propriétés organoleptiques des aliments et ainsi d'augmenter leur durée de conservation. Ils constituent donc un moyen d'augmenter la DLC des produits alimentaires périssables et pourraient ainsi contribuer à diminuer le gaspillage. Trois technologies ont été retenues pour cet axe : 1) emballages piègeurs (oxygène et composants de maturation), 2) emballages émetteurs de CO<sub>2</sub> ou d'éthanol, 3) emballages à libération contrôlée de substances à effet anti-microbien.

### ***Levier 5 : augmenter la durée de conservation des produits alimentaires par des procédés de stabilisation et de conservation plus respectueux de la qualité des aliments***

Plusieurs innovations dans le domaine des procédés agroalimentaires permettent d'augmenter la durée de conservation des produits tout en améliorant leurs qualités organoleptiques ou nutritionnelles. La mise en œuvre de procédés de préservation permet de prolonger la durée de vie des produits et d'améliorer leur qualité nutritionnelle, contribuant ainsi à diminuer la quantité de déchets (Bond *et al.*, 2013). Les technologies permettant de mieux décontaminer les produits alimentaires périssables permettent d'une part d'allonger la DLC des produits emballés avant leur ouverture, rendant ainsi possible une meilleure gestion des flux et des stocks au niveau de la distribution. D'autre part, elles permettent souvent une amélioration de la qualité microbiologique après l'ouverture des emballages, rendant ainsi possible une augmentation de la durée de conservation dans les réfrigérateurs des consommateurs. Huit technologies déjà mises en œuvre industriellement, ou plus récentes et en cours d'industrialisation, ou encore au stade de la R&D, ont été retenues pour cet axe : 1) hautes pressions, 2) chauffage micro-ondes, 3) conditionnement aseptique, 4) chauffage ohmique, 5) lumière pulsée, 6) ionisation, 7) décontamination chimique de surface, 8) décontamination des emballages par traitement plasma.

**Levier 6 : encourager l'utilisation d'emballages portionables et de petites portions en rendant les technologies compatibles avec les exigences environnementale et de santé**

Il y a un consensus dans la littérature pour encourager l'utilisation de portions adaptées aux usages des consommateurs (Conseil National de l'Emballage, 2011, Lipinski *et al.*, 2013 ; Quested *et al.*, 2011). Les emballages portionables, refermables et assurant la juste dose du produit sont ainsi identifiés comme des leviers de réduction du gaspillage alimentaire. Ces approches pourraient mener à une multiplication des emballages, avec le développement des petites portions et des modes de consommation nomade. Cette approche se justifie d'un point de vue environnemental global, car l'addition d'emballages ou de nouvelles fonctionnalités est en général plus que compensée par le potentiel de réduction des déchets alimentaires apporté par le nouvel emballage. L'augmentation du volume des emballages usagés générés devra cependant s'accompagner d'une amélioration des performances de la filière de recyclage. Deux technologies ont été retenues pour cet axe : 1) technologies monocouches recyclables et 2) emballages minimisant en toutes conditions les phénomènes de migration.

**Tableau 1 - Les 26 innovations technologiques retenues dans l'étude**

1. Améliorer la flexibilité des systèmes de production par le suivi des produits alimentaires le long de la chaîne d'approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emballages avec intégrateurs temps/température</li> <li>- Traçabilité RFID</li> <li>- Emballages instrumentés par détection de traceurs (oxygène, CO<sub>2</sub>, éthylène)</li> <li>- Emballages instrumentés par détection de micro-organismes</li> </ul>
2. Prolonger la fraîcheur des produits alimentaires hautement périssables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biopréservation</li> <li>- Biopréservation par les phages</li> <li>- Emballages respirants par technologie de perforation</li> <li>- Emballages à perméabilité sélective</li> </ul>
3. Améliorer les propriétés barrières des emballages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nouveaux polymères d'emballages avec hautes propriétés barrières</li> <li>- Coatings minéraux technologies plasma</li> <li>- Coatings organiques nanochargés</li> <li>- Matériaux d'emballage nanochargés dans la masse</li> <li>- Emballages bio-sourcés</li> </ul>
4. Développer et mettre en œuvre des emballages actifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emballages piègeurs (oxygène et composants de maturation)</li> <li>- Emballages émetteurs de CO<sub>2</sub>, emballages émetteurs d'éthanol</li> <li>- Emballages à libération contrôlée de substances à effet antimicrobien</li> </ul>
5. Développer des procédés de stabilisation et de conservation plus respectueux de la qualité des aliments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hautes pressions</li> <li>- Chauffage micro-ondes</li> <li>- Conditionnement aseptique</li> <li>- Chauffage ohmique</li> <li>- Lumière pulsée</li> <li>- Ionisation</li> <li>- Décontamination chimique de surface</li> <li>- Décontamination des emballages par traitement plasma</li> </ul>
6. Encourager l'utilisation d'emballage portionables et de petites portions en rendant les technologies compatibles avec les exigences environnementales et de santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologies monocouches recyclables</li> <li>- Emballages minimisant en toutes conditions les phénomènes de migration</li> </ul>

Source : auteurs

### 2.3. Le degré de maturité des innovations

14 innovations technologiques couvertes par l'étude sont en phase de démonstration ou sont déjà en phase de déploiement industriel (indice TRL entre 7 et 9) : des travaux de recherche sont encore nécessaires pour accompagner les industriels dans la mise en œuvre des technologies dans des conditions opérationnelles (activité de démonstration en condition pilote ou industrielle). Les procédés de conservation des aliments rentrent notamment dans cette catégorie, avec des besoins de recherche pour l'accompagnement des industriels dans l'optimisation des procédés et leur adaptation à une plus large gamme de produits.

12 innovations technologiques retenues nécessitent encore d'importants efforts de recherche et développement (TRL entre 1 et 6), notamment pour certaines innovations dans les secteurs des emballages, de la RFID et de la biopréservation. La recherche pourra bénéficier d'avancées issues d'autres secteurs comme le domaine médical ou les biotechnologies pour les emballages instrumentés, la microélectronique pour les RFID ou l'agronomie (biofertilisation) et l'alimentation-santé (technologie d'encapsulation) pour la biopréservation. Un effort particulier est nécessaire sur les questions de recyclage des matériaux utilisés dans les emballages alimentaires.

### 2.4. Le contexte concurrentiel

La France dispose de plus de 30 acteurs académiques (universités, centres techniques) et plus de 20 acteurs industriels dans le domaine des emballages et des techniques de conservation des aliments, ce qui lui confère une bonne position à la fois en termes de savoir-faire et de commercialisation. Certaines innovations bénéficient d'un contexte favorable avec la présence d'acteurs d'envergure internationale comme le secteur des RFID avec le CEA-LETI ou les technologies de biopréservation avec un réseau d'organismes de recherche et plusieurs acteurs industriels dont quelques start-up. Nous avons identifié un nombre significatif d'acteurs de la recherche sur les procédés agro-alimentaires et les matériaux d'emballage. Les pôles de compétitivité ainsi que plusieurs Réseaux Mixtes Technologiques (RMT) et Unités Mixtes de recherche (UMR), ainsi que le réseau des CTI et ITAI de l'ACTIA, jouent un rôle actif dans le développement de ces innovations.

### 2.5. Le contexte réglementaire

Enfin, l'analyse du contexte réglementaire révèle qu'il existe un cadre législatif pour la plupart des innovations couvertes par l'étude. Les principaux textes législatifs spécifiques sont les règlements européens 450/2009 concernant les emballages actifs et intelligents, 10/2011 concernant les matériaux de contact alimentaire, 258/97 concernant les nouveaux aliments (*Novel Food*) et 853/2004 concernant la décontamination des aliments. Il n'existe pas de législation européenne relative à la biopréservation. L'ionisation fait l'objet d'une réglementation à part.

Les écarts d'interprétation et de mise en œuvre de certaines réglementations seraient de nature à entraîner des distorsions entre États membres de l'Union européenne, et constituent un frein à l'innovation. Une révision de la réglementation européenne *Novel Food*, la publication d'une liste de substances autorisées à entrer dans la composition des emballages actifs ainsi que l'adoption d'une réglementation sur la biopréservation pourraient permettre de lever les freins réglementaires à la mise en œuvre des technologies retenues dans cette étude.

### 3. Résultats volet 2 : perception des consommateurs

L'objectif du deuxième volet est d'étudier l'acceptabilité des innovations par les consommateurs ainsi que les raisons expliquant leurs choix. Cette analyse a été réalisée grâce à une étude bibliographique, à la mise en œuvre de trois groupes de discussion avec des panels de consommateurs (organisés à Bourg-en-Bresse, Rennes et Strasbourg) et à une consultation avec des associations de consommateurs et des centres techniques régionaux de la consommation.

De manière générale, une technologie est facilement acceptée si elle permet 1) une réduction ou suppression des additifs conservateurs, ou 2) un remplacement de technologies jugées « high tech » par des technologies simples, compréhensibles et perçues comme étant « naturelles ». À l'inverse, les perceptions négatives sont davantage liées aux aspects suivants : 1) introduction de technologies complexes, 2) modifications dans le produit suite au traitement, 3) introduction de matériaux entraînant la migration de particules ou composés chimiques vers l'aliment et 4) addition d'emballages supplémentaires, les emballages étant considérés comme contribuant davantage à l'augmentation de déchets qu'à la réduction du gaspillage alimentaire.

Les travaux réalisés ont permis de classer les technologies en fonction de leur acceptation par les consommateurs selon trois groupes : 1) les « technologies acceptées » sont celles ayant reçu plus de 10 avis positifs et moins de 5 avis négatifs pendant les groupes de discussion ; 2) les « technologies acceptées sous conditions », celles ayant entre 6 et 9 avis positifs et négatifs ; enfin, 3) les « technologies dites « rejetées » sont celles ayant reçu plus de 10 avis négatifs et moins de 5 avis positifs. Le tableau 2 récapitule ce classement.

Tableau 2 - **Acceptabilité des technologies étudiées**

<b>Technologies acceptées</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Les technologies de conditionnement avec des ferments bioprotecteurs</li> <li>● Les emballages avec intégrateurs temps/température</li> <li>● Les hautes pressions</li> <li>● Emballages instrumentés par détection de traceurs (oxygène, CO<sub>2</sub>, éthylène)</li> <li>● Emballages instrumentés par détection de micro-organismes</li> <li>● Emballages respirants par technologies de perforation</li> <li>● Emballages respirants / autres technologies d'ajustement des flux et de la sélectivité O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub></li> <li>● Décontamination par chauffage micro-ondes</li> <li>● Technologies monocouches recyclables</li> </ul>
<b>Technologies acceptées sous conditions</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Les emballages émetteurs d'éthanol</li> <li>● Les emballages piègeurs (oxygène et composants de maturation)</li> <li>● La décontamination de l'aliment ou de l'emballage par lumière pulsée</li> <li>● Les matériaux d'emballage nanochargés dans la masse</li> <li>● La RFID</li> <li>● Décontamination des aliments par chauffage ohmique</li> <li>● Conditionnement aseptique du couple emballage - produit</li> <li>● Emballages à libération contrôlée de substances à effet antimicrobien</li> <li>● Nouveaux matériaux d'emballages avec hautes propriétés barrières</li> <li>● Coatings organiques nanochargés</li> <li>● Emballages biosourcés</li> <li>● Emballages minimisant en toutes conditions les phénomènes de migration</li> </ul>
<b>Technologies rejetées</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ionisation</li> <li>● Coatings minéraux technologies plasma</li> <li>● Décontamination des emballages par traitement plasma</li> <li>● Décontamination chimique de surface</li> </ul>

Source : auteurs

Les consommateurs disent souhaiter des contrôles plus réguliers ou une réglementation plus stricte pour éviter les fraudes. Ainsi, les technologies *a priori* les mieux acceptées sont celles dont les bénéfices pour les consommateurs, et non pour les industriels, sont spontanément admis. Il s'agit là d'un critère majeur dans l'acceptation des technologies par les consommateurs.

Les consommateurs enquêtés perçoivent le bénéfice de certaines technologies, notamment celles relatives au suivi de la qualité des aliments à domicile. En revanche, ils ne reconnaissent pas spontanément la valeur ajoutée des technologies qui permettent simplement d'allonger la durée de conservation des produits et ne sont pas prêts à payer davantage.

### Quelques exemples

***Les emballages avec intégrateurs temps/température, une innovation bien acceptée.***

Les consommateurs sollicités ont un avis positif sur les technologies qui leur facilitent le contrôle de la conservation des produits à domicile, et particulièrement celles qui les informent sur la qualité du produit en fonction de son vieillissement réel. Pour ces technologies, les consommateurs souhaitent que l'information fournie par la technologie soit facilement lisible et compréhensible. À cet égard, l'indicateur temps-température qui change de couleur en fonction du temps a été perçu favorablement.

***L'ionisation, une technologie rejetée par les consommateurs.***

Cette technologie est considérée comme étant trop complexe et pouvant faciliter les fraudes en permettant à des produits périmés de réintégrer la chaîne alimentaire. Les consommateurs sont très réticents face à cette technologie qu'ils ne comprennent pas bien. Le procédé, qui n'est pas connu par les consommateurs, ne fait pas peur mais en revanche le mot « ionisation » inquiète.

Les consommateurs des différents panels plébiscitent, bien qu'ils aient un coût, les emballages portionnables comme refermables tout en mentionnant que l'achat de produits en vrac sans suremballage ou à l'unité apparaît comme une solution au gaspillage. Des évolutions dans l'acceptation par les consommateurs des nouvelles technologies sont possibles et même souhaitables à condition qu'elles soient dans un intérêt partagé avec producteurs et distributeurs.

Ces résultats mettent en évidence que le consommateur n'est pas catégoriquement opposé à la mise en place de nouvelles technologies contribuant à la réduction du gaspillage alimentaire et souhaite être **informé sur les innovations réalisées par les industries agroalimentaires**. Les industriels doivent faciliter l'accès à ces informations pour **sensibiliser le consommateur et les générations futures** au gaspillage alimentaire.

## 4. Résultats volet 3 : analyse des conditions d'adoption des innovations par les différents acteurs de la chaîne alimentaire

Le volet 3 a permis d'étudier les conditions à l'adoption des innovations technologiques par les différents acteurs de l'industrie agroalimentaire et de collecter des données économiques concernant les innovations technologiques.

### 4.1. Les données économiques fournies par les équipementiers

L'estimation du coût total des technologies lors des entretiens a permis de les classer en trois catégories : coût total très important, coût total important et coût total faible.

Tableau 3 - Classement des technologies par coût

Très important	Important	Faible
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coatings minéraux technologies plasma</li> <li>• Hautes pressions</li> <li>• Chauffage micro-ondes</li> <li>• Conditionnement aseptique</li> <li>• Chauffage ohmique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballages instrumentés par détection de traceurs</li> <li>• Emballages émetteurs de CO<sub>2</sub>, d'éthanol</li> <li>• Emballages à libération contrôlée de substances à effet antimicrobien</li> <li>• Traçabilité et RFID</li> <li>• Nouveaux matériaux d'emballages avec hautes propriétés barrières</li> <li>• Coatings organiques nanochargés</li> <li>• Matériaux d'emballage nanochargés dans la masse</li> <li>• Emballages bio-sourcés (type PEF)</li> <li>• Lumière pulsée</li> <li>• Ionisation</li> <li>• Décontamination des emballages par traitement plasma</li> <li>• Technologies monocouches recyclables</li> <li>• Emballages minimisant en toutes conditions les phénomènes de migration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballages avec intégrateurs temps/température</li> <li>• Emballages instrumentés par détection de microorganismes</li> <li>• Emballages piègeurs</li> <li>• Biopréservation</li> <li>• Biopréservation par les phages</li> <li>• Emballages respirants par technologies de perforation</li> <li>• Emballages respirants/autres technologies d'ajustement des flux et de la sélectivité O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub></li> <li>• Décontamination chimique de surface</li> </ul>

Source : auteurs

L'industrie agroalimentaire est un secteur à faibles marges, qui doit équilibrer ses coûts sur de gros volumes produits. Ainsi, il est difficile pour des producteurs de mettre en place des technologies avec un coût total de mise en œuvre (et notamment un amortissement unitaire) très important dans une chaîne de production existante.

Dans tous les cas, les technologies sélectionnées dans cette étude entraîneront une augmentation du coût de mise en œuvre qui se répercutera au niveau du prix de vente final. L'adoption des technologies par l'industrie est donc principalement conditionnée par l'acceptation du consommateur.

### 4.2. Les conditions d'acceptation des producteurs

La conclusion principale qui ressort de ces entretiens est que les producteurs sont demandeurs de plus de qualité organoleptique sans augmentation des coûts. En effet, les résultats démontrent que les conditions d'acceptation des technologies dépendent

principalement du ratio coût/intérêt, de l'acceptation sociale, de la réglementation et dans le cas de notre étude de la vérification de l'impact sur le gaspillage. Dans le cas où les innovations permettent de positionner le produit sur un segment premium, une augmentation du prix peut être acceptable mais cela ne concerne que des marchés de niche. En outre, l'adoption de nouvelles technologies par un leader de l'IAA facilitera l'adoption par les autres acteurs.

Par ailleurs, la demande de naturalité des consommateurs ne va pas dans le sens d'une augmentation de la DLC mais requiert des conditions sanitaires beaucoup plus strictes. Cette tendance explique pourquoi les fabricants pourront être intéressés par des nouvelles technologies comme celles présentées dans cette étude qui assurent des qualités organoleptiques et sanitaires élevées sans avoir recours à l'utilisation de produits chimiques (par exemple, les hautes pressions).

Les producteurs ont avancé que l'augmentation de la DLC n'était pas recherchée pour le marché national mais que par contre cela pourrait être intéressant pour les marchés à l'export. Les technologies telles que les hautes pressions, les emballages piègeurs, la bio-préservation et les emballages plus performants permettant d'augmenter significativement la DLC représentent donc des leviers pour l'augmentation des marchés à l'export.

#### **4.3. Les attentes de la restauration hors foyer**

Les acteurs de la restauration hors foyer interrogés sont des acheteurs avertis, plus réceptifs aux technologies innovantes si elles permettent de réduire le gaspillage. Les critères d'adoption des technologies portent principalement sur l'efficacité de la technologie. Une légère hausse du prix sera mieux comprise par ce secteur.

La restauration hors foyer est demandeuse des technologies qui permettent d'augmenter les DLC si elles n'augmentent pas le prix de manière significative. En outre, les ITT (intégrateurs temps/température) et la RFID sont les technologies qui paraissent les plus pertinentes pour le secteur car elles apportent plus de traçabilité et de sécurité.

#### **4.4. Les conditions d'acceptation des distributeurs**

La principale condition d'acceptabilité d'une technologie est son prix. En effet, lors des entretiens, la distribution a indiqué ne pas souhaiter, en général, augmenter ses prix de vente et n'est pas en mesure de supporter les investissements.

La praticité d'un produit est cependant un levier d'acceptation d'une technologie. Si la technologie apporte un avantage pratique au consommateur ou améliore la qualité du produit, le produit pourra être positionné dans la gamme premium vendue plus chère et facilitera l'adoption de la technologie malgré l'augmentation du prix.

## 5. Résultats volet 4 : évaluation des technologies

L'évaluation de l'attractivité des innovations technologiques au regard de leur impact macroéconomique et de la faisabilité de leur mise en œuvre a permis d'établir le graphique ci-dessous (figure 3), représentant en abscisse la faisabilité de mise en œuvre à 10 ans et en ordonné l'impact macro-économique à 10 ans. Les technologies ont pu être classées en 4 groupes.

### Groupe 1 : attractivité supérieure à 5<sup>6</sup>

Ce groupe 1 se caractérise par une attractivité très intéressante à l'horizon des 10 ans. La faisabilité est strictement évaluée supérieure à 7 sur 10 et l'impact macroéconomique supérieur ou égal à 4 sur 10. Il comprend six technologies : 1) monocouche recyclables, 2) hautes pressions, 3) emballages biosourcés, 4) emballages respirants par technologies de perforation, 5) décontamination chimique de surface et 6) antimigration.

### Groupe 2 : attractivité comprise entre 2 et 4

Le groupe 2 est également caractérisé par une grande faisabilité de mise en œuvre strictement supérieur à 8 sur 10. Cependant l'impact macro-économique est moins évident et doit donc être suivi dans les années à venir. Il comprend 7 technologies : 1) emballages avec intégrateurs temps/température, 2) biopréservation, 3) emballages piègeurs, 4) traçabilité et RFID, 5) chauffage micro-ondes, 6) emballages instrumentés par détection de micro-organismes et 7) emballages instrumentés par détection de traceurs.

### Groupe 3 : attractivité inférieure ou égale à 2

Le groupe 3 regroupe des technologies dont l'attractivité est plus faible, caractérisée par un impact macroéconomique faible et une faisabilité de mise en œuvre de 5. Il regroupe 5 technologies : 1) conditionnement aseptique, 2) chauffage ohmique, 3) coatings minéraux technologies plasma, 4) matériaux d'emballage nanochargés dans la masse et 5) emballages émetteurs.

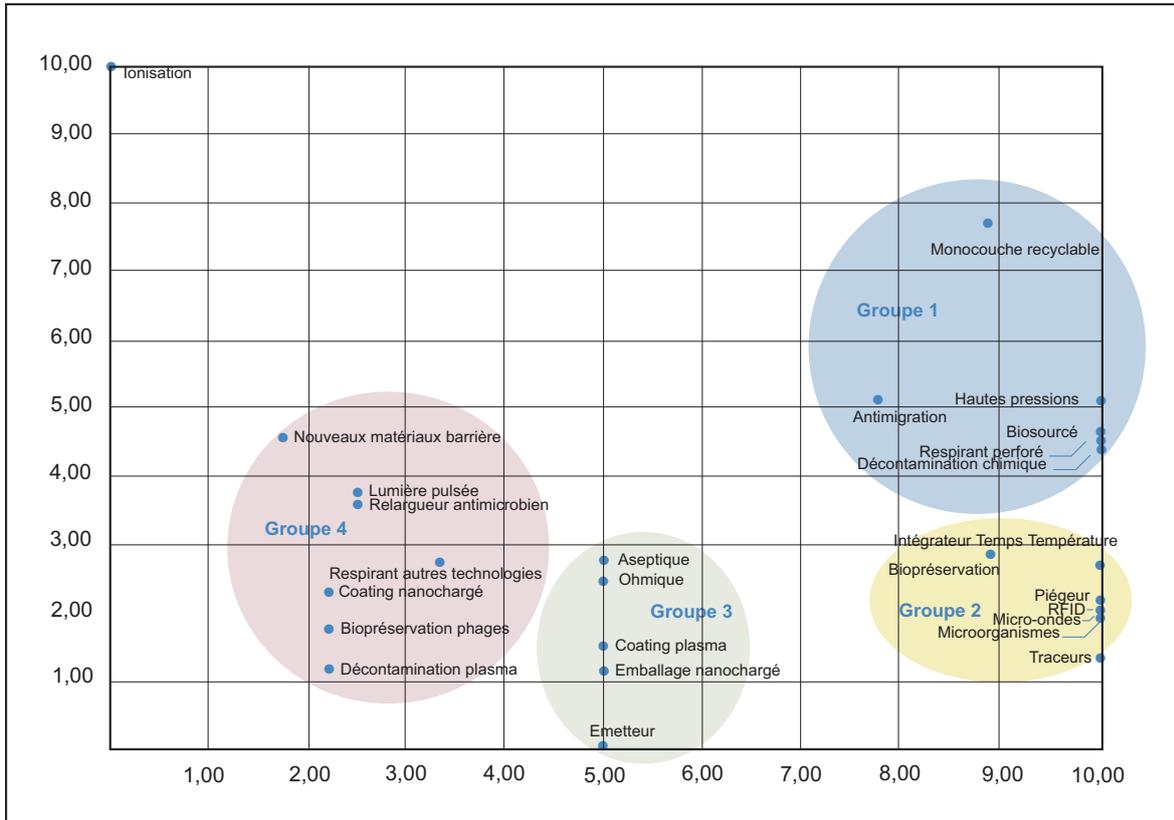
### Groupe 4 : attractivité inférieure à 1,5

Le groupe 4 est caractérisé par une faisabilité de mise en œuvre très faible, ce qui rend les technologies peu attractives. En effet, même si un impact macroéconomique relativement positif est estimé, un complément de R&D assez notable avant la mise en œuvre de la technologie est nécessaire. Il comprend 7 technologies : 1) lumière pulsée, 2) emballages à libération contrôlée de substances à effet antimicrobien, 3) emballages respirants/autres technologies d'ajustement des flux et de la sélectivité O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, 4) nouveaux matériaux d'emballages avec hautes propriétés barrières, 5) coatings organiques nanochargés, 6) biopréservation par les phages et 7) décontamination des emballages par traitement plasma.

---

6. L'indice d'attractivité correspond à la multiplication des indices faisabilité de mise en œuvre et impact macroéconomique ramenés sur une échelle de 10.

Figure 3 - Attractivité à dix ans des vingt-six technologies



Source : auteurs

## 6. Résultats volet 5 : recommandations

Dix-sept recommandations ont été formulées, suivant cinq principaux axes de recommandation. Pour chaque recommandation, l'objectif, l'impact, les moyens permettant leur réalisation ainsi que les acteurs potentiels responsables de leur mise en œuvre sont présentés ci-dessous.

### Axe 1 : amélioration de la connaissance sur le gaspillage alimentaire

Le premier axe retenu pour les recommandations concerne l'amélioration de la connaissance sur le gaspillage alimentaire. L'étude a en effet révélé que l'information disponible sur les déchets alimentaires en France est insuffisante, notamment au regard d'autres pays comme l'Allemagne ou le Royaume-Uni. Un suivi régulier du gaspillage constitue un préalable indispensable à la mise en œuvre et au suivi d'actions visant à le réduire.

Intitulé de la recommandation	Objectif et impact attendus
1.1 Estimer le volume des pertes et du gaspillage alimentaire par filière de production	L'objectif est de quantifier par filière de production les volumes des pertes et du gaspillage alimentaire aux différentes étapes de la chaîne de valeur (production primaire, transformation, distribution, consommateur). Cela permettra de sensibiliser les acteurs dans les filières agroalimentaires et de mieux identifier des leviers d'action et des points nécessitant des travaux de R&D.
1.2 Mesurer l'impact d'une augmentation des DLC sur le gaspillage et sur la compétitivité des entreprises	L'objectif est de quantifier le lien entre une augmentation de la DLC des produits alimentaires et la réduction du gaspillage qui pourrait en résulter, ainsi que d'identifier les produits pouvant bénéficier d'un allongement des DLC et estimer les répercussions de ces changements sur la compétitivité des industries agroalimentaires, notamment à l'export.
1.3 Assurer un suivi du gaspillage alimentaire des ménages	Cette recommandation vise à charger une entité d'assurer un suivi annuel de l'évolution du gaspillage alimentaire des ménages. Cela permettra de mesurer l'efficacité des actions entreprises pour lutter contre le gaspillage au niveau des ménages.

## Axe 2 : sensibilisation des acteurs aux enjeux du gaspillage alimentaire

Le deuxième axe de recommandations regroupe les actions visant à sensibiliser les acteurs aux enjeux du gaspillage alimentaire. Il existe en effet un large consensus sur le fait que l'un des principaux leviers de réduction du gaspillage alimentaire est d'agir sur le comportement des consommateurs. Les recommandations proposées concernent une meilleure information sur les innovations mises en œuvre par l'industrie agro-alimentaire, l'utilisation de nouvelles technologies permettant aux consommateurs d'obtenir plus d'informations sur les produits ainsi que l'intégration de la thématique du gaspillage alimentaire aux programmes d'éducation.

Intitulé de la recommandation	Objectif et impact attendus
2.1 Informer les consommateurs sur les innovations réalisées par les industries agroalimentaires	Cette recommandation a pour objectif de lancer une campagne d'information à destination du grand public sur les innovations mises en œuvre par les industries agroalimentaires pour lutter contre le gaspillage alimentaire. Il y aura plus de transparence vis-à-vis de la mise en œuvre des technologies ce qui permettra d'améliorer l'acceptation des innovations par les consommateurs.
2.2 Sensibiliser par l'innovation technologique	La recommandation vise à encourager les industries agroalimentaires, les représentations professionnelles et les distributeurs à développer des applications permettant aux consommateurs d'obtenir plus d'informations sur les produits. Cette action permettra d'améliorer les informations (composition, qualité nutritionnelle, DLC, allergènes) concernant les produits alimentaires notamment à destination des consommateurs.
2.3 Sensibiliser par l'enseignement, et former les futurs professionnels	L'objectif est de sensibiliser les générations futures (futurs consommateurs) et former les futurs ingénieurs au gaspillage alimentaire. Cela permettra de faciliter un changement de comportement des consommateurs vis-à-vis du gaspillage alimentaire et de renforcer les compétences des ingénieurs agroalimentaires dans ce domaine.

### Axe 3 : évaluation scientifique et adaptation du cadre réglementaire

Le troisième axe de recommandations concerne la réglementation des innovations technologiques. Les contraintes liées à l'évaluation de l'innocuité des innovations peuvent constituer un frein à l'investissement et il semble nécessaire de stimuler les efforts de R&D des entreprises par un meilleur accompagnement de ces évaluations. Une révision et une simplification de la réglementation *Novel Food* ainsi que l'établissement d'un statut réglementaire pour les Intégrateurs Temps/Température (ITT) vis-à-vis des DLC théoriques sont également proposés.

Intitulé de la recommandation	Objectif et impact attendus
3.1 Évaluer l'innocuité des innovations technologiques	Cette recommandation vise à étudier les migrations de nouveaux matériaux en contact avec les aliments et la formation de composés néoformés pour les procédés innovants. Cette action permettra de lever les verrous réglementaires susceptibles de bloquer les investissements dans les innovations.
3.2 Actualiser et harmoniser le cadre réglementaire <i>Novel Food</i>	L'objectif est de réviser la réglementation <i>Novel Food</i> afin de simplifier sa mise en œuvre au niveau européen et de faciliter l'introduction de nouvelles technologies qui ont démontré leur innocuité depuis 1997. Cette révision aura pour résultat la diminution du délai d'autorisation <i>Novel Food</i> .
3.3 Réviser le statut réglementaire des DLC et DLUO au regard des nouvelles technologies	Cette recommandation vise à établir le statut réglementaire des indicateurs temps-température (ITT) vis-à-vis des DLC étiquetables. Ce statut permettra d'adapter la réglementation aux évolutions technologiques.

### Axe 4 : accompagnement de la recherche

L'étude a mis en évidence un très grand décalage entre les enjeux du gaspillage alimentaire et les efforts de recherche entrepris au niveau national : le gaspillage alimentaire n'est pas suffisamment identifié comme une priorité de recherche. Le quatrième axe de recommandations vise à intensifier l'effort de recherche national. Cinq recommandations sont proposées.

Intitulé de la recommandation	Objectif et impact attendus
4.1 Inciter les acteurs de la recherche à inscrire la thématique du gaspillage alimentaire dans leurs priorités de recherche	L'objectif est de renforcer l'expertise française sur les questions du gaspillage alimentaire. Une intensification de l'effort de recherche national en résultera.
4.2 Stimuler les actions de recherche collective sur l'ensemble des technologies minimisant le gaspillage alimentaire	La recommandation vise à améliorer l'impact des technologies en termes de performance et <i>via</i> l'élargissement des marchés concernés. Cela permettra de renforcer la compétitivité de filières (versus compétitivité d'entreprises individuelles).
4.3 Encourager la recherche sur l'alimentarité et la recyclabilité des nouveaux matériaux d'emballages alimentaires à fort impact sur le gaspillage	L'alimentarité est l'aptitude d'une matière à entrer en contact avec un aliment sans interaction/migration de molécule des matériaux vers les aliments. L'objectif est d'identifier des solutions compétitives et durables pour des matériaux d'emballage à impact favorable sur le gaspillage. Cela permettra de lever les verrous (techniques, économiques et environnementaux) susceptibles de bloquer le développement d'innovations intéressantes.
4.4 Stimuler la recherche interdisciplinaire et la co-innovation entre la microélectronique, l'agroalimentaire, et le secteur de la santé	Cette recommandation a pour objectif de faire bénéficier les industries agroalimentaires des avancées technologiques dans d'autres secteurs, notamment dans le secteur de la microélectronique (RFID, etc.) et de la santé (plasma froids, etc.). Cela permettra d'assurer un leadership français dans le développement d'emballages intelligents.
4.5 Accroître la dynamique de recherche sur le gaspillage alimentaire au niveau européen	La recommandation vise à mutualiser avec d'autres pays européens les efforts de recherche entrepris pour développer les innovations susceptibles de réduire le gaspillage alimentaire. Cette mutualisation fera effet levier pour le financement de la recherche.

## Axe 5 : soutien à l'adoption des innovations par les industries agroalimentaires

Le cinquième axe de recommandations vise à soutenir l'adoption des innovations par les industries agroalimentaires. L'objectif principal est d'augmenter les actions entreprises par les industries agroalimentaires pour lutter contre le gaspillage alimentaire en utilisant les dispositifs d'aides déjà en place.

Intitulé de la recommandation	Objectif et impact attendus
5.1 Encourager les filières de production à engager des actions pour diminuer le gaspillage alimentaire	L'objectif est de fournir aux industries agroalimentaires des préconisations spécialisées et de les guider dans leurs démarches d'innovation grâce à la création et la diffusion d'un livre blanc et de guides de bonnes pratiques. Il en résultera une augmentation des actions entreprises par les industries agroalimentaires pour lutter contre le gaspillage alimentaire.
5.2 Favoriser les premières mises sur le marché des innovations les plus prometteuses	La recommandation vise à amorcer l'utilisation de nouvelles technologies ou de nouveaux emballages. Cela entraînera la diffusion des technologies les plus prometteuses.
5.3 Faciliter l'accès aux innovations pour les petites entreprises	L'objectif est de stimuler l'acquisition et l'adoption d'innovations par un accompagnement adapté. Cela permettra aux PME et TPE de s'appropriier les avancées technologiques.

## Conclusion

Pour cerner la possible contribution des innovations technologiques à la réduction du gaspillage alimentaire, notre approche a privilégié une analyse approfondie d'un nombre relativement limité d'innovations technologiques (innovation de produits et de procédés), plutôt qu'une analyse plus superficielle d'un nombre plus important d'innovations. Ce choix méthodologique est lié au périmètre de l'étude qui se limite aux innovations pouvant être mises en œuvre par l'industrie agro-alimentaire et agissant sur la consommation finale des produits alimentaires. Les innovations proposées par d'autres acteurs comme par exemple par les entreprises de l'électro-ménager domestique, les innovations agissant sur les pertes au niveau de la production agricole et de l'industrie de transformation ainsi que les innovations organisationnelles n'ont pas été étudiées.

Le recensement des innovations technologiques pouvant être mis en œuvre par l'industrie agroalimentaire a d'abord permis de mettre en évidence qu'il existe très peu de travaux antérieurs sur la contribution des innovations technologiques à la réduction du gaspillage alimentaire. Au regard des enjeux économiques, environnementaux et sociaux du gaspillage alimentaire, il est surprenant que cette thématique fasse à ce jour aussi peu l'objet de travaux publiés, ce qui pourrait traduire une faible prise en compte dans la recherche au niveau national et européen. La revue bibliographique a cependant permis d'identifier que le principal levier technologique permettant de contribuer à la réduction du gaspillage des produits de consommation finale concerne l'amélioration de la durée de conservation des aliments, en particulier les produits les plus périssables comme les produits réfrigérés soumis à une Date Limite de Conservation (DLC), grâce à des innovations dans le domaine des procédés et des emballages. L'étude de l'acceptation des innovations par les consommateurs révèle cependant que ceux-ci ne reconnaissent pas spontanément l'intérêt des technologies qui permettent d'allonger la durée de conservation des produits. Ils plébiscitent plutôt les innovations offrant naturalité et praticité. Pour répondre à cette demande, les innovations apportant naturalité tout en garantissant des qualités organoleptiques et sanitaires très élevées retiendront en priorité l'intérêt des entreprises de l'industrie agroalimentaire. Les technologies qui permettent d'augmenter significativement la DLC permettront de lever les barrières à l'exportation des produits transformés.

Le rapport permet d'identifier des pistes pour augmenter l'effort de recherche en fournissant des recommandations destinées aux différents acteurs de l'innovation agroalimentaire. Pour ces acteurs, le rapport présente une revue détaillée de vingt-six innovations technologiques dans le domaine des emballages et des technologies de conservation des aliments, avec une analyse de l'acceptation des consommateurs ainsi qu'une revue des différents facteurs (techniques, économiques, environnementaux, réglementaires) susceptibles d'influencer leur mise sur le marché. Ces informations constituent une base de connaissance pouvant aider à la réflexion sur la mise en œuvre des innovations technologiques au sein des entreprises. Plusieurs recommandations s'adressent directement aux représentants des industries agro-alimentaires. L'ANIA est encouragée à mobiliser les entreprises du secteur agroalimentaire, par exemple en mettant en œuvre une déclinaison au niveau national de l'initiative "Every Crumb Counts". Les informations de ce rapport constituent une base intéressante pour décliner les mesures et adapter la « boîte à outils » à destination des entreprises.

Pour la communauté scientifique, l'étude souligne l'urgence de prendre en compte le gaspillage alimentaire dans les priorités de recherche. Ce rapport met en effet en lumière un très grand décalage entre la volonté politique exprimée au niveau européen et national et l'effort de recherche. Les effets du gaspillage alimentaire sur l'environnement appellent

également à une plus grande mobilisation de la communauté scientifique. L'ensemble des acteurs de la recherche (enseignement supérieur, organismes de recherche, CTI/ITAI, pôles de compétitivité, etc.) sont concernés. Le rapport identifie les thématiques prioritaires et propose des actions pour renforcer les activités de la communauté scientifique comme par exemple l'intégration du gaspillage dans les contrats d'objectifs et de performances des organismes de recherche sous tutelle des ministères.

Enfin, pour les pouvoirs publics, l'étude identifie plusieurs pistes d'actions permettant de stimuler et d'accompagner les efforts du secteur privé et public. La première étape est de combler le retard observé avec d'autres pays comme le Royaume-Uni en améliorant la connaissance sur le gaspillage alimentaire. L'analyse du contexte législatif ayant permis d'identifier différents verrous susceptibles de bloquer les investissements dans les innovations, des adaptations du cadre réglementaire sont proposées avec notamment une révision, vers une simplification, de la réglementation *Novel Food* et la mise en place d'une nouvelle réglementation portant sur les Intégrateurs Temps/Température (ITT). Plusieurs actions sont proposées pour accompagner la recherche avec notamment une plus grande prise en compte des thématiques de la recyclabilité et de l'alimentarité des nouveaux emballages. Enfin, le soutien à l'adoption des innovations les plus prometteuses est encouragé à travers des aides à l'investissement à destination des entreprises et l'accompagnement des industriels dans leurs démarches d'innovation.

## Références bibliographiques

- Bond M., Meacham T., Bhunnoo R. et Benton T. G., 2013, *Food waste within global food systems. A Global Food Security report*, Global Food Security Programme (GFS), Royaume-Uni, 43 p.
- Conseil National de l'Emballage, 2011, *Prévention du gaspillage et des pertes des produits de grande consommation. Le rôle clé de l'emballage*, France, 18 p.
- Bourgade H., Chartier O., Cluzel E., Dole P., Fischer A., Zuber F., 2014, *Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire : enjeux pour les consommateurs et pour les entreprises*, étude commanditée par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, et par le ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique.
- France Nature Environnement, 2011, *Résultats des caractérisations du gaspillage alimentaire dans les ordures ménagères et assimilées*, France, 10 p.
- Kranert M., Hafner G., Barabosz J. et Schneider F., 2012, *Determination of discarded food and proposals for a minimization of food wastage in Germany*, Allemagne, 40 p.
- Lipinski B., Hanson C., Lomax J., Kitinoja L., Waite R. et Searchinger T., 2013, *Reducing food losses and waste*, États-Unis, 40 p.
- Ministère de l'Écologie : 2012, *Réduction du gaspillage alimentaire État des lieux et pistes d'action - Rapport final*, Direction Générale de la Prévention et des Risques, France, 76 p.
- Parlement européen, 2012, *Résolution du Parlement européen du 19 janvier 2012 sur le thème « Éviter le gaspillage des denrées alimentaires : stratégies pour une chaîne alimentaire plus efficace dans l'Union européenne »* (2011/2175(INI)), Journal officiel de l'Union européenne, Volume 56 du 6 août 2013, 50 p.
- Quested T. et Parry A., 2011, *New estimates for household food and drink waste in the UK*, Royaume-Uni, 19 p.
- TNS Sofrès, 2012, *Les Français et le gaspillage alimentaire*, France, 25 p.
- Ventour L., 2008, *The Food we waste*, Waste and Resources Action Programme (WRAP), Royaume-Uni, 237 p.

# L'analyse orientée objets comme outil d'aide à la gestion des risques sanitaires

---

Ricardo de Gainza<sup>1</sup>, Christine A. Romana<sup>2</sup> et Julien Fosse<sup>3</sup>

## Résumé

*Face à l'émergence de nouveaux dangers en santé environnementale, l'optimisation des dispositifs de surveillance constitue un enjeu prioritaire pour les institutions françaises. Ces dispositifs font appel à des concepts hétérogènes, nombreux et spécifiques et sont souvent fragmentés entre les différents acteurs. L'article apporte une contribution à la maîtrise de la complexité inhérente à la gestion du risque sanitaire en proposant l'analyse orientée objet (AOO) et le langage de modélisation UML (Universal Modeling Language) comme outils pour synthétiser les connaissances des experts et organiser l'information.*

*La situation d'exposition et les activités liées à la surveillance ont été analysées selon cette approche et représentées par des diagrammes de classes et objets pour quatre enjeux prioritaires pour la santé humaine et animale : la fièvre catarrhale ovine et l'intoxication par des phycotoxines marines d'origine microalgale, par le chlordécone et par les salmonelles. La généralisation, à partir de ces quatre menaces, de la situation d'exposition et de celle de leur surveillance, conduit à décrire l'exposition comme un contact entre un système épidémiogène et un groupe homogène d'exposition, et les dispositifs de surveillance comme des systèmes à rétroaction. L'intégration de ces différentes thématiques dans un modèle générique unifié permet d'envisager un angle d'approche unique de la surveillance et de l'alerte en termes conceptuels et institutionnels.*

## Mots clés

Menaces environnementales pour la santé, politiques publiques, surveillance et alerte, langage UML, diagrammes de classes/objets

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

1. Pertina, 6 rue Béranger, 75003 Paris, [rdegainza@pertina.com](mailto:rdegainza@pertina.com), <http://www.pertina.com>

2. Université Paris-Descartes/PRES Sorbonne Paris Cité, 19 rue de Dantzig, Paris 75015, [cris.romana@invivo.edu](mailto:cris.romana@invivo.edu)

3. Chef du bureau de l'agriculture, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Commissariat général au développement durable, Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable, Sous-direction de l'intégration des démarches de développement durable dans les politiques publiques, Tour Séquoia - 92055 La Défense Cedex, [julien.fosse@developpement-durable.gouv.fr](mailto:julien.fosse@developpement-durable.gouv.fr)

# Introduction

## Éléments de contexte

Au cœur des engagements du Grenelle de l'environnement, des États Généraux du Sanitaire (EGS, 2010), du Programme National pour l'Alimentation et des Programmes Nationaux Environnement-Santé, la thématique environnement-santé est aujourd'hui une préoccupation majeure des pouvoirs publics<sup>1</sup>. Depuis ces dernières années, en effet, les problèmes de santé environnementale sont devenus de plus en plus complexes, impliquant, par exemple, différents domaines à la fois (les milieux naturels, le végétal, l'animal, les populations humaines) ou la véhiculation simultanée d'un ou plusieurs agents dans différents vecteurs (milieux, aliments, insectes, etc.)<sup>2</sup>. La complexité du domaine est démultipliée si l'on tient aussi compte, par exemple, de la mondialisation des échanges, de la diversité des menaces connues, de l'émergence de nouveaux dangers (Institut de Veille Sanitaire, 2011), ou de l'apparition des lanceurs d'alerte dans la société elle-même (médias, élus, citoyens, travailleurs, etc.) (Sinno-Tellier *et al.*, 2009). Améliorer la détection des menaces, réduire les aléas sanitaires et « rassembler les différents acteurs dans une réflexion commune sur l'adaptation du dispositif sanitaire national français » (EGS, 2010) constituent donc un enjeu prioritaire pour la santé publique et la compétitivité de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

Une réflexion générale sur la structure et la gestion de la surveillance et de l'alerte sanitaire à différentes échelles du territoire a été engagée en France depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle par différentes institutions. Parmi ces dernières, l'Institut National de Veille Sanitaire (InVS) s'est particulièrement investi, avec la mise en place d'un cadre conceptuel général de la structure et du fonctionnement de la surveillance et de l'alerte sanitaire (Institut de veille sanitaire, 2005 ; Dor *et al.*, 2009 ; Institut de Veille Sanitaire, 2009, 2011a et 2011b). Celle-ci a été conçue comme un ensemble global d'éléments qui peut être décliné à des niveaux différents d'intervention – périphérique, intermédiaire et central – s'appuyant sur des structures institutionnelles (Institut de Veille Sanitaire, 2005). L'efficacité d'un dispositif de surveillance dépend donc de sa capacité à traiter des informations complexes qui doivent être comprises et partagées par des acteurs de différents niveaux de compétences ou de connaissances<sup>3</sup>, qu'ils soient du domaine professionnel, administratif et politique, ou qu'ils appartiennent à la société civile.

Ces dispositifs s'avèrent aujourd'hui souvent peu réactifs, parfois sans cohérence globale, ou inadaptés et éclatés entre différentes agences nationales (Grall, 2013). Deux raisons expliquent, en première analyse, cette relative inefficacité. La première est d'ordre

---

1. Cet article s'appuie sur l'étude ministérielle DGAL-CCAP-2011-098 « Modélisation des situations d'exposition et des dispositifs de surveillance et d'alerte pour la maîtrise des risques sanitaires » (MaRiSa).

Les auteurs remercient pour leurs contributions et suggestions les membres du comité de pilotage de l'étude ministérielle MaRiSa (Maîtrise des risques sanitaires), et tout particulièrement N. Pihier, responsable de la mission des urgences sanitaires, C. Grastilleur, responsable du Bureau des produits de la mer et d'eau douce et C. Danan du Bureau des zoonoses et de la microbiologie alimentaire de la DGAL, ainsi que R. Lailler, adjoint au responsable de l'unité scientifique Caractérisation et épidémiologie bactérienne du laboratoire du Laboratoire Sécurité des aliments de l'ANSES. Les auteurs remercient aussi M.-L. Beauvais pour son apport dans la rédaction du projet, ainsi qu'A. Romana, J. Hallmann et P. Lavaivre pour la relecture du manuscrit et leurs commentaires. Les éventuelles erreurs restent de la responsabilité des auteurs.

2. Constituant ce que Barouki (2012) conceptualise globalement comme un « exposome », c'est-à-dire « l'ensemble des expositions, leurs combinaisons et leur évolution au cours du temps ».

3. Y compris celles non encore codées par la surveillance institutionnelle, comme par exemple celles produites par le lanceur d'alerte profane ou les menaces émergentes, assimilables à un « bruit de fond ».

institutionnel. « Les systèmes conventionnels de surveillance mis en place par les pouvoirs publics [...] restent fragmentés entre maladies, acteurs et secteurs d'activité (santé humaine, santé animale, sécurité des aliments, protection de la faune sauvage...) [...] les informations parviennent peu ou trop lentement aux décideurs nationaux et internationaux » et « l'information sanitaire demeure lacunaire, beaucoup d'événements épidémiologiques ne faisant l'objet d'aucune notification officielle » (Figuié *et al.*, 2013). La deuxième est d'ordre conceptuel, car les notions de « surveillance » et « d'alerte » font appel à des concepts hétérogènes, nombreux et spécifiques, dont la terminologie présente souvent des ambiguïtés et quelques fois des contradictions.

Il est donc aujourd'hui intéressant de proposer un angle d'approche unique de la surveillance et de l'alerte, avec un langage commun, permettant de développer des systèmes d'information uniformisés.

### ***L'étude ministérielle MaRiSa et ses objectifs***

Dans ce contexte, la société Pertina a réalisé une étude intitulée *Modélisation des situations d'exposition et des dispositifs de surveillance et d'alerte pour la gestion des risques. Application à des exemples de dangers pour le consommateur et en santé animale (MaRiSa)* pour le compte de la Direction Générale de l'Alimentation du ministère en charge de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt. L'objectif de l'étude était, dans le prolongement des actions 1 et 2 du Plan d'action des États Généraux de la Santé 2010, de contribuer à la maîtrise de la complexité inhérente à un système de surveillance et d'alerte, en proposant un point de vue, une perspective, qui synthétise les connaissances des experts et qui organise l'information afin qu'elle soit partagée par les nombreux acteurs de la gestion des risques sanitaires.

Le choix s'est porté sur la modélisation orientée objets (encadré 1) qui organise la connaissance sous la forme de représentations graphiques standardisées en langage UML (encadré 2) et intègre la mise au point d'un lexique du domaine choisi. Cette approche commence à être utilisée dans le contexte des politiques publiques pour comprendre leur « fonctionnement », pour simuler et anticiper leurs impacts potentiels, pour produire des outils d'aide à la décision ou permettre l'élaboration participative de textes ou de politiques associées aux TIC. Mazzega *et al.* (2012) ont montré aussi que cette modélisation est utile dans le cadre des politiques publiques pour, par exemple, identifier des ensembles de concepts, effectuer des cartographies fonctionnelles des composants d'un système complexe et de leurs interactions, ou pour analyser des dynamiques sociales telles que les stratégies et les coalitions.

Dans le cadre de l'étude MaRiSa, la modélisation de la structure et du fonctionnement des dispositifs de surveillance et d'alerte s'est attachée à :

- l'identification et la description de **la situation d'exposition** sur laquelle les dispositifs de surveillance doivent être focalisés ;
- dégager les **composantes des systèmes de surveillance** : dispositifs de métrologie, d'action, de prévention ou de recommandations déclenchés par la comparaison entre un référentiel et la mesure (Micheau *et al.*, 2012) ;
- **la mise en place d'un ensemble de concepts hiérarchisés** (« ontologie ») **décrivant** le domaine étudié (encadré 1).

### Encadré 1 - L'analyse orientée objets (d'après Coad and Yourdon, 1993)

L'analyse orientée objets (AOO) est une méthode de modélisation relativement récente, couramment employée dans le domaine du génie logiciel. Elle incorpore, en tant que stratégie de gestion de la complexité, un certain nombre de concepts d'inspiration cognitive, tels qu'*objets* et *attributs*, *classes* et *membres*.

L'analyse se base sur *les aspects les plus stables d'un système, ceux qui sont les moins susceptibles de changer potentiellement*, c'est-à-dire les classes et les objets. Elle s'organise en s'appuyant sur les *modes dominants de l'organisation de la pensée*, en augmentant la cohérence interne des résultats de l'analyse et en améliorant la résilience des descriptions formulées.

La modélisation organise les concepts par l'utilisation de représentations graphiques qui permettent d'améliorer la communication entre les personnes et/ou les services ainsi que de gérer le changement continu et la réutilisation des informations et des activités ou processus métier.

Au contact avec le monde réel, les individus emploient, d'une façon souvent inconsciente, trois modes d'organisation de la pensée dominants :

- 1) ils différencient, par des phénomènes d'expérience, les objets particuliers (un arbre) et leurs attributs (sa taille) et font rapidement la distinction entre un arbre et sa taille ou ses relations spatiales avec d'autres objets (une voiture, par exemple) ;
- 2) ils peuvent mettre en contraste un arbre et les branches qui le composent. Ceci signifie qu'ils distinguent des objets entiers (la totalité de l'arbre) et leurs composantes (les parties de l'arbre, les branches) ;
- 3) ils sont capables de former une classe de tous les arbres et une classe de toutes les pierres, et de faire leur distinction. Ils for-

ment et distinguent donc des classes et des objets différents.

L'abstraction, l'encapsulation, l'héritage et l'association sont des principes de gestion de la complexité utilisés par l'AOO et employés dans l'étude MaRiSa pour modéliser :

- 1) *l'abstraction* consiste à ignorer des aspects d'un sujet qui ne se rapportent pas au propos dans le but de se concentrer pleinement sur ceux qui s'y rapportent. Ce principe permet de choisir certaines connaissances plutôt que d'autres. De plus, les éléments du domaine sont traités comme une entité unique, même s'ils s'enchaînent dans des opérations qui les relient les uns aux autres. Un autre mécanisme de l'abstraction est l'abstraction de données ce qui constitue, en quelque sorte, la base de l'organisation de la pensée et de la spécification des responsabilités du système traité par l'étude. En appliquant ce principe, des attributs peuvent être identifiés et définis ainsi que des processus ou des fonctions associés, les attributs et les fonctions pouvant être traités comme un tout ;
- 2) *l'encapsulation* consiste à rassembler la représentation des éléments qui sont reliés entre eux de sorte à obtenir des modèles qui minimisent les échanges entre ses différentes parties. On cherche ainsi à encapsuler les aspects les plus changeants de l'effort d'analyse pour obtenir des modèles plus stables ;
- 3) *l'héritage* permet d'exprimer des similitudes entre des ensembles (classes) d'objets. Ces similitudes sont exprimées en termes d'attributs (données) et de services (comportements, activités, processus) ;
- 4) *l'association* est un autre concept utilisé pour lier des événements qui se produisent à un instant donné ou lors des mêmes circonstances.

## Encadré 2 - Le langage UML (Unified Modeling Language)

C'est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes qui est apparu dans le monde du génie logiciel dans le cadre de *l'analyse orientée objets* (encadré 1). Utilisé dans les projets logiciels, il peut être appliqué à toutes sortes de systèmes, sans se limiter au domaine informatique. Il se fonde sur un méta-modèle qui définit, en même temps, les éléments de la modélisation (les concepts manipulés par le langage) et la sémantique de ces éléments (leur définition et le sens de leur utilisation).

Le langage UML est donc un langage formel et normalisé pour s'exprimer en représentant des concepts abstraits avec des schémas graphiques, limiter les ambiguïtés (parler un langage commun avec un vocabulaire précis et faciliter l'analyse en simplifiant la comparaison et l'évaluation de solutions).

Chaque type de diagramme UML possède une structure (les types des éléments de modélisation qui le composent sont prédéfinis) et véhicule une sémantique précise (il offre toujours la même vue d'un système). Combinés, les différents types de diagrammes UML offrent une vue complète des aspects statiques et dynamiques d'un système.

Sources utilisées :

Object Modeling Group, <http://www.omg.org/>  
Laurent Piechocki, <http://laurent-piechocki.developpez.com/uml/tutoriel/lp/cours/>  
<http://uml.free.fr/>  
[http://www.fresnel.fr/perso/derrode/poly/TrUML\\_2010.pdf](http://www.fresnel.fr/perso/derrode/poly/TrUML_2010.pdf)

Pour illustrer l'intérêt de cette approche, quatre menaces ont été sélectionnées (encadré 3) : 1) l'intoxication par des phycotoxines marines d'origine microalgale, 2) par le chlordécone et 3) par les salmonelles, ainsi que 4) la fièvre catarrhale ovine (FCO). Ces menaces sont représentatives des enjeux actuels du risque sanitaire pour les populations humaines et animales en France, dans le champ des responsabilités de la DGAL.

## Encadré 3 - Les quatre menaces environnementales pour la santé humaine et animale sélectionnées dans l'étude MaRiSa

Les menaces ont été choisies par les membres du comité de pilotage de l'étude MaRiSa pour illustrer, en raison des enjeux sociétaux, environnementaux, économiques, politiques et sanitaires qu'ils suscitent, l'intérêt d'utiliser l'analyse orientée objets dans le domaine de la surveillance et de l'alerte.

- Phycotoxines (PHYCO) : intoxication humaine par un groupe de toxines ayant des effets diarrhéiques, amnésiants, paralysants ou respiratoires, produites par des micro-algues du milieu marin, s'accumulant fréquemment dans les coquillages et/ou certains poissons tropicaux ou transportées par des aérosols à l'occasion de tempêtes.

- Chlordécone (CHLOR) : intoxication humaine par un insecticide organochloré classé POP (Polluants Organiques Persistants), non biodégradable, utilisé jusqu'en 1993 aux Antilles pour lutter contre le charançon du bananier.

- Salmonelles (SALM) : toxi-infections alimentaires humaines provoquées par des entérobactéries d'origines humaine et non-humaine.

- *Bluetongue* virus (FCO) : fièvre catarrhale ovine, maladie virale des moutons, bovins, caprins et autres ruminants sauvages, transmise par des insectes hématophages appartenant au genre *Culicoides*<sup>4</sup>.

4. Dans les textes réglementaires, notamment la Directive 2000/75/CE du Conseil du 20 novembre 2000 et le Règlement (CE) n° 1266/2007 de la Commission du 26 octobre 2007, la fièvre catarrhale ovine est dénommée « fièvre catarrhale du mouton ».

Chaque menace a été représentée par des diagrammes UML de classes/objets (vue statique, orientée données) et de processus (vue dynamique, orientée activités), associés à un glossaire. L'analyse des caractéristiques communes des modèles des quatre situations d'exposition et des processus de surveillance a conduit, enfin, à l'élaboration d'un modèle générique applicable à l'ensemble des quatre cas étudiés.

## 1. Le domaine à maîtriser : la situation d'exposition

### 1.1. Modélisation de la situation d'exposition des quatre menaces environnementales pour la santé

Le problème posé est celui de l'exposition des populations humaines ou animales à des menaces pour la santé dans les champs de l'alimentation et de la santé animale. Selon Dor *et al.* (2009), le risque inhérent à ces expositions peut surgir « d'événements ou de situations conduisant à une exposition aiguë ou chronique à un agent ou des agents (physiques, chimiques ou biologiques) présent(s) dans l'environnement, d'origine naturelle ou anthropique, et susceptible(s) d'engendrer des effets potentiels ou avérés sur la santé humaine ». Ces mêmes auteurs utilisent quatre critères (l'agent dangereux, sa source, son vecteur et le lieu) pour décrire la situation d'exposition. Pour reprendre leurs définitions :

- l'agent est assimilé « à une substance chimique, une espèce biologique, un objet physique ou un ensemble de substances présentes dans l'environnement [...] qui viendra au contact de l'homme<sup>5</sup> » ;
- le vecteur représente « le milieu de l'environnement ou le support par lequel l'agent atteint l'homme » ;
- la source est « ce qui initialement contient ou contribue à générer l'agent » ;
- le lieu permet d'identifier le plus précisément possible « l'endroit où le contact homme-vecteur s'effectue ». Lorsqu'il n'y a pas d'identification précise, les auteurs utilisent des termes comme « proximité de » ou « territoire national ».

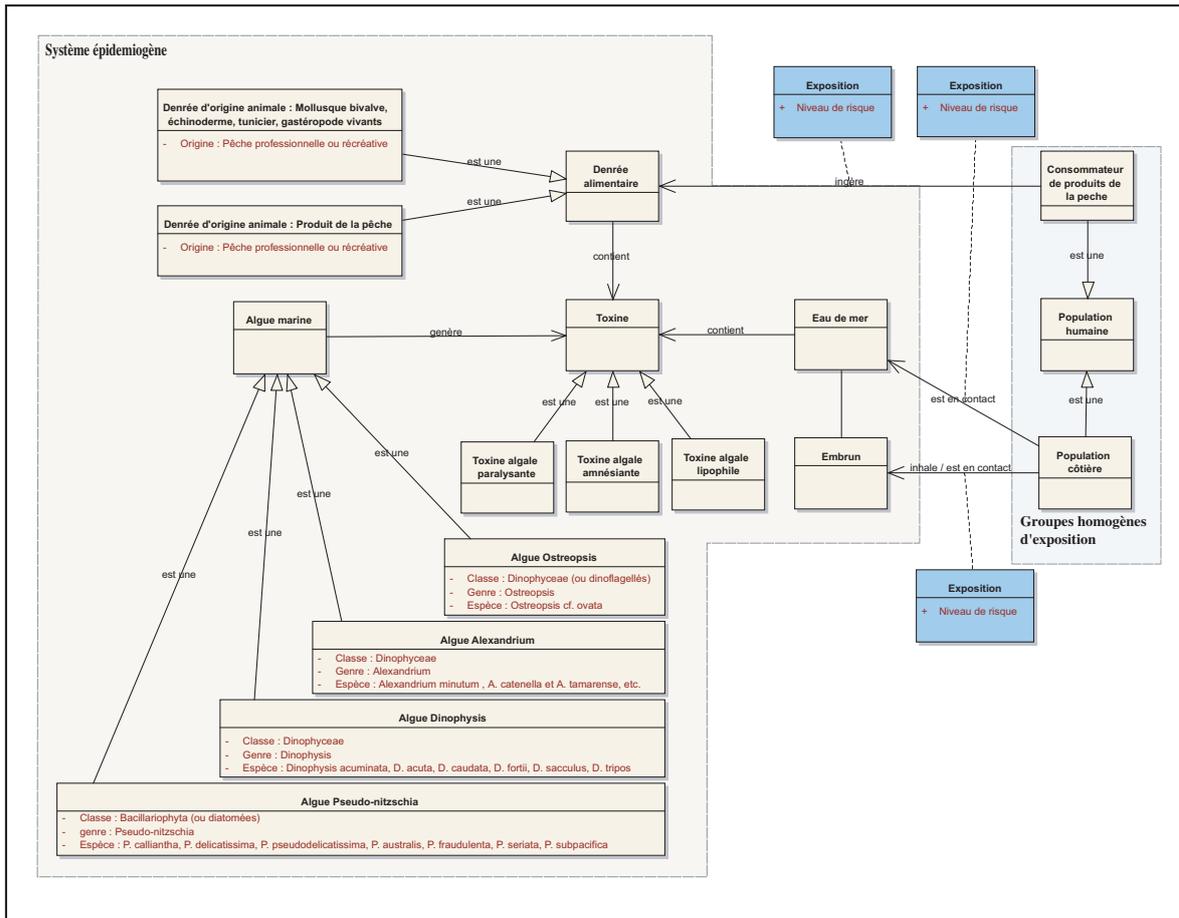
Dans l'étude MaRiSa, ces critères ont été utilisés pour trouver et organiser l'information sur chaque menace étudiée. L'information provenait de différentes sources bibliographiques (sites web des principales institutions nationales et internationales, publications dans des revues scientifiques et documents de base d'institutions spécialisées). À titre d'exemple, dans le cas des phycotoxines, pour l'agent « genre *Dinophysis* », la recherche a été notamment dirigée sur « les espèces qui le constituent », « leur distribution », « leur prolifération », les « variables environnementales de présence ou de croissance », les « valeurs seuils susceptibles de déclencher l'alerte dans la surveillance ».

---

5. Ou animale ou végétale.

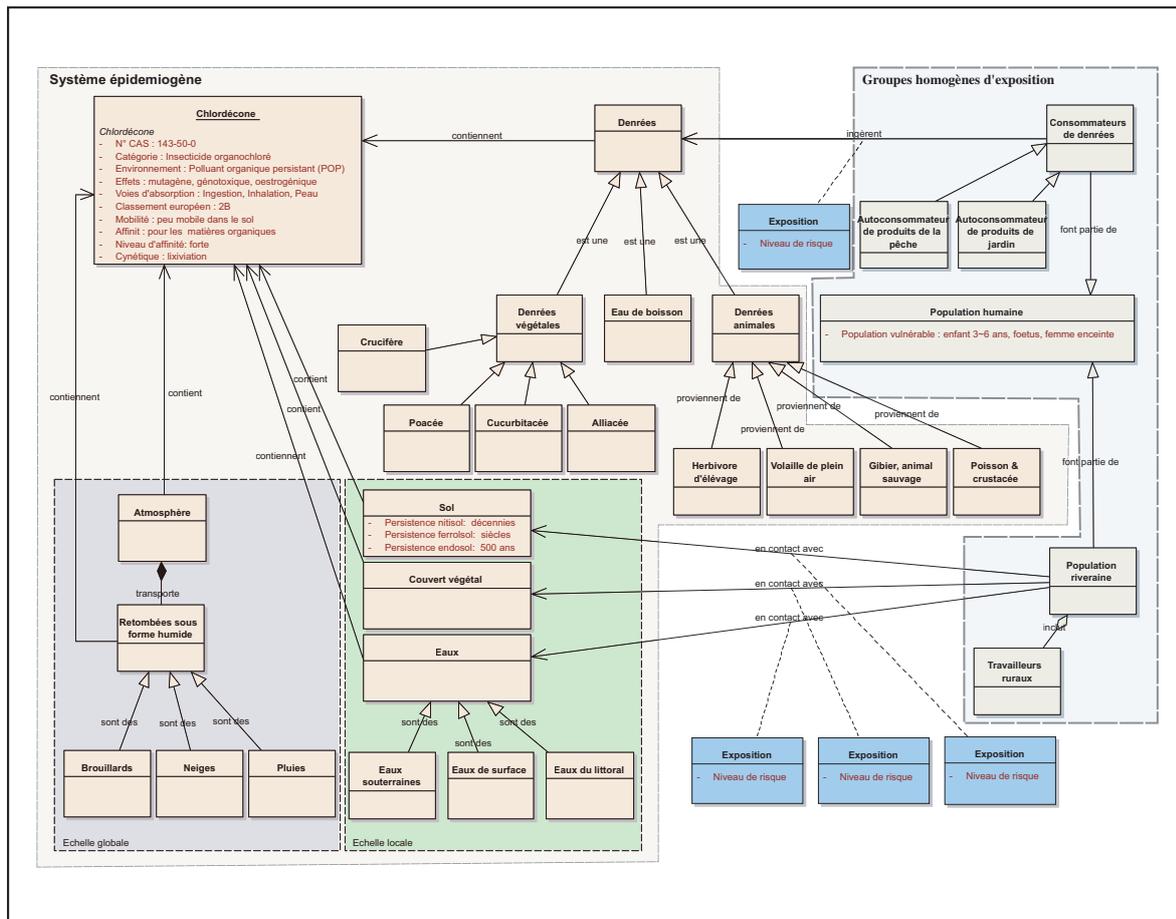
Les quatre situations d'exposition ont enfin été modélisées et représentées graphiquement comme des classes et objets en langage UML. Les modèles ainsi obtenus ont été améliorés en les confrontant à la connaissance du ou des experts du domaine lors d'entretiens (figures 1 à 4).

Figure 1 - **Modélisation, par analyse orientée objets, de la situation d'exposition des populations humaines aux phycotoxines micro-algues d'origine marine**



Les consommateurs de produits de la mer et les populations habitant en zone côtière sont exposées (par consommation de denrées alimentaires provenant de la mer, par inhalation d'embruns marins et/ou par contact avec l'eau de mer) aux toxines produites par quatre groupes d'espèces de microalgues marines du phytoplancton.  
Source : Étude MaRiSa

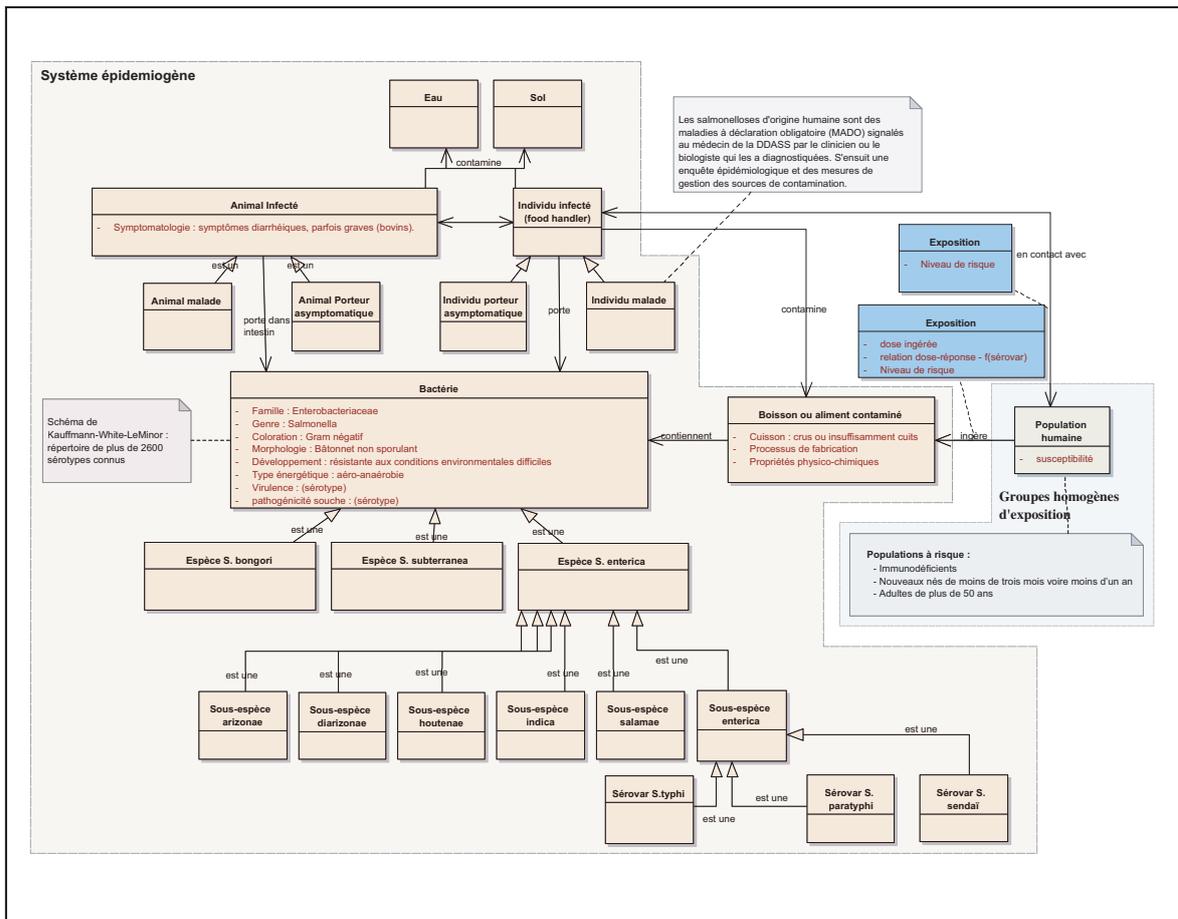
Figure 2 - Modélisation, par analyse orientée objets, de la situation d'exposition des populations humaines au chlordécone



La consommation d'aliments d'origine végétale et animale et d'eau contaminés est la principale source d'exposition humaine. Trois autres situations d'expositions sont dues au contact des populations humaines et animales avec l'eau, le couvert végétal et le sol, milieux contaminés à échelle locale.

Source : Étude MaRiSa

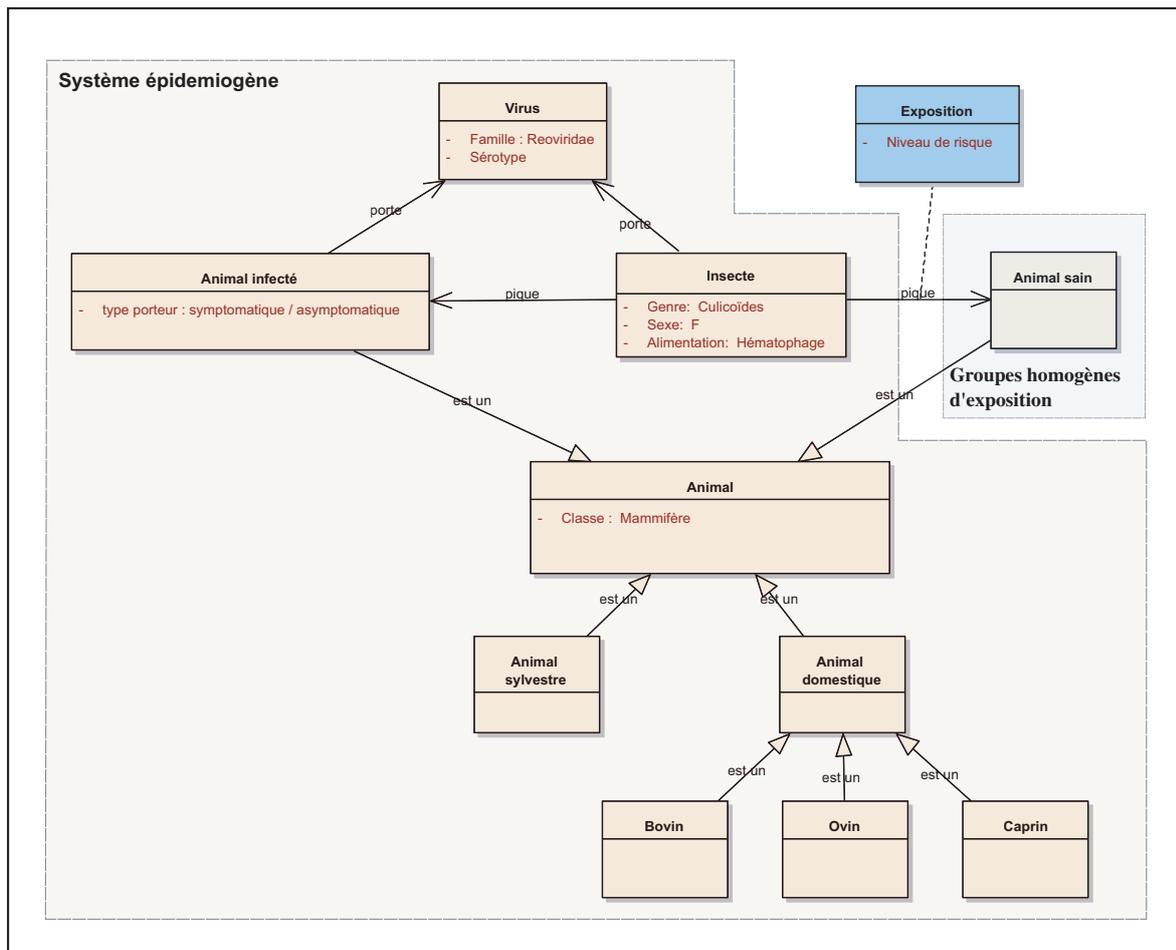
Figure 3 - Modélisation, par analyse orientée objets, de la situation d'exposition des populations humaines aux salmonelles



La principale voie de contamination de l'homme est l'alimentaire, mais elle peut aussi avoir lieu par contact avec des populations humaines ou animales (malades ou porteurs sains).

Source : Étude MaRiSa

Figure 4 - Modélisation, par analyse orientée objets, de la situation d'exposition des populations animales au virus de la fièvre catarrhale ovine (FCO)



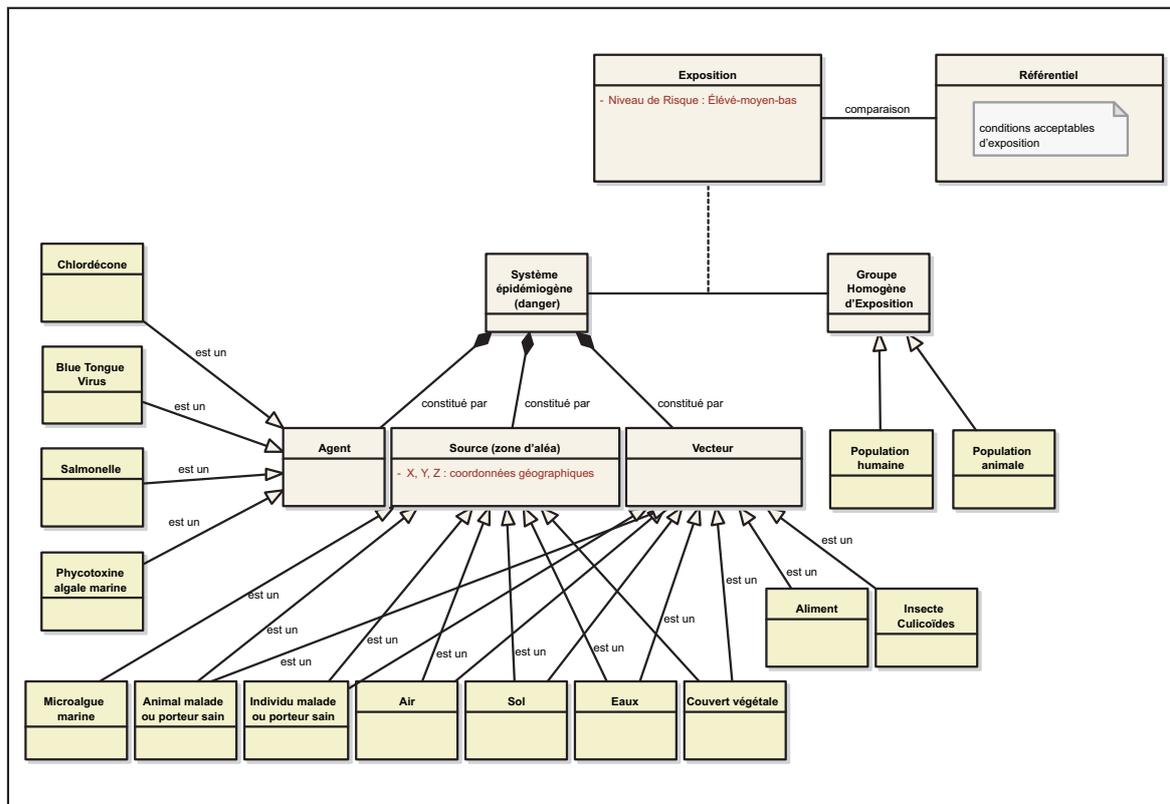
Les ovins et plus rarement les bovins, les caprins et autres ruminants domestiques et sauvages sont exposés aux piqûres d'arthropodes hématophages du genre *Culicoides*, vecteurs du virus de la FCO.  
Source : Étude MaRiSa

## 1.2. Modèle générique de la situation d'exposition

### 1.2.1. La construction du modèle générique

L'identification de similitudes ou de régularités entre les diagrammes 1, 2, 3 et 4 a conduit à la construction d'un modèle générique de la situation d'exposition (figure 5). Ce modèle générique a permis alors de redéfinir les concepts de « danger », « agent », « source » (ou « origine »), « vecteur » et « populations » (humaines dans le cas des phycotoxines, des salmonelles et du chlordécone, animales dans le cas du virus de la FCO).

Figure 5 - Modélisation, par analyse orientée objets, de la situation d'exposition générique (en rose pâle) à partir des quatre menaces sélectionnées (chlordécone, salmonelles, phycotoxines et virus de la fièvre catarrhale ovine, en jaune)



« Agent », « source » et « vecteur » sont obtenus par la généralisation des agents, sources et vecteurs de chacune des menaces.

Source : Étude MaRiSa

Afin de prendre en compte les régularités entre des situations d'exposition *a priori* aussi diverses que le chlordécone et les salmonelloses, il est proposé le terme de *système épidémiogène* pour mieux décrire les ensembles sources-agents-vecteurs des quatre cas étudiés (figure 5). Par rapport aux travaux de Dor *et al.*, 2009, dans le glossaire de MaRiSa :

- la « source » correspond aux points, aires, zones, localités, êtres vivants, milieux d'où sont émis les agents étudiés ;
- les salmonelles, le chlordécone, le virus de la FCO et les phycotoxines marines d'origine microalgales peuvent être généralisés sous le terme « agent », qui vise des substances chimiques naturelles ou artificielles, des micro-organismes de type viral ou bactérien ;
- le terme « vecteur » regrouperait tout ce qui transporte ou véhicule. Le terme peut être défini, dans le cadre des quatre applications thématiques, comme un homme ou un animal, malade ou porteur sain ; un insecte vecteur d'un agent pathogène ; un

*végétal contaminé ; des aliments transformés contaminés ; l'air, l'eau et le sol contaminés ; des matériaux, des supports contaminés ; des travailleurs aux mains contaminées ou foodhandlers.* Dans le champ de cette étude, la classe vecteur constitue ainsi *une généralisation*<sup>6</sup> des différents vecteurs trouvés dans chaque modèle de la situation d'exposition des quatre menaces.

Une autre variable utilisée par Dor et ses collaborateurs, le lieu, n'a pas été prise en compte dans le modèle générique, ni dans les modèles thématiques, car tous les objets dans la modélisation orientée objets ont un point géographique qui les localise implicitement (espace) à un moment donné (temps). Par exemple, dans le cadre de l'exposition des populations humaines au chlordécone, la prise en compte du territoire conduit à l'identification de deux groupes distincts de populations humaines exposées :

- les populations locales (en particulier les agriculteurs et les enfants), qui vivent dans des milieux terrestres et aquatiques contaminés et qui s'alimentent 1) de populations animales (herbivores d'élevage et/ou volailles vivant en plein air (Jondreville *et al.*, 2012), gibiers et animaux sauvages, poissons et crustacés) et 2) produits provenant de leur propre jardin ;
- les populations distantes, exposées aux denrées contaminées, telles que les populations des Antilles n'habitant pas sur des sols contaminés ou celles de la France métropolitaine et des pays importateurs des denrées des îles.

Enfin, pour la représentation des populations dans le contexte de la situation d'exposition, le terme *Groupe d'exposition homogène* ou GEH a été introduit. Largement employé par les entreprises ou la médecine du travail, il est défini comme *l'ensemble de personnes, de postes ou de fonctions de travail pour lesquels on estime que l'exposition au danger est de même nature et d'intensité similaire*<sup>7</sup>.

### **1.2.2. Le modèle générique des quatre situations d'expositions thématiques**

La figure 6 présente le modèle de la situation d'exposition générique, obtenu à partir 1) des nouvelles définitions des objets *agent, vecteur, source, système épidémiogène et groupe homogène d'exposition* et 2) des similitudes ou régularités identifiées entre les situations d'exposition au chlordécone, les salmonelles, les phycotoxines et le virus de la FCO.

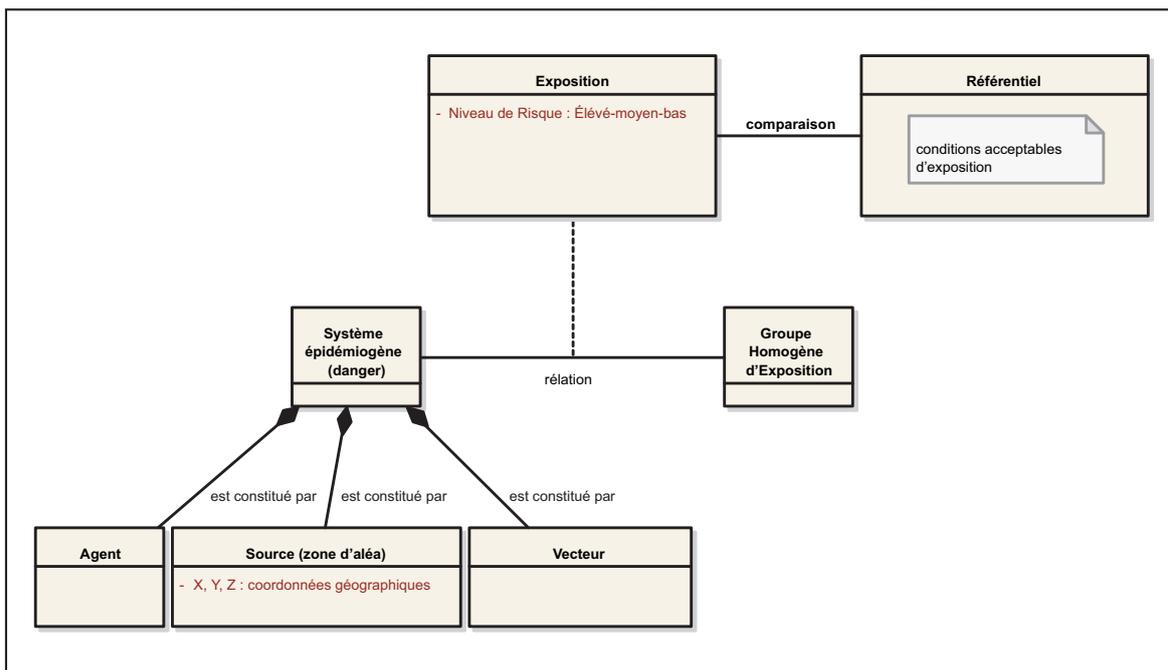
La situation d'exposition a été généralisée et représentée comme toute situation de contact *entre populations humaines ou animales et un système épidémiogène*. Les populations exposées sont regroupées en *groupes homogènes d'exposition*.

---

6. La généralisation est assimilée à un procédé qui consiste à abstraire un ensemble de concepts ou d'objets en négligeant les détails de sorte qu'ils puissent être considérés de façon comparable.

7. Norme XP X 43-244 : éléments de terminologie en hygiène du travail, décembre 1998.

Figure 6 - **Modèle par analyse orientée objets de la situation d'exposition générique, conséquence de la généralisation représentée dans la figure 5**



Le système épidémiogène est constitué par l'agent, la source et le vecteur. L'exposition est caractérisée par la relation entre les classes « système épidémiogène (danger) » et « groupe homogène d'exposition ». L'évaluation de l'exposition consiste à déterminer son niveau de risque, défini par comparaison avec un référentiel (ensemble de lois, réglementations, bonnes pratiques, etc.).

Source : Étude MaRiSa

### 1.3. Les processus de la surveillance et de l'alerte de la situation d'exposition

#### 1.3.1. La modélisation des activités ou processus

Le travail de modélisation des processus a porté sur les réglementations et les dispositifs de surveillance qui régissent les quatre menaces sélectionnées.

La denrée alimentaire, cible de la surveillance des non-conformités de la chaîne alimentaire, est régie par le Paquet hygiène<sup>8</sup> (ensemble de textes de l'Union européenne réglementant l'hygiène, la sécurité sanitaire des aliments et l'alimentation animale). Ce type de surveillance est partagé, dans le cadre de la sécurité sanitaire de la chaîne alimentaire, par trois des agents étudiés, les salmonelles, les phycotoxines et le chlordécone. C'est dans ce domaine que la DGAL intervient en veillant sur l'aliment, la santé végétale ou animale. Certains des processus liés aux salmonelles ont été modélisés en tant qu'exemples de la

<sup>8</sup> <http://agriculture.gouv.fr/le-paquet-hygiene>

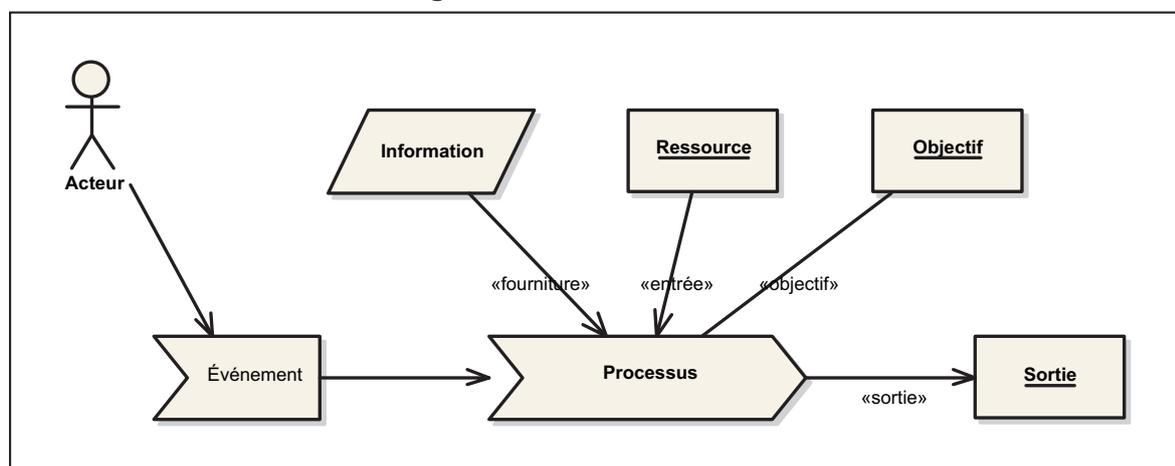
surveillance, l'alerte et le contrôle en sécurité sanitaire des aliments : 1) détection de non-conformités, selon les activités de la mission d'urgence sanitaire (MUS) de la DGAL, 2) gestion des alertes d'origine alimentaire en France, avec l'espace des responsabilités des acteurs au niveau national et européen et 3) une catégorisation des aliments d'origine animale.

Pour ce qui concerne les phycotoxines, leur modélisation a été effectuée comme un autre exemple de la surveillance et de l'alerte en sécurité sanitaire des aliments. La modélisation a associé au volet réglementaire des plans de surveillance et de contrôles officiels de denrées, une surveillance de type environnemental à charge du réseau de surveillance phytoplanctonique (REPHY) conduit par Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) (Belin, 2012).

La modélisation du cas du chlordécone, qui rejoint les salmonelles et les phycotoxines en ce qui concerne la surveillance et le contrôle officiel des denrées, introduit un volet important d'autocontrôle du producteur et du consommateur local, tenant compte du contexte spécifique de la pollution environnementale des systèmes terrestres et aquatiques des îles antillaises.

La modélisation des processus de surveillance, de signalement et d'alerte a été réalisée avec une extension des diagrammes UML d'activité, extension appelée d'Eriksson-Penker (2000) orientée vers la modélisation des activités (processus) métier (figure 7). Dans la section suivante, la fièvre catarrhale ovine (FCO) est proposée pour illustrer la modélisation des processus de surveillance.

Figure 7 - Description d'un processus en utilisant l'extension d'Eriksson-Penker sous la forme de diagrammes d'activités



Avec cette notation, un processus est un ensemble d'activités qui possède un objectif explicite (création de valeur), des entrées et des sorties spécifiques, qui emploie des ressources et peut concerner une ou plusieurs organisations. Les objets d'entrée sont des ressources ou des informations qui seront transformées ou consommées pendant le déroulement du processus. Les objets de sortie représentent l'accomplissement de l'objectif du processus et constituent son résultat primaire, tel qu'un produit fini dans un processus de manufacture ou le signalement d'une non-conformité dans le cadre d'un processus de surveillance.

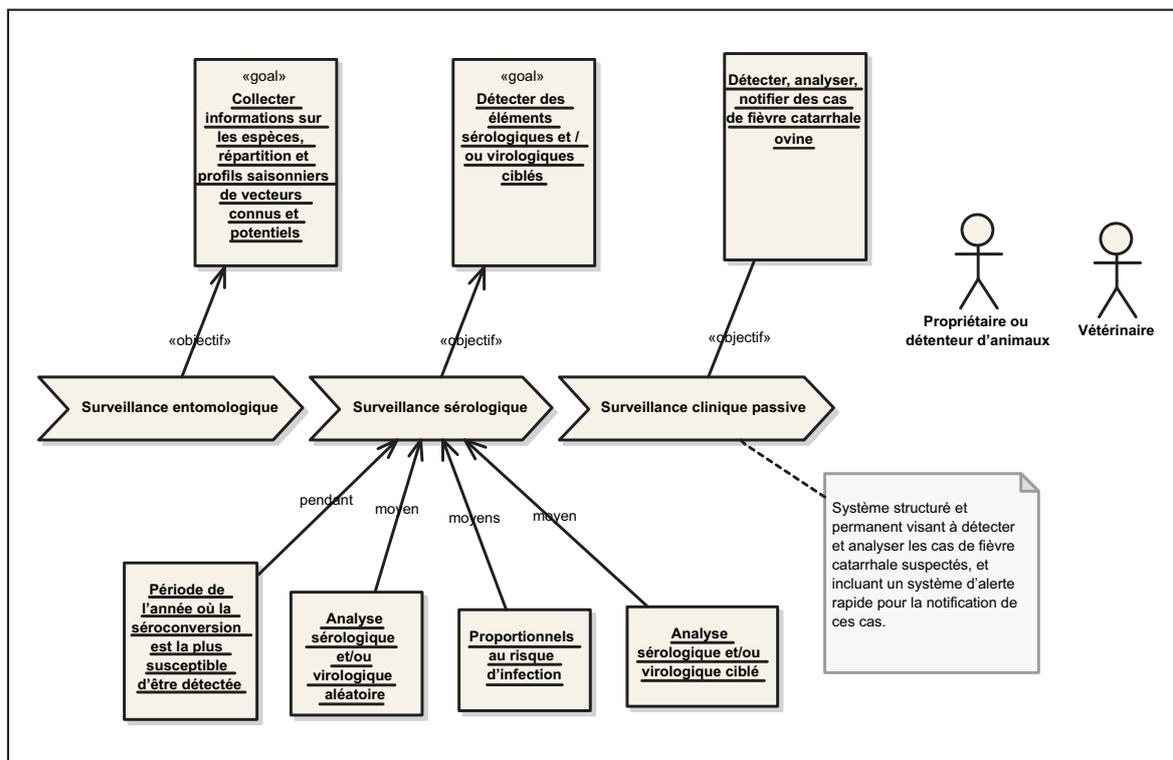
Source : Étude MaRiSa

### 1.3.2. La fièvre catarrhale ovine (FCO) comme exemple d'application de l'analyse orientée objets à une activité ou processus spécifique

Les diagrammes UML d'activité des figures 8 à 10 représentent la modélisation des processus définis par la directive 2000/75/CE du Conseil du 20 novembre 2000 et le règlement (CE) n° 1266/2007 de la Commission du 26 octobre 2007 qui cadrent les dispositifs de la surveillance et de l'alerte dans le cas de la FCO. Ces textes arrêtent « *les dispositions spécifiques relatives aux mesures de lutte et d'éradication de la fièvre catarrhale du mouton ou bluetongue et de ses modalités d'application en ce qui concerne la lutte, son suivi, sa surveillance et les restrictions applicables aux mouvements de certains animaux des espèces qui y sont sensibles* ». Dans le cas de la surveillance et de l'alerte de la FCO, les textes définissent une *unité géographique de référence* décrite par un quadrillage d'environ 45 km \* 45 km (approximativement 2 000 km<sup>2</sup>), « *à moins que des conditions environnementales spécifiques ne justifient la modification de ces dimensions* ».

Selon les niveaux d'avancement de la maladie, trois états sont décrits pour les unités géographiques : 1) en absence de FCO, *la zone est dite non réglementée* (figure 8) ; 2) en cas de suspicion de FCO, *la zone est dite réglementée* (figure 9) ; 3) en cas de confirmation, la zone est placée dans un état de *bluetongue officiellement confirmée* (figure 10). Des mesures spécifiques à prendre sont définies pour chaque niveau.

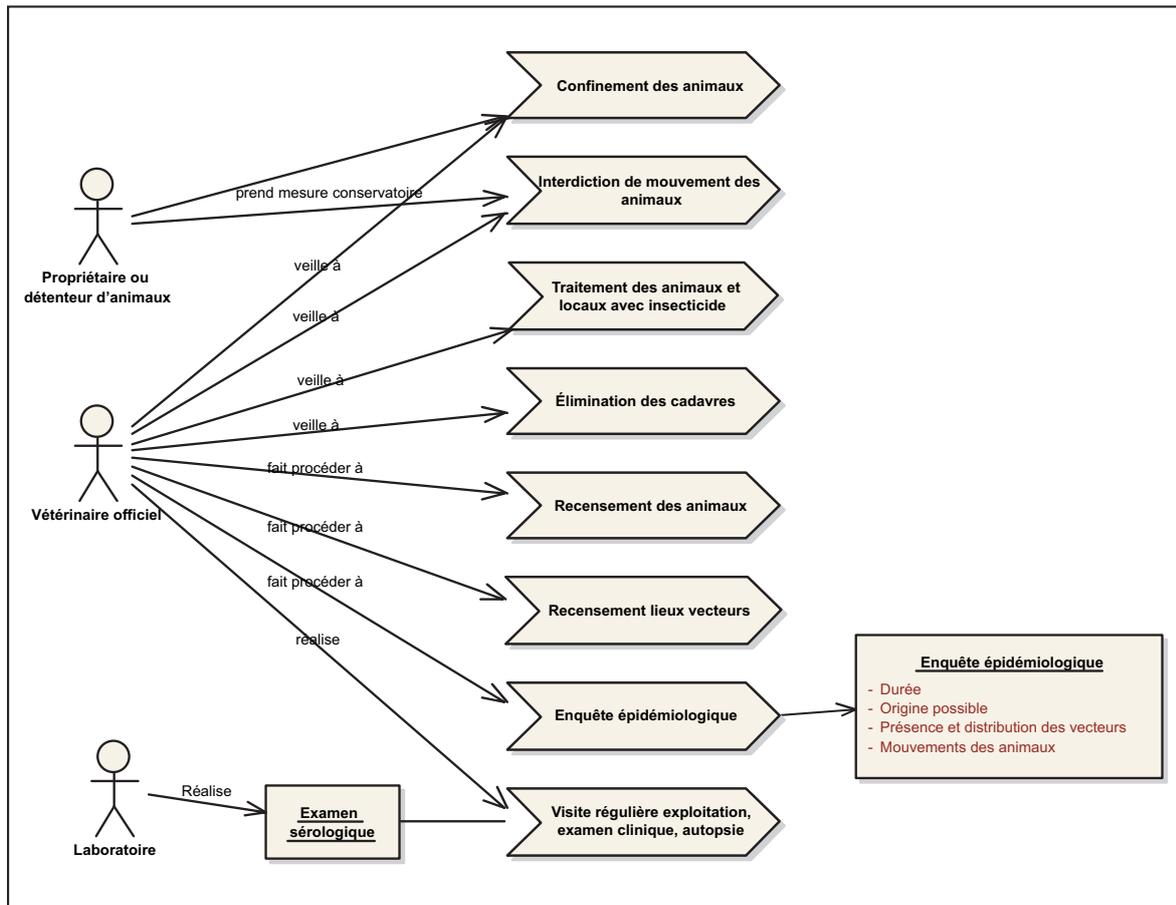
Figure 8 - Représentation par modélisation orientée objets en langage UML (extension d'Eriksson-Penker) de la surveillance des zones dites non réglementées en absence de fièvre catarrhale ovine (FCO)



Cette surveillance est à la fois entomologique sur les insectes vecteurs, sérologique et clinique sur les animaux. Si des cas suspects de FCO sont détectés, une notification de suspicion doit être émise auprès du vétérinaire officiel qui déclenche une surveillance officielle de cette zone qui devient alors zone réglementée.

Source : Étude MaRiSa

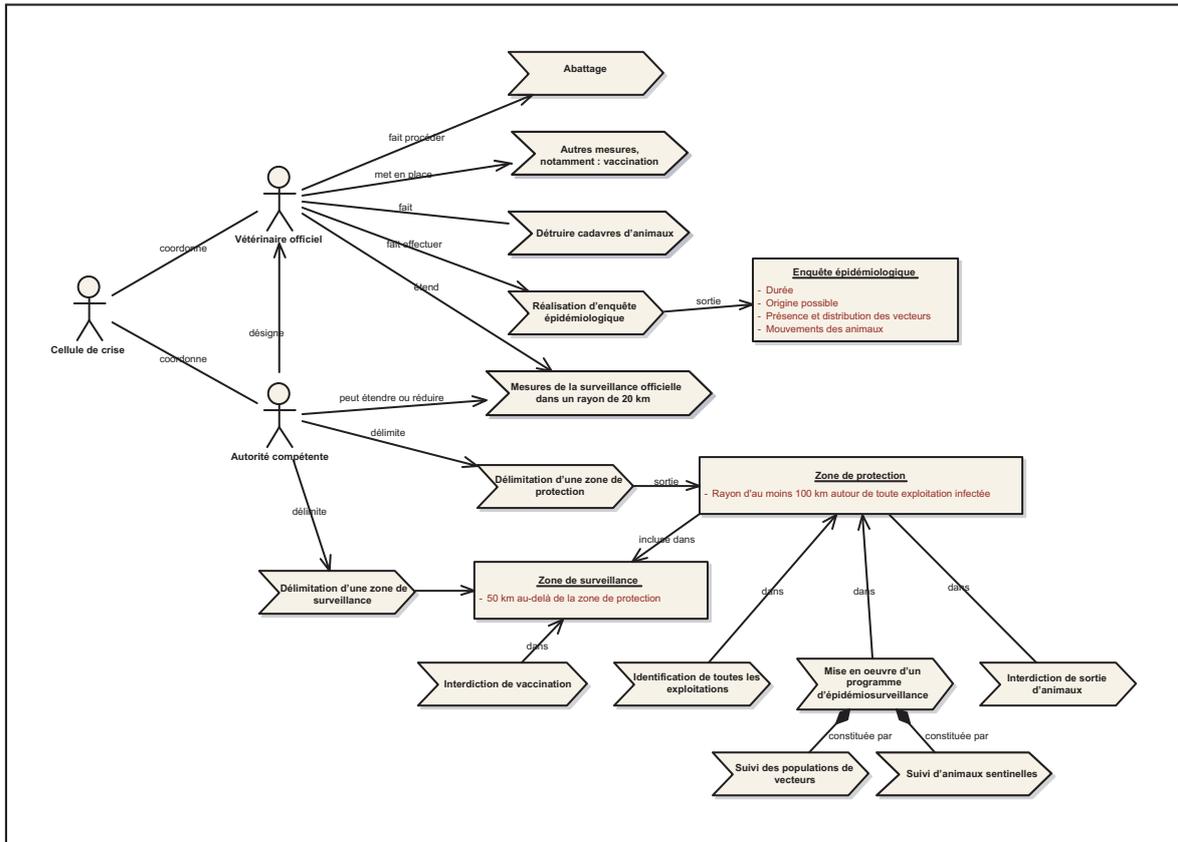
Figure 9 - Représentation par modélisation orientée objets en langage UML (extension d'Eriksson-Penker) de la surveillance des zones dites réglementées en cas de suspicion de cas parmi le bétail



Dans ces zones, le propriétaire des animaux doit prendre des mesures de confinement et respecte l'interdiction de leur transport. Le vétérinaire officiel veille en plus à ce que des mesures de lutte vectorielle soient mises en place et que les cadavres des animaux soient éliminés. Il fait procéder à des recensements d'animaux et des lieux favorables à la reproduction des insectes vecteurs, lance une enquête épidémiologique et suit régulièrement l'évolution de la maladie. Des laboratoires agréés réalisent les examens sérologiques.

Source : Étude MaRiSa

Figure 10 - Représentation par modélisation orientée objets en langage UML (extension d'Eriksson-Penker) de la surveillance des zones où la présence de fièvre catarrhale ovine est confirmée



Dans ces zones, des mesures additionnelles sont mises en œuvre avec création d'une cellule de crise, d'une zone de protection et d'une zone de surveillance.

Source : Étude MaRiSa

## 2. Un modèle générique de surveillance et contrôle de la situation d'exposition

La situation d'exposition peut être assimilée à un *anthroposystème* qu'il est possible de surveiller et de contrôler. L'*anthroposystème* est défini comme un « système interactif entre deux ensembles constitués par un (ou des) *sociosystème(s)* et un (ou des) *écosystème(s) naturels et/ou artificialisé(s)* s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant dans le temps » (Levêque et al., 2003).

Ce concept a une vocation opérationnelle : il permet, par son application, de fédérer des champs disciplinaires différents et éclatés sur un objet de recherche commun, l'environnement, en exprimant l'interdépendance des sociétés humaines et des composantes naturelles et artificielles de leurs environnements. L'*anthroposystème* est donc, dans ce processus de modélisation des dispositifs de surveillance, un concept qui renvoie à une vision systémique et dynamique des interactions entre les populations et les milieux, milieux qui sont

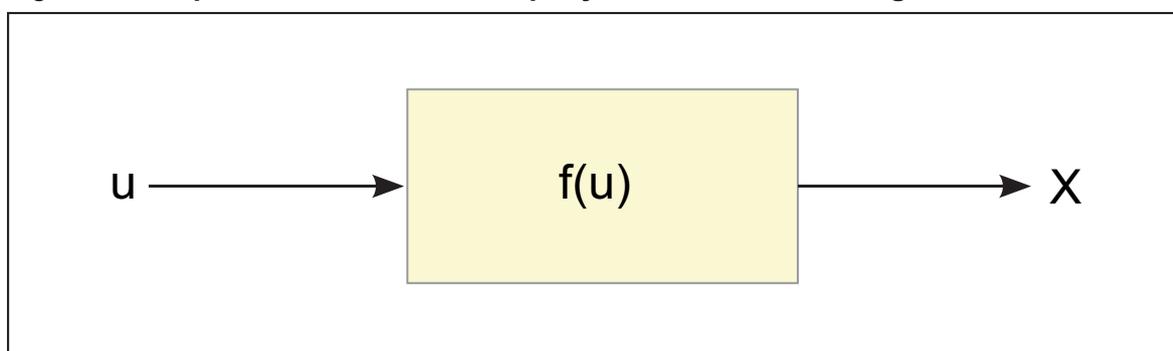
perçus comme un ensemble autorégulé d'éléments en interaction : le contrôle d'un des éléments a un impact sur l'ensemble (Abbadie *et al.*, 2004). Ceci favorise des approches conceptuelles qui permettent d'envisager un ensemble d'éléments en interaction pouvant engendrer des aléas (anthroposystème à risque).

L'étude des processus modélisés suggère que la surveillance et le contrôle de l'anthroposystème à risque supposent d'une manière implicite trois éléments :

- un consensus sur les définitions des états de « santé » et de « maladie » de la population de l'anthroposystème, avec notamment une métrique associée au « normal » et au « pathologique » ;
- une identification des facteurs (variables) qui permettraient de ramener le risque<sup>9</sup> à des niveaux acceptables ;
- enfin, l'existence d'outils adaptés pour ramener l'anthroposystème à la « normalité », notamment, une organisation politique et institutionnelle adaptée aux spécificités de l'aléa et de la vulnérabilité des populations en cause.

L'anthroposystème peut être alors assimilé à un « système dynamique caractérisé par un ensemble de paramètres de sortie  $X$  (le bon état de la santé et de l'environnement), sur lequel on peut agir au moyen d'une commande ou contrôle  $u$  » (figure 11).

Figure 11 - Représentation de l'anthroposystème comme un diagramme de bloc



L'anthroposystème est assimilé à un système dynamique caractérisé par un ensemble de paramètres de sortie  $X$  (le bon état de la santé et de l'environnement), sur lequel on peut agir au moyen d'une commande ou contrôle  $u$  (agissant sur les facteurs ou variables permettant de ramener le risque à des niveaux acceptables).

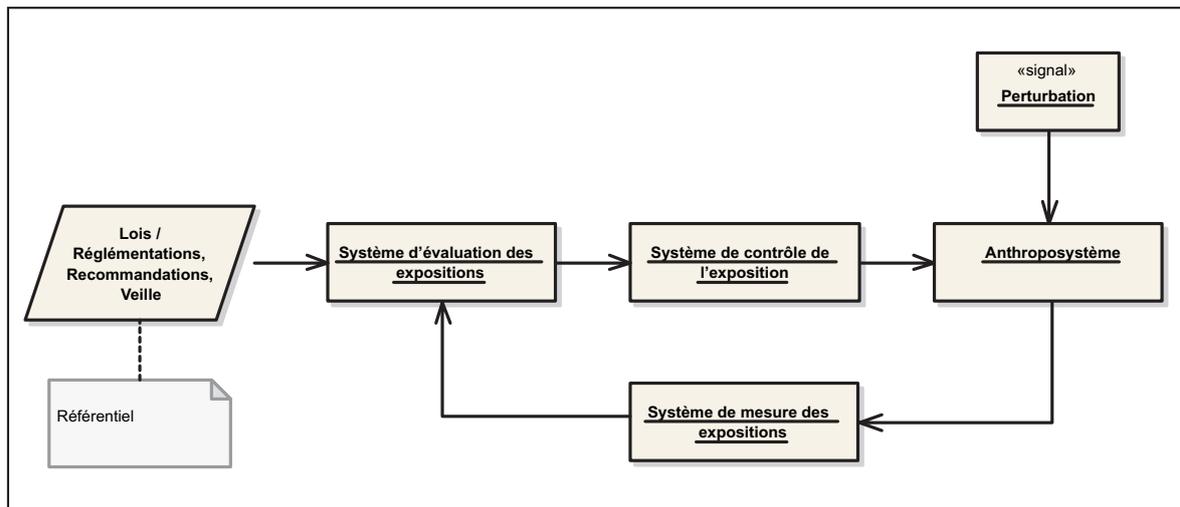
Source : Étude MaRiSa

9. Le risque dans la situation d'exposition a été défini, dans cette étude, comme la conjonction de deux composantes : la probabilité d'occurrence des effets pour la santé de l'homme ou de l'animal et la gravité des effets ou conséquences (enjeux) de l'événement supposé pouvoir se produire (vulnérabilité).

Pour surveiller et contrôler la situation d'exposition (conçue comme la rencontre entre le *système épidémiogène et groupe homogène d'exposition*), des dispositifs doivent être mis en place de façon à permettre, d'une part, la mesure des variables à contrôler et, d'autre part, la gestion de la situation dès qu'il y a alerte. L'alerte est donnée lors qu'apparaît une anomalie dans la mesure ; elle doit être assimilée à un signal émis par le dispositif qui surveille et reçu par le dispositif qui contrôle. L'anomalie est définie comme une non-conformité de la situation d'exposition réelle par rapport au référentiel.

Pour prendre en compte la surveillance et le contrôle de l'exposition, le modèle de la situation d'exposition a été complété en introduisant trois nouvelles entités, le *système de mesure des expositions*, le *système d'évaluation des expositions* et le *système de contrôle de l'exposition*, entités spécialisées dans les tâches « surveillance », « évaluation » et « gestion » respectivement. La configuration obtenue est celle d'un système à rétroaction, représenté dans la figure 12.

Figure 12 - Représentations en langage UML d'un dispositif de surveillance et d'alerte générique en tant que système à rétroaction



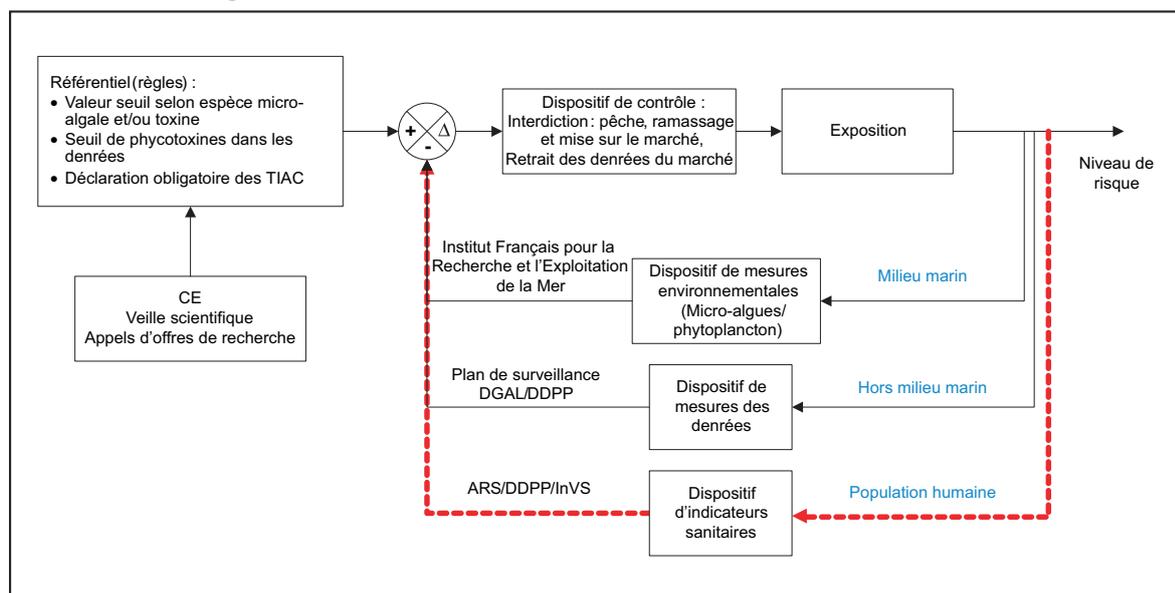
L'anthroposystème contenant les situations d'exposition a été complété en introduisant trois nouvelles entités, pour prendre en compte la surveillance et le contrôle de l'exposition : les systèmes de mesure des expositions, d'évaluation des expositions et de contrôle de l'exposition, spécialisées dans les tâches « surveillance », « évaluation » et « gestion » respectivement.

Source : Étude MaRiSa

Dans cette perspective, la surveillance et le contrôle d'une menace dans un périmètre et un territoire donnés constituent un processus itératif en trois phases : 1) établissement de l'inventaire des situations d'exposition (points de contact du système épidémiogène avec des GHE), 2) évaluation des situations d'exposition (comparaison de la situation d'exposition répertoriée avec le *référentiel* ou « situation d'exposition acceptable ») et attribution d'un niveau de risque, 3) prise de mesures correctives (action sur l'anthroposystème de manière à le faire revenir à l'état « acceptable ») si le risque excède le niveau considéré acceptable. L'implémentation de ces tâches et les fréquences d'itération seront spécifiques au domaine traité.

Les systèmes de surveillance qui opèrent sur des menaces environnementales connues et qui intègrent des systèmes de mesure permettant de déclencher des actions correctives seront appelés « dispositifs d'alerte spécifiques ». La plupart des dispositifs étudiés correspondent à cette catégorie et peuvent être représentés en tant que *systèmes à rétroaction* (Åström and Murray, 2008 ; Micheau *et al.*, 2012). Un exemple d'application a été réalisé dans le cadre de la surveillance des phycotoxines (figure 13). Dans la pratique, plusieurs dispositifs de mesure et/ou de contrôle peuvent coexister, et la topologie du système peut inclure des imbrications ou des enchaînements. La théorie du contrôle<sup>10</sup> peut fournir les outils formels pour les représenter et les traiter. Par exemple, dans le cas des phycotoxines, trois dispositifs de mesure spécifiques ont été identifiés<sup>11</sup>.

Figure 13 - **Modélisation en langage UML du dispositif de surveillance et d'alerte dans le cadre des intoxications aux phycotoxines micro-algues d'origine marine**



L'Ifremer collabore avec la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) dans le contrôle de la qualité des produits de la mer et du milieu marin (Décret du 5 juin 1984 modifié), particulièrement dans la surveillance des phycotoxines dans les coquillages. La surveillance sanitaire exercée par le Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines (REPHY-IFREMER) s'applique aux coquillages dans leur milieu naturel, dans les zones de production ou dans les zones de pêche professionnelle. Les coquillages, une fois sortis du milieu marin (c'est à dire dans les établissements d'expédition conchylicoles, sur les marchés, à la distribution, avant l'exportation), sont suivis par le Plan de Surveillance géré par la DGAL et mis en œuvre par les Directions départementales de la protection des populations (DDPP). Lors d'une alerte confirmée, l'administration prend les mesures adéquates. Les toxi-infections alimentaires collectives (Tiac) font l'objet d'une déclaration obligatoire à l'Institut de Veille Sanitaire (InVS). Ce dispositif de surveillance permet à l'InVS, aux Agences régionales de santé (ARS) et aux DDPP de réaliser une enquête épidémiologique et vétérinaire destinée à identifier les aliments responsables et de mettre en place des mesures visant à prévenir ces événements.

Source : Étude MaRiSa

10. La théorie du contrôle analyse les propriétés des systèmes dynamiques sur lesquels on peut agir au moyen d'une commande.

11. À compter de janvier 2014, les bulletins de résultats de cette surveillance sont mis en ligne en temps réel par l'Ifremer à l'adresse <https://envlit-alerte.ifremer.fr/accueil>. Un bulletin est décrit comme « Alerte » s'il contient au moins un résultat supérieur au seuil de sécurité sanitaire pour au moins l'une des toxines, ou un résultat susceptible de conduire à une décision administrative (par exemple un deuxième résultat négatif susceptible de conduire à une levée d'interdiction), ou bien un résultat de phytoplancton s'approchant ou dépassant un seuil dit « d'alerte ». Un bulletin est décrit comme Information s'il ne correspond à aucune des définitions ci-dessus, c'est-à-dire en cas d'absence de toxines et avec des concentrations en phytoplancton toxique suffisamment faibles pour qu'il n'y ait aucun risque de contamination.

## Conclusion

### L'apport de la méthodologie utilisée

Il est habituel de décrire les systèmes de surveillance et d'alerte par une énumération des fonctions qu'ils accomplissent (Girard *et al.*, 2006). Ce type de description est appelé une *décomposition fonctionnelle* (Coad et Yourdon, 1993). Il semble en effet plus facile de décomposer un problème sous la forme d'une hiérarchie de fonctions qui traitent des données. Cependant, cette approche ne semble plus être adaptée à la maîtrise des systèmes dont la complexité croît continuellement, tels ceux de la surveillance et de l'alerte.

L'analyse orientée objets est une méthode conçue pour accompagner l'évolution de la complexité des systèmes logiciels. Cette méthode est fondée sur un ensemble de concepts stables, éprouvés et normalisés, destinés à faciliter la maîtrise de systèmes complexes. Leur application à la surveillance et à l'alerte, dans le cadre de l'étude MaRiSa, a contribué à la compréhension et au partage de la connaissance lors d'échanges avec des experts métier impliquant des approches fines multidisciplinaires, intersectorielles et territoriales de la gestion des systèmes complexes, dans les séances du comité de pilotage de l'étude MaRiSa et lors des entretiens individuels ou collectifs avec les responsables institutionnels.

Les modèles issus de cette analyse, représentés sous la forme de diagrammes graphiques, peuvent jouer le rôle d'une interface entre la connaissance des experts et l'opérationnel, notamment dans des projets liés aux systèmes d'information. Comme le soulignent Mazzega *et al.* (2012), l'intégration de cet outil aux plans d'anticipation, de gestion et de développement des dispositifs de surveillance et d'alerte peut contribuer à optimiser l'action des décideurs et des opérationnels, en particulier pour :

- mutualiser les données, les informations et les moyens logistiques ;
- caractériser avec précision, au niveau préalablement décidé de connaissance, les situations d'exposition sur lesquelles fonder les dispositifs opérationnels de gestion de la surveillance et de l'alerte ;
- et enfin, éclairer les options de la gestion opérationnelle dans l'anticipation des risques.

### Partager la connaissance

Afin d'éviter des ambiguïtés ou des incompréhensions dans la description des systèmes étudiés, l'étude MaRiSa s'est attachée à définir le vocabulaire de la surveillance et de l'alerte dans le cadre des situations d'exposition. Ceci a permis de préciser des concepts ou définitions qui étaient partagés par des classes de métiers et non pas par la majorité des acteurs. La modélisation orientée objets a facilité l'analyse et permis la comparaison de menaces et la construction de modèles génériques pour des problématiques aussi éloignées que les maladies infectieuses animales à transmission par insectes vecteurs (FCO) ou les intoxications des populations humaines par des pesticides, par des biotoxines ou par des micro-organismes pathogènes.

Le langage UML peut être un support de communication performant. Il cadre l'analyse, facilite la compréhension de représentations abstraites complexes et son caractère polyvalent et sa souplesse en font un langage universel. Cette étude a demandé des continus allers-retours entre les concepts et leurs représentations, au fur et à mesure qu'augmentait la connaissance sur le sujet des analystes.

## Corollaires de la modélisation générique et perspectives

L'intérêt de la modélisation générique réalisée dans MaRiSa a été de formuler *une situation d'exposition standard* en tenant compte de l'ensemble des éléments du système épidémiogène de chaque situation d'exposition de chacune des menaces. Il a été ainsi possible d'évaluer le rôle de ces éléments multiples dans des cas particuliers pour les faire converger sur une description unifiée de l'exposition et de sa dynamique, en établissant ainsi une connexion entre la potentialité de nuisance du système épidémiogène et la vulnérabilité des populations, quelle que soit la problématique envisagée.

L'articulation des éléments du système entre eux et leur hiérarchisation grâce à la modélisation orientée objets propose *une grille de lecture* qui accompagne l'anticipation et l'élaboration d'outils et de stratégies de prévention ou de lutte génériques (Mazzega *et al.*, 2012).

Cette modélisation de la connaissance, intégrative et partagée par les acteurs institutionnels responsables de la surveillance et de l'alerte, ne constitue qu'un premier niveau de la modélisation, étant en même temps non exhaustive et non détaillée. Cependant, elle a mis en exergue la nécessité de continuer à modéliser certains domaines essentiels comme par exemple 1) les *différents référentiels* des situations d'exposition qui permettraient d'aboutir à des définitions opérationnelles de niveaux de risque, et 2) les obligations du Paquet Hygiène, dont MaRiSa n'a fait qu'illustrer quelques filières, comme par exemple celle des denrées d'origine animale.

La modélisation détaillée du contenu du Paquet Hygiène permettrait aussi d'approfondir, en collaboration étroite avec les experts métier, l'adéquation des systèmes d'information actuels afin d'étudier les moyens de les rendre davantage efficaces et intelligibles en introduisant, en même temps, *une normalisation*. Pour optimiser les systèmes d'information, *des plateformes logicielles transverses* seraient à étudier, de façon à améliorer aussi la réactivité, l'efficacité et le coût de la surveillance et de l'alerte, en même temps que le partage entre ses différents acteurs.

Plusieurs aspects n'ont pas été abordés dans le cadre de MaRiSa et mériteraient, à eux seuls, une étude complète :

- l'introduction de *la notion de temps* dans la modélisation, essentielle pour la réglementation de la surveillance et de l'alerte ;
- la prise en compte de l'apport dans ces dispositifs de surveillance et d'alerte, de la société civile, en particulier, des *lanceurs d'alerte* – notion apparue dans les années 1990 – dont l'intervention peut engager « une multiplicité de logiques, allant de la vigilance à la controverse, la normalisation ou le conflit » (Chateauraynaud, 2009) ;
- l'incertitude, l'inconnu, les questions économiques, l'évaluation des dispositifs existants et des circuits de décision.

Cette étude constitue donc une première étape dans le rapprochement des systèmes épidémiologiques étudiés. Même si ses résultats ne sont pas, à ce stade, directement opérationnels, la possibilité d'intégrer ces différentes thématiques dans un modèle générique unifié des situations d'exposition permet d'envisager un angle *d'approche unique* de la surveillance et de l'alerte en termes institutionnels.

## Références bibliographiques

- Abaddie L. *et al.*, 2004, « [Comment intervenir dans l'anthroposystème ?](#) », INSU - Prospective « Sociétés et Environnements », 5-6 février 2004.
- Åström K.J. et Murray R.M., 2008, *Feedback systems. An introduction for scientists and engineers*, Princeton, Princeton University Press.
- Barouki R., 2012, « [Le grand écart](#) », *Cahiers de l'ANR*, 6, pp. 2-3.
- Belin C., 2012, « [La surveillance des phycotoxines dans les coquillages du milieu marin. Le réseau Rephy : objectifs, stratégies, et principaux résultats](#) », *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*, ANSES, 45, pp. 19-23.
- Coad E. et Yourdon P., 1993, *Analyse orientée objets*, collection Méthodes Informatiques et pratique des systèmes, Paris et Londres, Masson.
- Chateauraynaud F., 2009, « [Les lanceurs d'alerte et la loi](#) », *Experts*, n° 83, pp. 44-47.
- Dor F., Karg F., Robin-Vigneron L., 2009, « [Recensement et identification des menaces environnementales pour la santé publique](#) », *Environnement Risques & Santé*, 8, pp. 507-17.
- Eriksson H.E. et Penker M., 2000, *Business Modeling with UML*, New York, John Wiley & Sons.
- Figuié M., Peyre M., Binot A., 2013, « [Surveillance des maladies animales infectieuses en Asie du Sud-Est. Valoriser la pluralité des réseaux d'information](#) », *Revasia, Perspective*, 23, octobre.
- Girard J-F., Lalande F., Salmi L-R., Le Boulter S., and Delannoy L., [Rapport de la mission d'évaluation et d'expertise de la veille sanitaire en France](#), ministère de la Santé et des Solidarités, 2006.
- Grall J.-Y., [Réorganisation des vigilances sanitaires. Rapport de mission](#), ministères des Affaires Sociales et de la Santé, Direction Générale de la Santé.
- Institut de Veille Sanitaire, 2005, [L'alerte sanitaire en France – Principes et organisation](#).
- Institut de veille sanitaire, 2009, [Actes du colloque « Surveillance en santé environnementale : pourquoi et comment ? »](#).
- Institut de veille sanitaire, 2011, [Actes du colloque « Veille et surveillance sanitaire : quelles actions pour la santé publique ? »](#), Saint Maurice, France.
- Institut de Veille Sanitaire, 2011, [La veille et l'alerte sanitaires en France](#).
- Jondreville C., Bouveret C., Lesueur-Jannoyer M., Rychen G., Feidt C., 2013, « [Relative bioavailability of tropical volcanic soil-bound chlordecone in laying hens \(\*Gallus domesticus\*\)](#) », *Environmental Science and Pollution Research*, 20, pp. 292-299.
- Lévêque C., Muxart T., Abbadie L., Weil A., et van der Leeuw S., 2003, « L'anthroposystème :

entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieu », in Lévêque C. et van der Leeuw S. (dir.), 2003, *Quelles natures voulons-nous? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*, Paris, Elsevier.

Mazzege P., Boulet R. and Libourel T., 2012, « Graphs for Ontology, Law and Policy », in Zhang Y. (dir.), [New Frontiers in Graph Theory](#), IN-TECH, pp. 493-514.

Micheau J., Dor F., de Gainza R., Romana C.A., 2012, « [Menaces environnementales et systèmes d'alerte : conceptualisation et enjeux](#) », *Environnement Risques & Santé*, 11, pp. 493-501.

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, 2010, [Les États généraux du sanitaire. Une politique sanitaire renouvelée](#), Direction générale de l'alimentation, 16 p.

Ogata K. (dir.), 1990, *Modern Control Engineering*, Prentice Hall.

Sinno-Tellier S., Beaudreau P., Josseran L., Verrier A., 2009, « [Santé environnementale : surveiller pour alerter](#) », *BEH thématique*, 27-28, 22 juin 2009, pp. 291-295.

# Flexibiliser les politiques de soutien aux biocarburants : éclairages théoriques et expérience américaine

---

Pierre Claquin<sup>1</sup>, Alexis Lemeillet<sup>2</sup>, Elise Delgoulet<sup>3</sup>

## Résumé

*Au début des années 2000, le développement de la production de biocarburants s'est accéléré, soutenue par des politiques publiques ambitieuses. Les flambées des prix agricoles et l'augmentation de leur volatilité ont alors suscité un débat sur les effets collatéraux supposés de ces politiques de soutien. Le caractère relativement rigide des politiques d'incorporations (mandats ou équivalents) a ainsi engendré de nombreuses critiques. Les États-Unis ont cependant mis en place différents éléments de flexibilité : la dérogation aux objectifs initialement fixés (waiver), le stockage (banking) et les échanges (trading) de crédits d'incorporation (RIN). L'article décrit ces mécanismes et précise quelles sont les limites à leur efficacité dans le contexte actuel (contrainte du blend wall). Il explicite les mécanismes économiques qui sous-tendent ces dispositifs. S'il existe une abondante littérature sur les effets des biocarburants sur les prix agricoles, les effets des mécanismes de flexibilité des politiques de soutien sont moins étudiés. Mais quelques études récentes apportent de premières réponses.*

## Mots clés

Biocarburants, États-Unis, mandats, volatilité, prix agricoles, flexibilité, rigidité, analyse économique, *waiver*, *trading*, *banking*, *RIN*, *RFS*

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

1. Chef du Bureau de la Prospective, Centre d'études et de prospective - SG/SSP/CEP/BPSIE - Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt - 2, rue Henri Rol-Tanguy - 93555 Montreuil-sous-Bois Cedex - pierre.claquin@agriculture.gouv.fr.

2. Consultant, Bio by Deloitte.

3. Chargée de mission Économie de l'environnement et des ressources, Centre d'études et de prospective - SG/SSP/CEP/BPSIE - Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt - 2, rue Henri Rol-Tanguy - 93555 Montreuil-sous-Bois Cedex - elise.delgoulet@agriculture.gouv.fr.

## Introduction

Le développement de la production de biocarburants s'est accéléré dans les années 2000 (multiplication par cinq entre 2001 et 2011, figures 1 et 2), soutenu un peu partout dans le monde par des politiques publiques impulsées, initialement, dans un contexte de recherche d'indépendance dans l'approvisionnement énergétique et de prix agricoles bas (OCDE, 2014, HLPE, 2013, Euroobserver, 2013)<sup>1</sup>. Confrontés à l'une des plus importantes flambées des prix agricoles depuis les années 1970, certains observateurs ont tenu l'essor de la production de biocarburants pour responsable de la soudaine hausse des prix agricoles de 2007-2008. La forte baisse intervenue dès la fin 2008 et qui entraîna les prix agricoles à leur niveau d'étiage au début de l'année 2010 a toutefois rappelé la nécessité de dépasser une lecture trop simpliste du sujet, où la coïncidence de phénomènes tiendrait lieu de causalité : à niveau de production de biocarburants quasiment constant, les prix avaient en effet chuté, mettant ainsi en évidence la complexité des phénomènes et facteurs expliquant la volatilité structurelle des marchés agricoles.

L'épisode de 2007-2008 puis les « répliques » des années 2010 et 2012, ont conduit de nombreuses institutions, instituts de recherche, think tanks, organisations non gouvernementales, etc., à questionner le rôle joué par les biocarburants dans ces fortes hausses de prix. Les premières analyses ont notamment très vite souligné le caractère structurant des politiques publiques dans le développement de ces filières, et des politiques de « mandats » en particulier.

Dans la présente note, comme il est d'usage dans les études sur les politiques publiques de soutien aux biocarburants (OCDE, 2014), nous utiliserons le terme de mandat pour désigner les politiques qui fixent des objectifs chiffrés – en volumes ou en pourcentage minimum –, obligatoires ou fortement contraignants, d'incorporation de biocarburant à l'un ou l'autre des stades d'élaboration des carburants mis à la pompe. Pour schématiser, une politique de soutien de type « mandat » imposant l'incorporation minimale de biocarburants exerce deux effets de premier ordre. D'une part, et à la condition que le mandat soit « contraignant » (cf. *infra*), il agit comme une demande supplémentaire à celles déjà existantes (alimentations humaine et animale principalement). D'autre part, le fait que cette quantité à incorporer soit relativement indépendante des conditions de marché (niveaux de prix, de l'offre ou des autres demandes) fait de cette demande une demande particulièrement inélastique, qui vient s'ajouter à d'autres qui le sont également (HLPE, 2011).

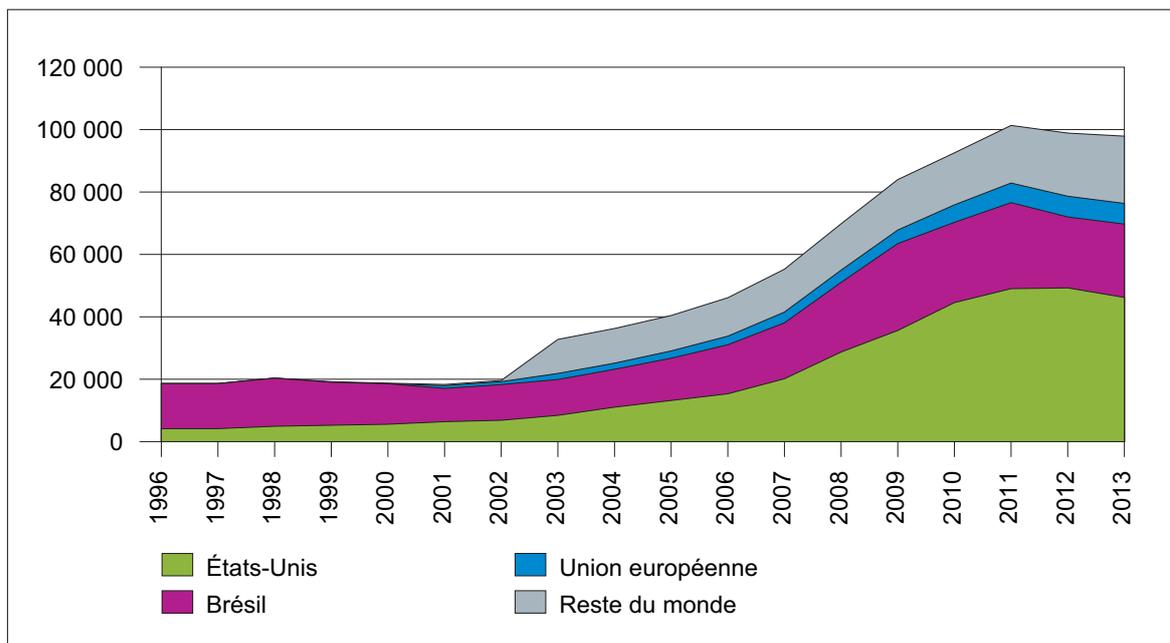
Ces considérations ont conduit plusieurs auteurs et institutions à prôner une « flexibilisation » des politiques de soutien aux biocarburants.

L'idée d'alléger les politiques de soutien aux biocarburants, voire de favoriser les débouchés alimentaires au détriment de la production de biocarburants lorsque les prix agricoles ou alimentaires flambent, figure ainsi au titre de recommandations de plusieurs rapports. Dès 2010, l'*Overseas Development Institute* suggérait la conduite d'une étude globale sur les changements possibles de débouchés des céréales dans le sens d'une limitation des

---

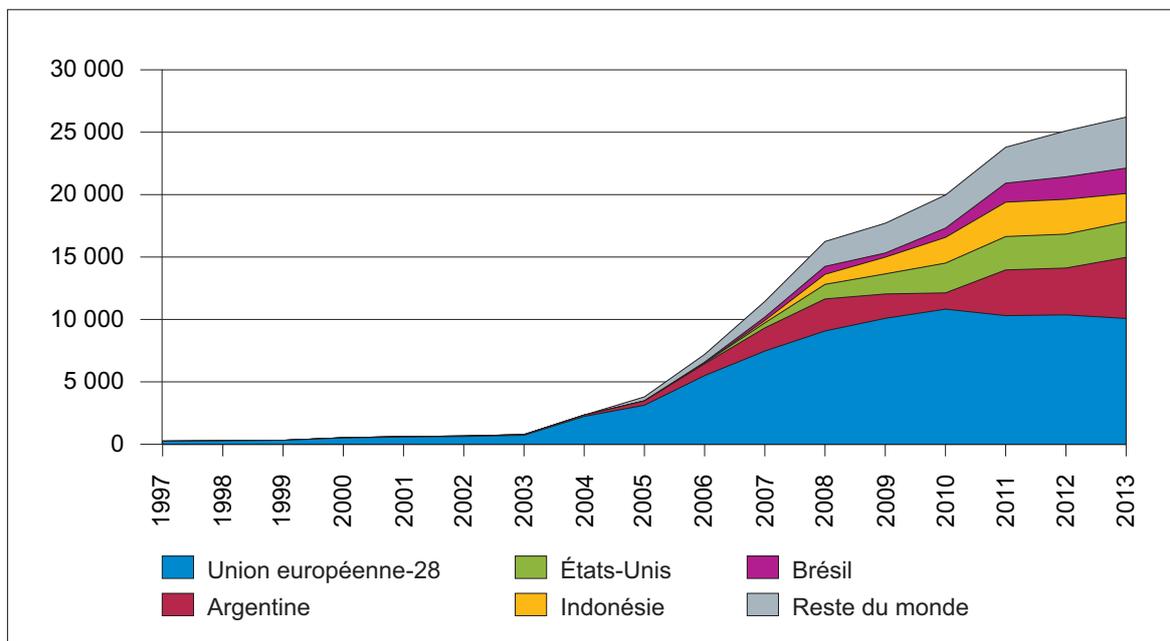
1. Période de prix des énergies élevés et de prix agricoles plutôt bas, que ce soit dans les années 1970 au Brésil et dans une moindre mesure aux États-Unis, ou à la fin des années 1990 et au début des années 2000, en Europe et dans de nombreux autres pays (dont, à nouveau, le Brésil et les États-Unis, qui ont alors relancé leurs productions).

Figure 1 - Production de bioéthanol dans le monde (en millions de litres)



Source : auteurs, d'après les données de l'OCDE, extraites sur [OECD.Stat](http://OECD.Stat)

Figure 2 - Production de biodiésel dans le monde (en millions de litres)



Source : auteurs, d'après les données de l'OCDE, extraites sur [OECD.Stat](http://OECD.Stat)

usages industriels quand les prix alimentaires sont sous pression. Cet argument était repris peu après par le gouvernement britannique dans un rapport prospectif au sujet des prix agricoles. L'*Overseas Development Institute* soulignait cependant toutes les incertitudes de projections à horizon 2020 (ODI, 2010). En 2010 toujours, Helming *et al.* montraient, à l'aide du modèle LEITAP, qu'une stabilisation du prix des céréales pouvait être obtenue, au sein des 27 États membres de l'Union européenne, en réorientant tout ou partie de la production de bioéthanol vers l'alimentaire. En 2011, le rapport des 10 organisations internationales (dont l'OCDE et la FAO) pour le G20 faisait référence aux politiques flexibles de soutien des biocarburants (*Introducing flexibility into policy driven demand for agricultural feedstocks for biofuel production*) en y consacrant notamment son annexe D. En 2011 également, Bruce Babcock, économiste américain, soutenait que la politique américaine sur les biocarburants devrait être plus flexible. Alléger les mandats d'incorporation, quand les stocks de matières premières agricoles sont bas, réduirait selon lui l'impact des biocarburants sur les niveaux et la volatilité des prix. En 2011 toujours, Brian Wright proposait une flexibilité théorique sous forme de seuils de sécurité, c'est-à-dire de seuils au-delà desquels les gouvernements inciteraient ou obligeraient les producteurs de matière première agricole à passer d'un débouché énergétique (type biocarburants) à un débouché alimentaire. En 2012, le *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA) avançait qu'une suspension des mandats en cas de pic de prix pourrait faire baisser le prix des céréales. En 2012 également, Tyner *et al.* réalisaient une étude d'impact d'une dérogation partielle (*partial waiver*) au mandat américain d'éthanol. En 2013, l'OCDE et la FAO analysaient la flexibilité du mécanisme américain de banking, qui consiste à reporter des volumes incorporés en surplus – les mélanges pouvant incorporer moins de biocarburant une année donnée, à condition d'en incorporer davantage l'année précédente. Plus récemment, Graziano da Silva, directeur général de la FAO, appelait à des politiques de soutien aux biocarburants plus flexibles<sup>2</sup>.

On peut souligner à ce stade que, si certains de ces auteurs formulent cette proposition dans le cadre d'une approche très critique, voire d'une dénonciation du rôle des biocarburants perçus comme principaux « responsables » de la volatilité ou des pics de prix, d'autres (et notamment les organisations internationales comme la FAO) formulent plutôt cette proposition dans une logique d'ajustement, de plus grande souplesse des politiques nationales face aux situations de tension sur les marchés agricoles (au même titre, par exemple, qu'ils en appellent à une discipline des États en matière de restrictions commerciales). L'idée dans ce cas est moins de limiter le développement des biocarburants que d'atténuer l'effet potentiel des mesures de politiques publiques prises pour accompagner celui-ci, cet effet potentiel étant, comme nous le verrons ci-dessous, particulièrement dépendant du contexte.

Si l'idée de flexibiliser les politiques de soutien aux biocarburants est donc partagée par différents auteurs et acteurs, les propositions formulées ne reposent pas toujours sur une analyse explicite des fondements théoriques, ou sur celle de dispositifs existants. Il importe donc de comprendre les mécanismes en jeu et ce qu'on peut en attendre. D'autant que de telles dispositions, dites de « flexibilité », existent, notamment aux États-Unis, pays qui a du reste concentré l'essentiel de la littérature sur le sujet.

---

2. <http://www.ipsnews.net/2014/06/flexible-biofuel-policies-for-better-food-security/>

La première partie de cet article s'efforcera ainsi de repérer comment les dispositions en vigueur aux États-Unis sont susceptibles d'atténuer la rigidité relative des mécanismes de mandats. Elle soulignera également les limites, dans le contexte actuel, des éléments de flexibilité ainsi introduits. La seconde partie dégagera les termes du débat, en rappelant pourquoi cette question de la rigidité et de la flexibilisation des politiques de soutien est posée, ses fondements économiques, et ce qu'en disent les littératures empirique, académique et institutionnelle.

## **1. La flexibilité des politiques de soutien : dispositions en vigueur aux États-Unis**

Après avoir présenté la politique américaine de soutien aux biocarburants et son principal instrument, les *RFS* (*RFS I* puis *II*), nous étudierons les deux modalités de ce dispositif qui apportent une certaine flexibilité, à savoir la possibilité de déroger transitoirement aux objectifs (mécanisme du *waiver*) ainsi que la capacité laissée aux opérateurs d'échanger et de reporter d'une année sur l'autre une partie de la contrainte (*banking* et *trading*).

### **1.1. La politique américaine de soutien aux biocarburants**

Le développement des biocarburants aux États-Unis est particulièrement marqué depuis le milieu des années 2000. Fondamentalement, il répond à trois objectifs distincts, et potentiellement divergents : l'indépendance énergétique, la réduction des GES et le développement agro-industriel. On peut parler d'un triangle énergie/environnement/agriculture & agro-industries, dont la géométrie a varié au cours du temps. D'abord lié à des préoccupations énergétiques au cours des années 1970, suite aux chocs pétroliers, le soutien aux biocarburants est plus clairement orienté vers l'agro-industrie nationale dans les années 1980 avec l'érection de barrières douanières. Enfin, pendant les années 1990, la protection de l'environnement est devenue une justification supplémentaire.

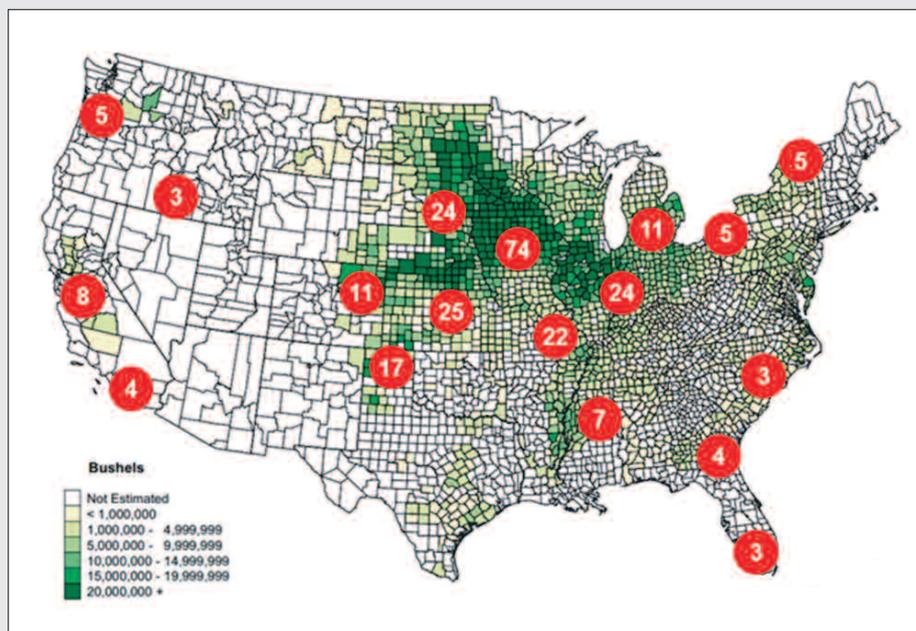
Ce soutien américain s'exerce « de la graine au réservoir » (« *from seed to wheel* »), depuis les organismes de recherche jusqu'aux constructeurs automobiles, en passant par les agriculteurs, les industriels des biocarburants et les détenteurs infrastructures de réseau (pour le transport et la distribution de l'éthanol). Le tableau 1 résume les principaux dispositifs récents de soutien aux États-Unis. Le soutien budgétaire le plus significatif, c'est-à-dire le plus coûteux, était le crédit d'impôt réservé à l'éthanol (51 puis 45 centimes par gallon d'éthanol) qui a pris fin au 31 décembre 2011.

### Encadré 1 - Les biocarburants aux États-Unis, un état des lieux succinct

Les États-Unis sont le premier producteur de biocarburants au monde. En 2012, la production américaine de biocarburants comptait ainsi pour environ 41 % de la production mondiale<sup>3</sup>. L'éthanol, principalement issu de la transformation de maïs (près de 95 % en 2012) représente plus de 90 % du biocarburant produit aux États-Unis. Depuis la fin des années 90,

une part toujours croissante du maïs récolté aux États-Unis sert ainsi à la fabrication d'éthanol biocarburant (environ 40 % sur la saison 2011-2012 contre 4 % en 1989-1990<sup>4</sup>). D'un point de vue géographique, cette production de maïs et de biocarburants est concentrée dans la Corn Belt, au centre du pays.

Figure 3 - Production de maïs et usines de production de bioéthanol aux États-Unis en 2012



Source : adapté de l'USDA, National Agricultural Statistics Service

La carte des usines de production d'éthanol se superpose quasi-parfaitement avec la carte de la production de maïs aux États-Unis : l'immense majorité se situe dans la Corn Belt, comme le montre la figure 3, où les points rouges indiquent le nombre d'usines dans plusieurs régions américaines et le gradient de vert, la production plus ou moins forte de maïs (en boisseaux, un boisseau valant 25,4 kg).

La consommation de bioéthanol, elle, s'élevait à 12,95 milliards de gallons en 2012 pour 13,31 milliards de gallons produits<sup>5</sup>. Deux usages sont à distinguer :

- environ 5 milliards de gallons d'éthanol sont utilisés comme additif à l'essence pour augmenter sa teneur en oxygène et son indice d'octane en remplacement du Méthyl Tert-Butyl Ether (MTBE)<sup>6</sup>.

- environ 8 milliards de gallons d'éthanol servent de substitut à l'essence.

L'activité des États-Unis sur les marchés internationaux est significative, faite de nombreux échanges avec principalement le Canada et le Brésil, mais également avec le reste du monde.

3. Données extraites OECD.Stat

4. USDA, U.S. Bioenergy Statistics, Corn supply, disappearance, and share of total corn used for Ethanol, table 5 (extraction au 16 octobre 2014)

5. EIA, How much ethanol is produced, imported, and consumed the United States? Lien : <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=90&t=4>. Un gallon vaut 3,79 litres.

6. EPA, MTBE in Fuels. Lien : <http://www.epa.gov/mtbe/gas.htm>

Tableau 1 - Synthèse des principaux dispositifs récents de soutien aux biocarburants aux États-Unis

Type de soutien	Mesure adoptée	Encore en vigueur
<b>Restrictions aux échanges</b>	Droit de douane sur les importations d'éthanol : taxes de 0,54 \$ par gallon importé et 2,5 % <i>ad valorem</i>	Non (fin 2011)
<b>Soutien budgétaire</b>	Soutien aux organismes de recherche et développement : prêts des ministères de l'Agriculture et de l'Énergie à de nombreux projets de recherche	Oui
	Soutien aux agriculteurs : primes directes versées aux agriculteurs et propriétaires terriens pour la culture et la récolte de biomasse de 2 <sup>e</sup> génération	Oui
	Soutien aux industriels des biocarburants : <ul style="list-style-type: none"> <li>● aides directes à l'investissement industriel ;</li> <li>● exonérations d'impôts : exemption du droit d'accise sur l'essence, crédits d'impôts.</li> </ul>	Non pour l'essentiel (fin 2011 pour le bioéthanol ; fin 2013 pour les biocarburants avancés)
	Soutien aux infrastructures de réseau : <ul style="list-style-type: none"> <li>● discussions autour du possible financement fédéral d'un pipeline dédié pour le transport de l'éthanol ;</li> <li>● aides directes (sous forme de prêt et de crédit d'impôt) à l'installation de pompes mixtes sur le territoire américain.</li> </ul>	Oui
	Soutien aux constructeurs automobiles : <ul style="list-style-type: none"> <li>● au sein du programme <i>Corporate Average Fuel Economy</i> (CAFE), bonus aux véhicules roulant aux biocarburants ;</li> <li>● avec le programme <i>Advanced Technology Vehicle</i> (ATV), prêts directs aux unités industrielles produisant des véhicules innovants ou des composants pour véhicules innovants.</li> </ul>	Oui

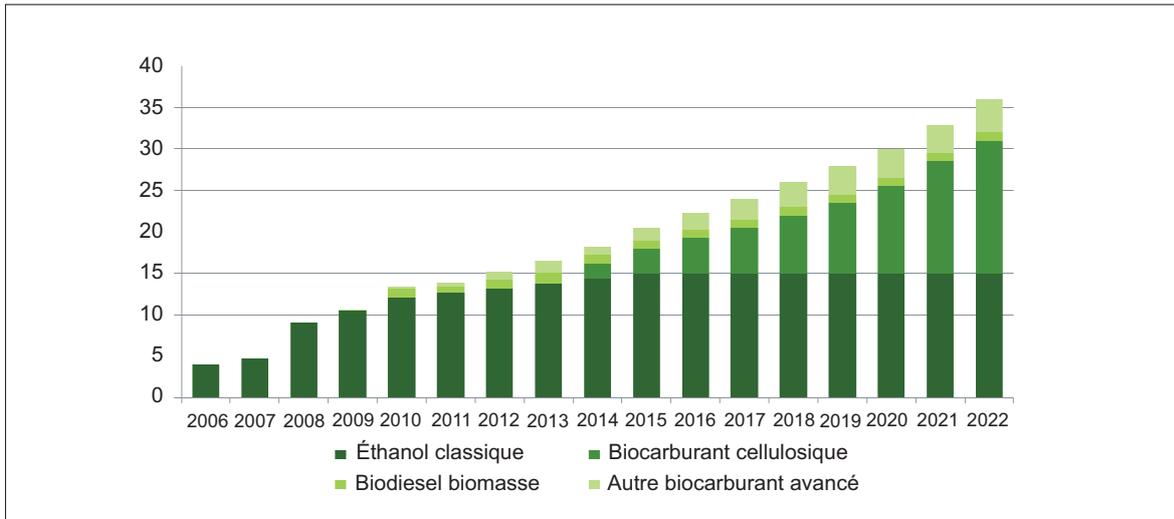
Source : auteurs

À l'heure actuelle, l'instrument de soutien américain aux biocarburants le plus important, car le plus structurant, se présente sous la forme d'une obligation d'incorporer du biocarburant au carburant fossile. Les volumes cibles de biocarburants à produire et à consommer aux États-Unis sont encadrés par le programme *Renewable Fuel Standard* (RFS), initié par l'*Energy Policy Act* de 2005 et renforcé par l'*Energy Independence and Security Act* de 2007, qui étend les objectifs du premier RFS et favorise un plus grand rôle des biocarburants avancés. RFS2 vise ainsi en 2022 un objectif de 36 milliards de gallons de biocarburant, soit 136 milliards de litres, dont 21 milliards de gallons de biocarburants dits avancés. Pour apprécier l'ampleur de ces objectifs chiffrés, il faut savoir qu'en 2013, environ 135 milliards de gallons d'essence ont été consommés aux États-Unis (soit plus de 500 milliards de litres). À consommation d'essence constante, en 2022, près de 27 % de l'ensemble des carburants seraient des biocarburants<sup>7</sup>.

Le programme RFS2 de 2007 distingue quatre catégories différentes de biocarburants : l'éthanol « classique » d'une part, et trois catégories de biocarburants avancés (figures 4 et 5). Chaque catégorie est définie techniquement, c'est-à-dire soumise à diverses normes de fabrication précisées par la loi. À partir de 2015, les objectifs assignés à l'éthanol classique restent stables, et l'effort supplémentaire doit être porté en intégralité par les biocarburants avancés. Comme l'illustre la figure 5, les différentes catégories sont « imbriquées » dans le sens où il est possible de répondre aux exigences du RFS pour le bioéthanol « classique » en mobilisant des biocarburants avancés, mais où la réciproque n'est pas vraie (fongibilité asymétrique).

7. EIA, *How much gasoline does the United States consume?*

Figure 4 - Objectifs du programme RFS, en milliards de gallons (2006-2022)



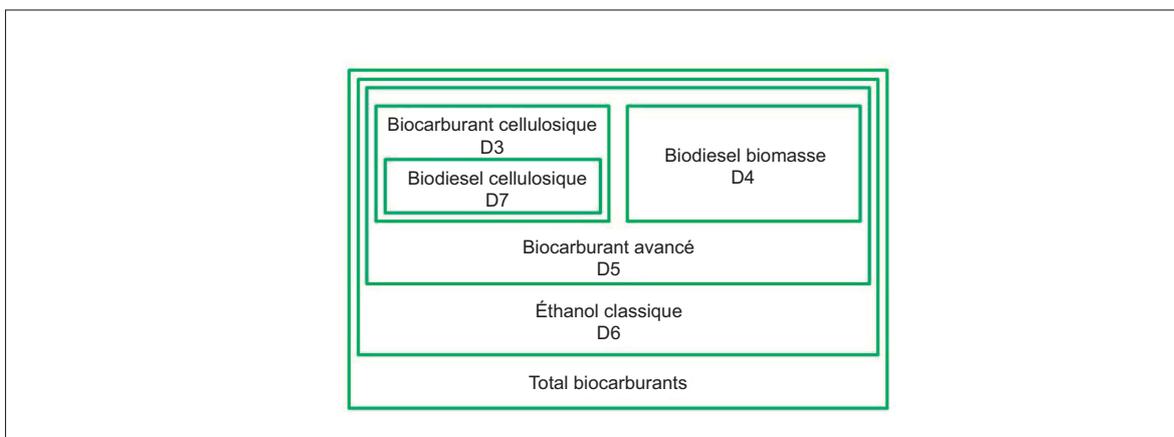
Source : <http://www.afdc.energy.gov/data/10421>

Aux États-Unis, la politique de soutien aux biocarburants est principalement portée au niveau fédéral. Cependant, ce « socle commun » est diversement perçu d'un État à l'autre : certains vont au-delà du soutien national, tandis que d'autres tentent au contraire de limiter l'essor des biocarburants.

## 1.2. La dérogation, le *waiver*

Les dérogations, *waivers* en anglais, sont le premier mécanisme majeur de flexibilité du programme *Renewable Fuel Standards*. L'Environmental Protection Agency (EPA) dispose ainsi du pouvoir discrétionnaire de modifier, de son propre chef ou sur requête d'un tiers, les objectifs d'incorporation inscrits dans la loi.

Figure 5 - Catégories imbriquées de biocarburants dans le programme RFS2



Discutés chaque année, les *waivers* peuvent porter sur l'objectif d'ensemble du programme, ou bien sur l'une ou l'autre des catégories de biocarburant. Depuis 2007, les objectifs globaux, de même que les objectifs assignés à l'éthanol classique, n'ont jamais été modifiés, tandis que les objectifs assignés aux biocarburants avancés ont été modifiés tous les ans depuis 2010. De ce fait, les objectifs statutaires, inscrits dans le programme RFS à son origine, diffèrent des objectifs finaux, fixés année après année par l'EPA. Pour maintenir des objectifs cohérents d'année en année, une règle prévoit que l'EPA doit réduire les objectifs des années suivantes si :

- elle réduit l'objectif d'une année donnée de 50 % ou plus ;
- elle réduit les objectifs de deux années consécutives de 20 % ou plus (Yacobucci, 2014).

L'EPA peut décider elle-même de réduire les objectifs d'incorporation fixés par l'*Energy Independence and Security Act* de 2007. Elle doit aussi répondre à des requêtes que peuvent lui adresser, et seulement eux, les États ou les distributeurs de carburant<sup>8</sup>. Pour accorder une dérogation, l'EPA s'assure, en concertation avec les ministres de l'agriculture et de l'énergie, qu'une des deux conditions suivantes est remplie :

- la fourniture domestique de biocarburant est insuffisante ;
- la mise en œuvre des standards causerait un tort grave à l'économie ou à l'environnement d'un État, d'une région ou du pays.

Le mécanisme de *waiver* est ainsi une flexibilité offerte dès la création du programme aux objectifs ambitieux qu'est le RFS2. Mais la politique de *waiver* de l'EPA va prendre en 2014 un virage significatif. Jusqu'à cette date pour l'éthanol classique, l'EPA avait été sollicitée pour répondre à des requêtes extérieures, liées à des conjonctures défavorables, à l'instar de l'année 2012 consécutivement à la sécheresse<sup>9</sup>. Pour la première fois en 2014, l'EPA a proposé de déroger aux objectifs globaux d'incorporation (15,21 milliards de gallons contre 18,15 initialement prévu) au titre du premier argument exposé ci-dessus, celui d'une offre domestique inadéquate. Si, pour la première fois, un *waiver* global a été proposé, c'est également que le programme se heurte au « mur de l'incorporation », ou *blend wall*. Dis autrement, les objectifs d'incorporation fixés dans le programme RFS sont de plus en plus difficiles à atteindre.

Le *blend wall* peut être défini comme une estimation du volume maximum absorbable par le parc automobile américain. Par sa proposition de dérogation en novembre 2013, l'EPA reconnaît indirectement la saturation du marché de l'E10, principal biocarburant distribué et contenant 10 % d'éthanol. Cette limite résulterait non pas d'un déficit du côté de l'offre (la capacité de production étant suffisante), mais plutôt de demande au regard des contraintes de distribution (Babcock et Pouliot, 2014). Le *blend wall*, lié à la saturation du marché de l'E10 est estimé autour de 13,3 milliards de gallons (Meyer *et al.*, 2013). Un certain consensus dans la littérature semble exister concernant le calcul du *blend wall*, estimé donc à 10 %

---

8. Eux ou leurs représentants : voir par exemple la lettre conjointe de l'*American Petroleum Institute* et de l'*American Fuel & Petrochemical Manufacturers* requérant une dérogation pour 2014.

9. En août 2012, l'EPA a été saisie par les gouverneurs de plusieurs États afin qu'elle accorde une dérogation aux objectifs globaux d'incorporation. Cette demande a été rejetée. Pour plus de détails, EPA, [EPA Decision to Deny Requests for Waiver of the Renewable Fuel Standard](#)

de la consommation annuelle d'essence. Un des leviers permettant de lever le *blend wall* lié à l'E10 serait la plus grande disponibilité de l'E15 ou de l'E85, à condition que les moteurs des véhicules tolèrent une plus grande part d'éthanol dans le biocarburant. Une des façons de le contourner est de remplir cet objectif à travers un biocarburant autre que le bioéthanol classique, comme le biodiesel, à condition que le marché puisse absorber cette nouvelle offre. Certains auteurs ont également montré l'importance des exportations pour atténuer l'effet du *blend wall* par le passé (Abbott, 2014), en 2011 notamment, où les capacités de production excédentaires américaines, eu égard à un marché domestique plafonné, ont trouvé à s'écouler à l'exportation, profitant d'une production brésilienne de bioéthanol historiquement bas.

Les objectifs d'incorporation étant en valeur absolue, et non en pourcentage de la consommation d'essence, ce plafond physique qu'est le *blend wall* diminue du fait d'une baisse des volumes d'essence consommés. En résulte alors un effet ciseau :

- d'une part, les objectifs de plus en plus élevés fixés par les RFS constituent une quantité ferme d'éthanol à incorporer de plus en plus importante ;
- d'autre part, la demande d'essence (E10) est en baisse (économies réalisées par les ménages, véhicules plus performants, etc.) ; les Américains consomment de moins en moins d'essence : 133,8 milliards de gallons en 2012 contre 142,3 en 2007, soit une baisse d'environ 6,5 %<sup>10</sup>).

Cet effet ciseau vient accentuer la contrainte qu'exerce le *blend wall* sur le respect des objectifs d'incorporations.

La limite structurelle constituée par le *blend wall* rend d'autant plus pertinent l'application du *waiver*. Mais il existe un autre mécanisme de flexibilité prévu dans le cadre du programme RFS, et qui est complémentaire du *waiver*, le système des *Renewable Identification Numbers* (RIN), présenté ci-dessous.

### 1.3. Les certificats d'incorporation, les RIN

Tout metteur sur le marché de carburant doit chaque année remplir des obligations de volumes, exprimées en pourcentage, dans les quatre catégories de biocarburant envisagées. Pour permettre à chacun d'attester de la réalisation de ses objectifs individuels, il faut apporter à l'EPA le nombre dû de *Renewable Identification Numbers* (RIN), ou certificats d'incorporation.

Le fonctionnement des RIN peut être détaillé comme suit :

- chaque RIN est émis par le producteur/importateur de biocarburant ;
- chaque RIN se compose de 38 chiffres, incluant notamment l'année de production, le code de la société émettrice et la catégorie de biocarburant concernée : biocarburant cellulosique, « biogazole biomasse », biocarburant avancé (autre), éthanol classique ;

---

10. EIA, US Product Supplied of Finished Motor Gasoline

- chaque RIN est « attaché » à son gallon source tout au long du transport jusqu'à l'incorporation. Lors de ces étapes, il n'est pas possible de le vendre ni de le reporter : le RIN n'est pas encore un actif, mais seulement une « étiquette » caractérisant le gallon de biocarburant produit ou importé ;
- une fois le biocarburant incorporé au carburant fossile, le RIN peut être détaché de son gallon source. Il devient un actif et peut être « apporté » à l'EPA pour mise en conformité avec les objectifs (cas le plus fréquent), ou bien il peut être vendu ou reporté (cas moins fréquents, dits « banking » et « trading »).

Ces deux derniers mécanismes, le *banking* et le *trading*, constituent l'autre flexibilité majeure du programme RFS, après les *waivers* présentés plus haut. Le report est assimilable à un système épargne/crédit, ce qui explique le terme de *banking* ; la vente est usuellement désignée comme *trading*. Alors que les dérogations font l'objet de décision à l'échelle fédérale, les deux dispositifs cités précédemment sont des décisions décentralisées prises au niveau des incorporeurs ou des importateurs.

Pour le *banking*, l'incorporeur ou importateur de biocarburant, une fois ses objectifs individuels atteints, peut choisir de stocker des RIN, et de ne les apporter que l'année suivante à l'EPA pour mise en conformité. La possibilité de reporter les RIN est cependant limitée à 20 % de l'objectif individuel par an. Chaque RIN a donc une durée de vie de deux ans, au-delà de laquelle il expire. Il n'est donc pas possible de stocker des RIN à l'infini ; en revanche, en répétant chaque année le report des 20 %, on peut de fait « rouler » son stock de RIN et toujours disposer de cette marge de sécurité d'un cinquième.

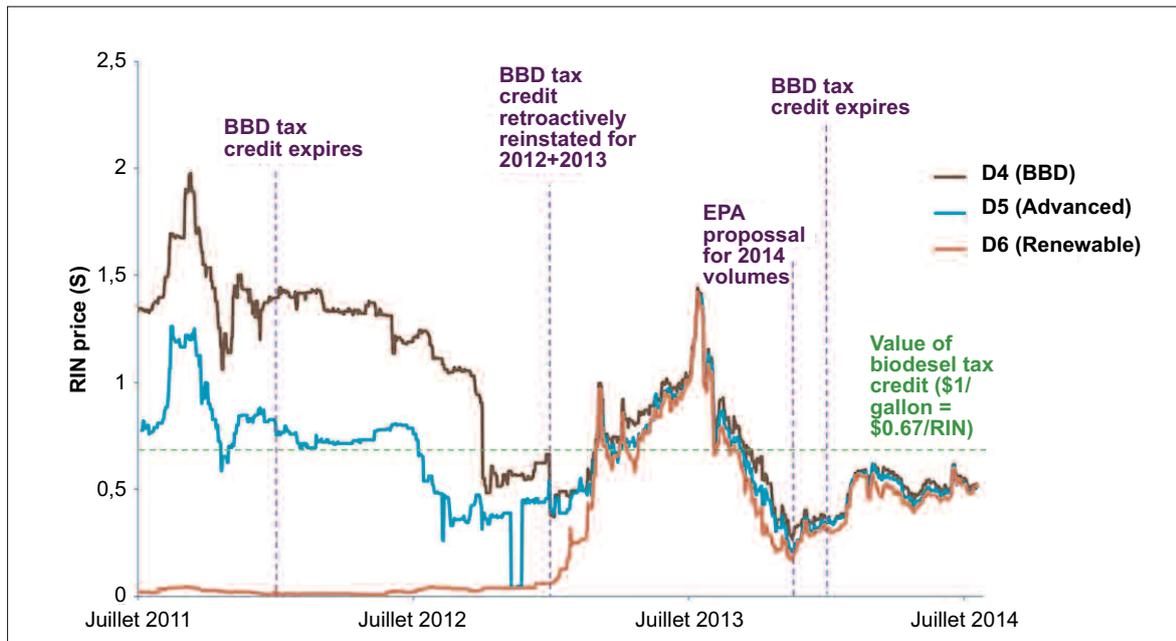
Le *trading*, ou échange de RIN, est une dernière caractéristique majeure du programme RFS. Dans ce cas, l'incorporeur ou importateur peut choisir de vendre ses RIN superflus sur un marché organisé dédié à cet échange de RIN (l'*EPA Moderated Transaction System* ou EMTS). Réciproquement, tout incorporeur ou importateur qui manquerait de RIN pour se mettre en conformité avec ses obligations légales peut se porter acquéreur sur ce même marché.

Il résulte de cette construction quatre marchés distincts pour les *Renewable Identification Numbers* (RIN) correspondants aux quatre obligations différentes de RFS2 : un marché du RIN éthanol classique (code D6), un marché du RIN biocarburant avancé (code D5), un marché du RIN biogazole biomasse (code D4) et un marché du RIN biocarburant cellulosique (code D3).

Ce sont les cours du RIN éthanol, le plus liquide<sup>11</sup>, qui, historiquement, ont concentré l'essentiel de l'attention. Faibles, voire très faibles jusqu'en janvier 2013, les prix du RIN éthanol se sont envolés depuis : ils sont ainsi passés de sept cents le 3 janvier 2013 à un plus haut historique d'un dollar quarante-trois cents le 17 juillet 2013, avant de redescendre au second semestre 2013 et courant 2014.

11. Bien qu'il n'existe pas de définition unique, la liquidité d'un marché repose sur plusieurs principes : le volume d'actifs, la présence d'un nombre suffisant d'acteurs pour éviter les effets de concentration et la fréquence des transactions effectuées. Un marché liquide doit être en mesure d'absorber un volume important de transaction sans chute de prix.

Figure 6 - Cours des RINs de juillet 2011 à juillet 2014



Source : International Council on Clean Transportation ([ICCT](http://www.icct.org))

De fait, le marché des RIN est désormais aussi un marché spéculatif, car des acteurs financiers ont investi cette nouvelle classe d'actif, profitant de l'opacité actuelle d'un marché qui ne distingue pas (encore) les acteurs selon leurs intentions (échange réel de RIN ou spéculation).

Ainsi, le marché des RIN se financiarise. Par exemple, en avril et mai 2013, deux opérateurs de marché ont lancé des contrats à terme pour les trois catégories de RIN biocarburant les plus échangés : le biogazole biomasse (D4), le biocarburant avancé (D5) et l'éthanol classique (D6). IntercontinentalExchange et CME Group ont expliqué que ces nouveaux produits financiers étaient destinés à offrir des outils de couverture contre la volatilité nouvelle des cours des RIN<sup>12</sup>.

## 2. Une analyse économique de la flexibilité des politiques de soutien

### 2.1. Une approche théorique de la flexibilisation des politiques de soutien

Avant d'exposer ce que dit la littérature empirique sur le sujet, il est important de rappeler quels sont les fondements théoriques de la question. Commençons tout d'abord par préciser que les politiques de type « mandats », c'est-à-dire celles qui consistent à imposer

12. Voir : E. Voegelé, *ICE to launch D4, D5, D6 RIN futures contract*, Ethanol Producer Magazine (avril 2013) et Communiqué de presse CME Group, *CME Group to Launch Futures Based on RIN Credits* (avril 2013)

un volume ou pourcentage minimal d'incorporation de biocarburants à l'un ou l'autre des maillons de la chaîne de production et de distribution des carburants mis à la pompe, ne sont pas les seules politiques de soutien envisageables (OCDE, 2014, HLPE, 2013, Euroobserver, 2013). D'autres dispositions telles que des aides directes à la production de cultures énergétiques, des exonérations de taxe ou des crédits d'impôts, le financement public de R&D, des droits de douane, etc., sont aussi largement utilisées à travers le monde. Assez souvent, ces différentes dispositions coexistent dans un même pays. L'OCDE rapportait ainsi que, sur les 35 pays étudiés dans son étude, trente soutenaient la consommation de biocarburant par des politiques de type fiscal (exemptions de taxe ou de droits d'accise par exemple). Simultanément, des politiques de type « mandats » étaient présentes dans 23 des 35 pays étudiés.

Si les dispositifs de soutiens fiscaux en « prix » (exemptions de taxe, d'impôts, etc.) sont très répandus, certains travaux soulignent une tendance récente à un affaiblissement de ces mesures (Bahar *et al.*, 2013), à l'instar de ce qui a été décidé récemment en France comme aux États-Unis, au bénéfice de dispositifs de type « mandats » (soutien par les quantités). De plus, plusieurs études ont souligné que ces dernières avaient un impact plus structurant sur les prix des matières premières (de Gorter et Just, 2010) que les politiques de type « soutien par les prix ».

Dans ce qui suit nous mettrons en lumière plusieurs aspects essentiels pour comprendre les principaux enjeux d'une flexibilisation des politiques de type « mandats ». Nous commencerons par introduire les « régimes de prix » que ce type de politiques contribue à instaurer, puis nous montrerons en quoi les hypothèses de marché sont cruciales et souvent mal prises en compte dans la littérature. Ceci afin de mieux comprendre les effets potentiels et certaines conditions d'efficacité d'un abaissement temporaire des mandats en période de forte tension sur les prix agricoles (exemple du *waiver*) mais aussi les effets d'un possible report partiel de l'obligation par la création de crédits d'incorporation qui permettent à l'agent économique tenu au respect du mandat d'incorporer davantage les années favorables pour incorporer moins l'année suivante (exemple du *banking*). Nous explorerons aussi, de manière limitée, quelques aspects plus complexes dès lors que certains axiomes fondamentaux du paradigme de la concurrence pure et parfaite en équilibre partiel statique sont levés (concurrence imparfaite, informations et anticipations, etc.).

### De l'importance des « régimes de prix »

Le cadre d'analyse est celui d'une économie fermée. C'est une hypothèse forte, et de fait non vérifiée dans le cas des États-Unis, mais c'est aussi une simplification utile pour saisir l'essentiel. Le marché considéré ci-après est le marché du biocarburant, c'est-à-dire du biocarburant pur avant incorporation (bioéthanol pur ou biogazole pur). La littérature économique (par exemple : Abbott, 2014, de Gorter et Just, 2010) conduit à représenter la demande en distinguant quatre segments (figure 7) :

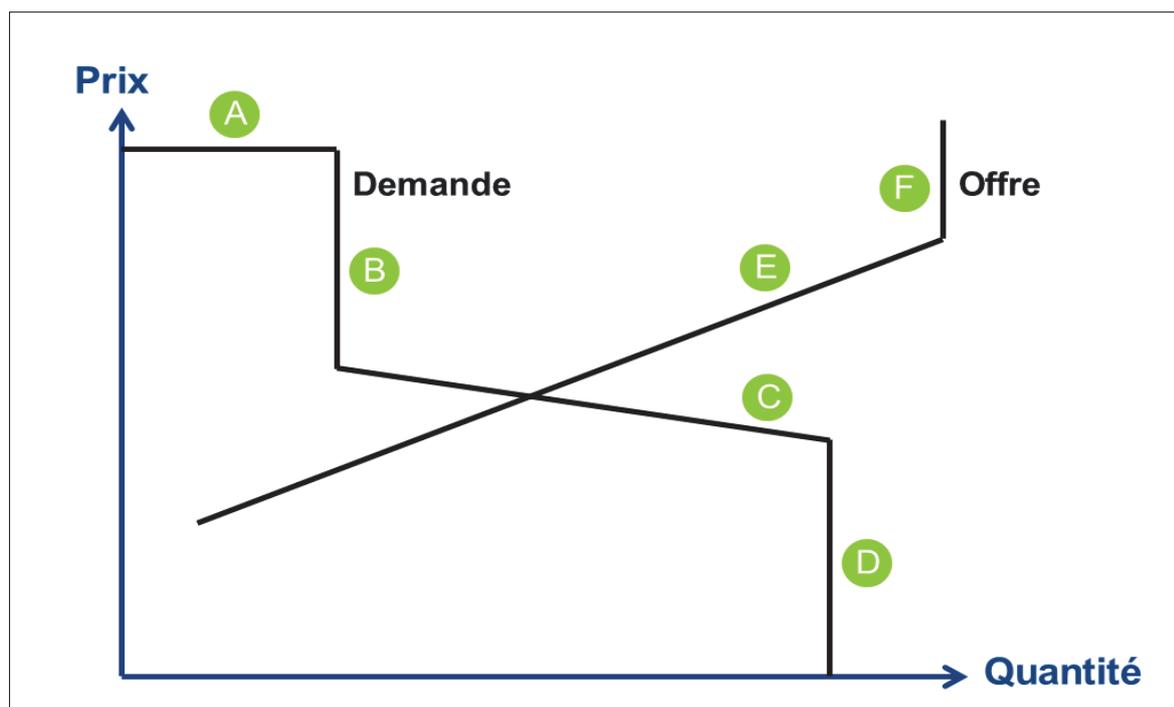
- **le plateau A** représente une situation où les incorporateurs préfèrent payer la « pénalité » plutôt que d'incorporer du biocarburant à hauteur du mandat (en France, payer la TGAP ; aux États-Unis, payer une pénalité qui s'élève à 25 000 \$ par jour). Ainsi le niveau du segment A est déterminé par le montant de cette « pénalité » en cas de non-respect du mandat, tandis que la longueur de ce segment est la quantité de biocarburant correspondant aux objectifs d'incorporation ;
- **le segment B** représente le mandat, soit une demande parfaitement inélastique, c'est-à-dire dont la valeur ne dépend pas, dans les limites du segment, du niveau de prix ;

- **la droite C** est la droite « classique » de demande dans un environnement concurrentiel : les quantités demandées augmentent à mesure que le prix baisse (élasticité ni nulle ni infinie). Le niveau de cette demande, sur ce segment, dépend principalement du prix du carburant fossile de référence (essence, diesel), auquel le biocarburant vient se substituer. C'est en effet le segment où le biocarburant et le carburant fossile sont substituables et le mandat non contraignant ;
- **le segment D** représente le *blend wall*, quantité au-delà de laquelle la demande ne peut plus augmenter, même si le prix continue à baisser : la demande plafonne, faute de possibilité physique d'incorporation du biocarburant dans le carburant fossile.

La courbe d'offre, quant à elle, présente deux segments distincts :

- **la courbe E** est la courbe d'offre classique, selon laquelle les quantités offertes augmentent en même temps que le prix. La position de cette droite est donnée par les coûts de production du biocarburant, dont la variable principale est le cours de la matière première associée (maïs, sucre, colza) ;
- **le segment F** est la capacité de production maximale de court terme.

Figure 7 - Présentation schématique des droites d'offre et de demande sur le marché du biocarburant



Source : auteurs

Au total, la figure 7 distingue donc potentiellement huit régimes théoriques de prix sur le marché du biocarburant, soit le nombre de combinaisons de segments où s'opère l'équilibre offre-demande (quatre segments de demande et deux segments d'offre).

On voit dans la figure 7 trois « murs » distincts :

- le mandat (segment B) ;
- le *blend wall* (segment D) ;
- la capacité de production installée (segment F).

Abbott (2014), parmi d'autres, souligne l'importance de la situation respective de ces différents murs. Selon cet auteur, ce sont les capacités de production à court terme qui auraient été le plus souvent limitantes aux États-Unis depuis 2005. Mais il précise dans le même temps que le niveau de capacités dépend des annonces et anticipations quant au *blend wall* et aux obligations d'incorporation. Les capacités sont donc, à moyen terme, ajustées en fonction des deux autres « murs ».

Quoi qu'il en soit, ces « murs » sont trois droites verticales où les élasticités sont nulles. Ces segments verticaux traduisent en fait des régimes de complémentarité. Dans une fourchette donnée, le volume incorporé ne dépend plus du niveau des prix. Au contraire, les segments plus horizontaux (A\*E ou C\*E) sont ceux de la substituabilité : l'incorporateur arbitre entre carburant fossile et biocarburant, selon leurs prix relatifs (à PCI équivalente, i.e. à contenu énergétique équivalent). On a donc affaire à des régimes de prix aux élasticités très différentes. En cas de passage d'un régime de prix à l'autre, on passe également d'une élasticité à l'autre. Ceci contribue à atténuer ou au contraire accentuer la volatilité. Inversement, dans les régimes de type « murs », les prix des biocarburants (avant incorporation) sont indépendants des prix des carburants fossiles, à l'inverse des autres régimes de prix.

Un régime de mandats n'a de sens que si les volumes exigés sont inférieurs au *blend wall*. Plus précisément, la logique d'un tel outil est d'être, au moins temporairement (ou même seulement potentiellement) contraignant. Cet ordonnancement ( $B < D$  et  $F$ ) correspond à la logique d'action de l'instrument bien que cela ne soit actuellement plus le cas aux États-Unis, le *blend wall* étant inférieur au mandat ( $B > D$ ). Dans un tel cas, il n'est d'autre solution à terme que de revoir à la baisse la valeur du mandat pour revenir aux deux seuls régimes théoriques compatibles avec la logique d'action des mandats, c'est-à-dire B\*E et C\*E. Dans un régime de mandats relativement stables en effet (ou affichant une progression limitée et prévisible), les capacités physiques dépassent le mandat. Dans ce qui suit, nous nous concentrons sur ces deux seuls régimes de prix :

- dans le premier cas, le biocarburant n'est pas compétitif par rapport au carburant fossile et le « mandat » est contraignant, c'est le régime de prix B\*E ;
- dans le second cas, le biocarburant est compétitif par rapport au carburant fossile, c'est le régime de prix C\*E.

### **Effet d'un choc sur l'offre**

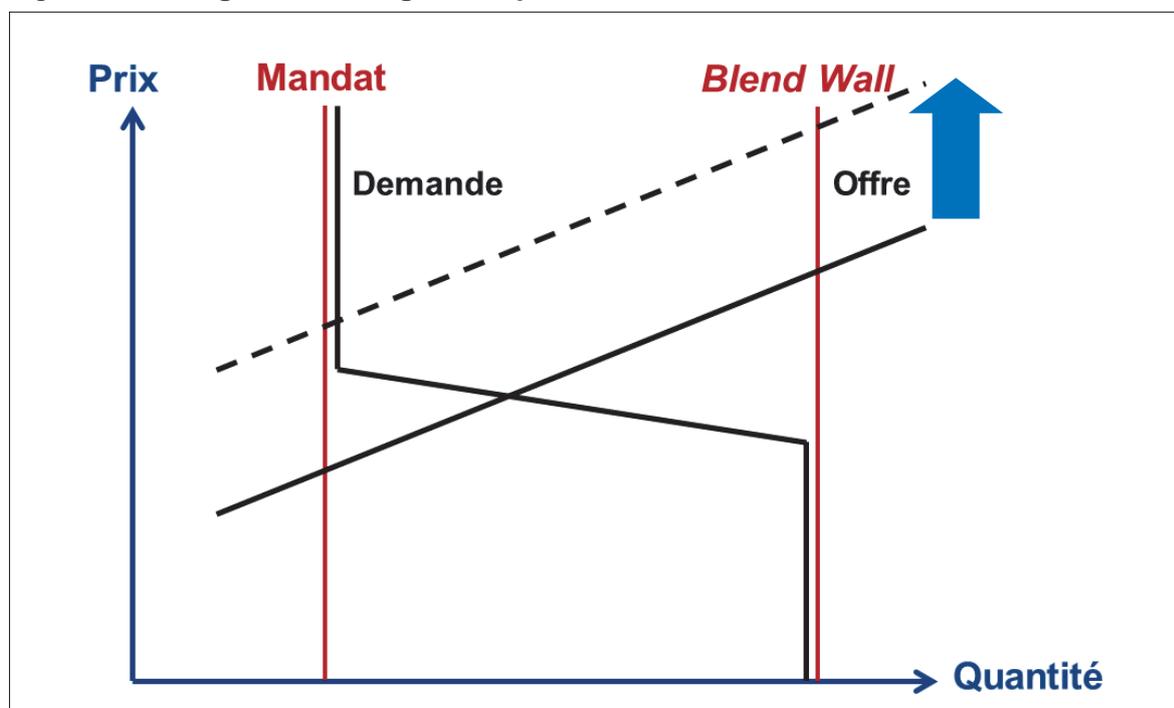
Étudions ce qu'occasionne un choc négatif sur l'offre de matières premières agricoles (moindre récolte suite à un aléa climatique, par exemple). Dans le premier cas, lorsque le biocarburant est compétitif par rapport au carburant fossile, le prix du biocarburant est déterminé (dans les hypothèses standard d'un marché en concurrence pure et parfaite) par le libre jeu de l'offre et de la demande. Dans ce cas, une légère baisse de production de matière première se traduit de la manière suivante : la courbe d'offre se déplace vers le

haut (figure 8), en conséquence de quoi le prix du biocarburant augmente modérément et le volume incorporé baisse. La situation sur le débouché alimentaire est similaire : prix et quantités s'ajustent en fonction d'élasticités relativement faibles mais non nulles. Au final le choc d'offre se traduit par un ajustement limité des différents prix et quantités, sur les différents débouchés.

Dans le cas où le biocarburant n'est pas compétitif avec le carburant fossile, l'offre et la demande se rencontrent sur la droite de mandat. Dans ce cas, une légère baisse de production de matière première se traduisant par une courbe d'offre tirée vers le haut, a les effets suivants : les prix et quantités sur le débouché alimentaire (y compris alimentation animale) s'ajustent plus fortement que dans le cas précédent car ce débouché doit absorber la totalité du choc d'offre, la demande en biocarburant ne variant pas. L'effet « volatilité » est, au final, plus fort dans ce régime.

La figure 8 illustre le cas où le déplacement de la courbe d'offre implique un changement de régime de prix. Le mandat devient contraignant alors qu'il ne l'était pas.

Figure 8 - Changement de régime de prix suite à un choc sur l'offre



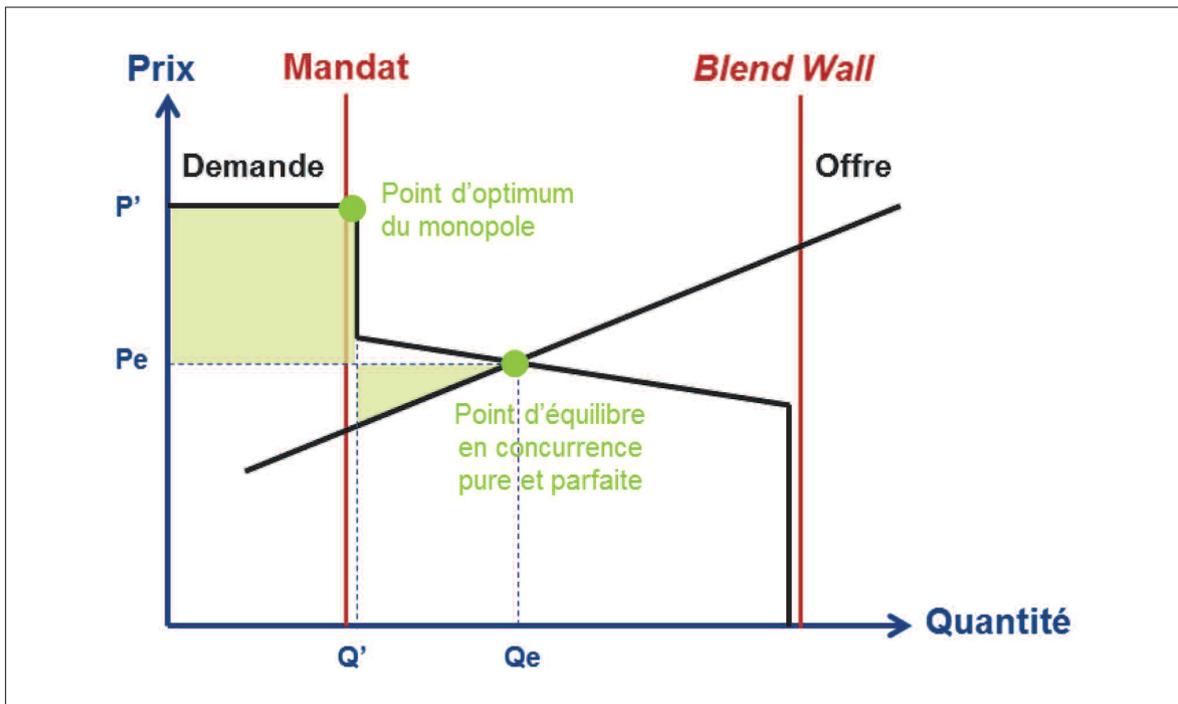
Source : auteurs

### Illustration de l'importance des hypothèses de marché : le cas d'un marché en situation de monopole

Dans ce qui précède, nous avons raisonné dans le cadre de l'axiomatique néoclassique de la concurrence « pure et parfaite ». Dans cette section nous montrerons l'importance particulière du niveau de concurrence sur les résultats. Que se passe-t-il par exemple si l'offre est en situation de monopole ? L'existence de ce monopole permet à celui qui l'exerce

de restreindre (nous sommes ici en économie fermée, rappelons-le) la quantité sur le marché de sorte à maximiser son profit. Dans notre exemple, cela conduira l'offreur en situation de monopole à fixer l'offre la plus haute possible, à la limite de la pénalité prévue en cas de non atteinte des objectifs d'incorporation. Cela se traduit par des quantités incorporées plus faibles et un prix plus élevé. Une « rente » de monopole apparaît (figure 9), qui correspond à la différence entre la surface vert clair de forme carrée dans le schéma ci-dessous, et la surface vert clair de forme triangulaire. On observe que le monopole n'a intérêt à élever son point d'optimum à la limite du mandat que si la surface carrée (schématiquement, le produit de la pénalité et du volume d'incorporation obligatoire) est plus importante que la surface triangulaire<sup>13</sup>. Toutes choses égales par ailleurs, la seule levée de l'hypothèse d'atomicité de l'offre conduit à changer de régime de prix.

Figure 9 - Déplacement de la droite d'offre en situation de monopole



Source : auteurs

Comme nous le verrons par la suite, les impacts des politiques publiques étudiées dans cet article sont aussi dépendantes des imperfections liées à la structure de marché (degré de concurrence et de « contestabilité » du marché), ou liées aux informations et anticipations – des éléments rarement intégrés dans la littérature sur le sujet.

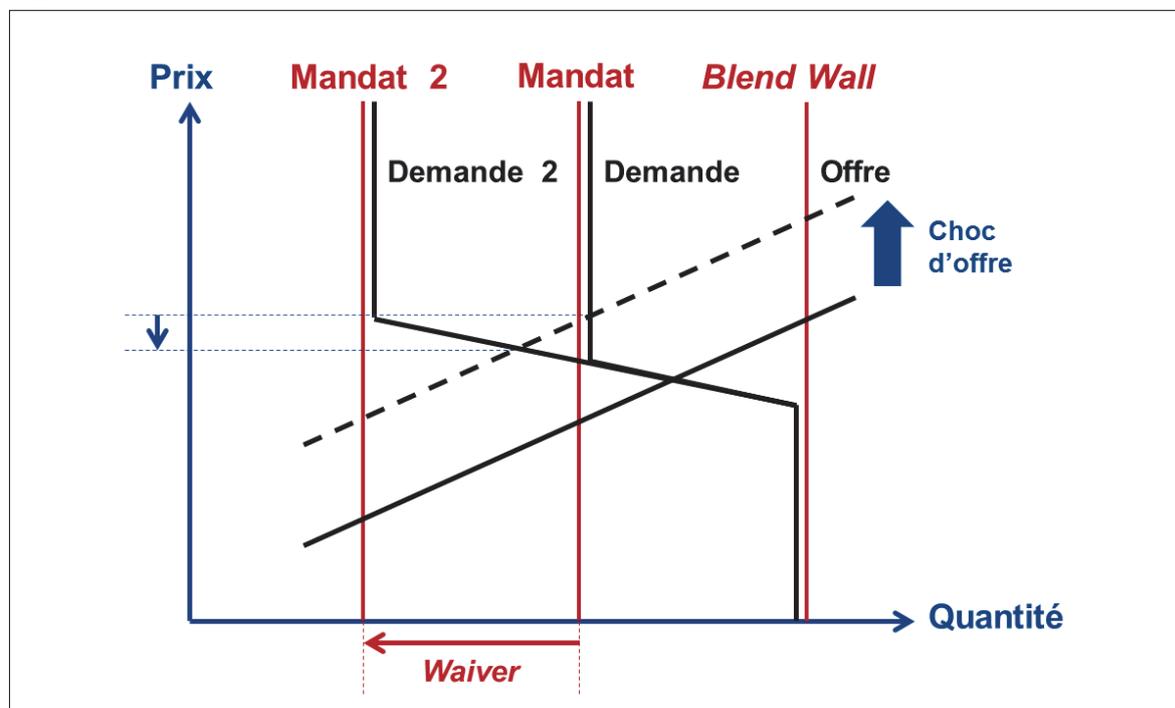
### Effet d'un allègement de la contrainte en cas de tension sur les matières premières

Ce cadre étant posé, étudions maintenant l'effet d'une dérogation (un allègement ou abaissement temporaire des obligations d'incorporation) en cas de tension sur les matières premières (choc sur l'offre). Cet effet est nul dans un marché où le biocarburant reste

13. Plus précisément, le point d'optimum du monopole peut alors se situer soit sur le segment C, entre le point d'équilibre en concurrence pure et parfaite et la jonction avec B, soit à la limite supérieure du segment B. Autrement dit, si le monopole se place sur le segment vertical B, il sera nécessairement tout en haut (à la limite de A).

compétitif par rapport au carburant fossile, même avec la hausse des cours : le mandat n'était pas réellement contraignant à court terme, son abaissement n'a aucun effet. Au contraire, une dérogation tend à faire baisser les prix dans une situation où le biocarburant n'est pas compétitif par rapport au carburant fossile. C'est ce qu'illustre la figure 10 ci-dessous.

Figure 10 - Effet d'un *waiver* sur le prix du biocarburant (variation à la baisse du mandat)



Source : auteurs

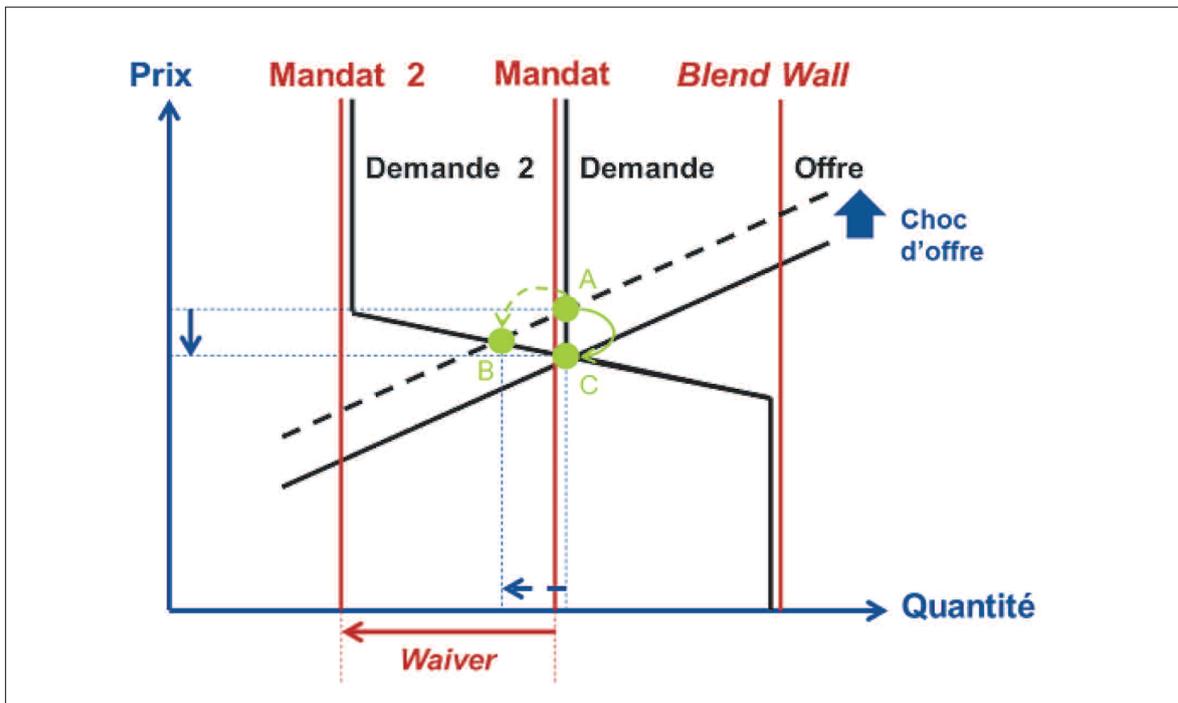
Le déplacement de la droite de mandat vers la gauche entraîne un déplacement simultané du point d'équilibre qui « colle » au mandat jusqu'à ce que celui-ci ne soit, éventuellement, plus contraignant. Dans ce cas, le mandat ne joue alors plus comme une contrainte et l'on retourne au cas C\*E. Ceci se traduit par un nouveau point d'équilibre, en deçà du point d'équilibre initial. La baisse des prix est matérialisée en ordonnée par la flèche bleue pointant vers le bas. La dérogation permet donc de passer d'un régime d'élasticité nulle et de demande relativement élevée à une situation d'élasticité non nulle et de demande plus faible. Ces deux effets dessinent l'impact de la dérogation sur la volatilité du prix de la matière première. On peut d'ailleurs signaler qu'une dérogation ne conduisant pas à quitter le régime de contrainte (B\*E) peut néanmoins peser sur les prix de la matière première et leur volatilité (moindre demande).

De manière indirecte cependant, d'autres effets peuvent être envisagés, moins immédiats ou tenant compte des imperfections de marché :

- **une plus grande incertitude dans l'investissement (aversion au risque).** À moyen ou long terme, le droit que se réserverait le régulateur de faire varier à la hausse ou à la baisse l'objectif de production de biocarburant (le mandat) pourrait pénaliser l'investissement. Ce moindre investissement par aversion au risque se traduirait par une courbe d'offre structurellement plus haute (hausse structurelle des coûts de production car intégrant la « prime de risque » correspondant au risque de dérogation) ;

- des erreurs d'anticipation ou une inertie des acteurs.** Imaginons par exemple que le producteur n'ayant pas anticipé la décision de dérogation se trouve à court terme dans l'incapacité de réviser son niveau de production. Cela se traduirait *in fine* par un niveau de production inchangé mais une baisse supplémentaire du prix et une perte nette pour l'offreur. Sur le schéma ci-dessous (figure 11), cela se traduit par le passage non pas de A à B mais de A à C. La baisse du prix, et la perte nette de l'offreur par la même occasion, sont matérialisées par la flèche bleue pleine sur l'axe des ordonnées. Le maintien tel quel de la quantité d'équilibre est matérialisée par la flèche bleue en pointillés, pointant vers la gauche pour indiquer que la quantité ne baisse pas. La quantité d'équilibre étant exactement la même, la dérogation n'a pas rempli son rôle : le *waiver* n'aura aucune répercussion sur les quantités demandées de matières premières agricoles. Une anticipation correcte des acteurs et des capacités d'ajustement de la production à relativement court terme sont donc des conditions essentielles d'efficacité d'un mécanisme d'allègement de la contrainte.

Figure 11 - Modélisation d'une erreur d'anticipation de l'offre



Source : auteurs

- un effet potentiellement démultiplicateur en cas de concurrence imparfaite de l'offre.** Il est possible qu'une dérogation introduite en situation de monopole conduise ce dernier à aller plus loin dans la baisse de la production qu'en situation de concurrence pure et parfaite. En effet, si cette dérogation est d'ampleur limitée, il est possible que l'offre en situation de concurrence pure et parfaite reste sur le segment C, tandis que l'offre en situation de monopole pourrait se placer directement sur le segment B (abaissant ainsi les quantités offertes).

## Effet d'un mécanisme de type *banking*

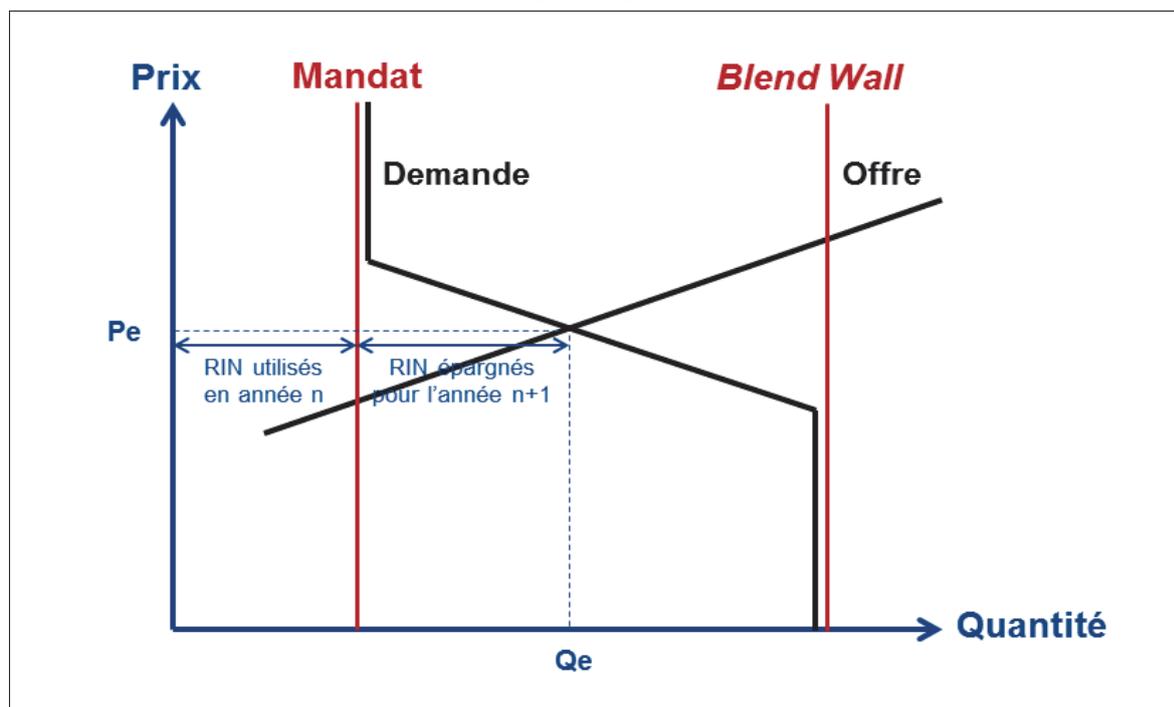
Considérons le cas où les incorporateurs peuvent dépasser une année donnée le mandat et utiliser le « crédit » ainsi généré l'année suivante.

Commençons par envisager l'année  $n$  :

- **si le biocarburant est compétitif par rapport au carburant fossile**, le mandat n'est pas contraignant et l'offre rencontre la demande à une quantité d'équilibre entre le plancher (mandat) et le plafond (*blend wall*). La différence entre cette quantité d'équilibre et le plancher correspond à la quantité de biocarburant « épargnable ». Si cette épargne (figure 12) n'est pas limitée en quantité ni coûteuse (il s'agit de constituer un stock immatériel d'obligations), alors l'agent aura tout intérêt à épargner la totalité de ce surplus pour les années à venir ;
- **si le biocarburant n'est pas compétitif par rapport au carburant fossile**, le mandat est contraignant, et les capacités d'épargnes annuelles sont nulles également. Ainsi si le mandat joue tout le temps, il n'y a jamais d'épargne possible et le dispositif de report est inutile.

On peut également imaginer, dans ce second cas, à la marge, qu'un demandeur anticipe et incorpore davantage de biocarburant en année  $n$  : ainsi il va volontairement au-delà du mandat et se constitue une épargne. Cette épargne lui coûte cher, parce le prix du biocarburant est théoriquement plus élevé quand le mandat est contraignant. Pourquoi, dans ces conditions se constituer une épargne ? Cela est envisageable si l'incorporateur anticipe un biocarburant encore plus cher en année  $n + 1$  : alors les certificats amassés en année  $n$  seront utilisés en année  $n + 1$  de façon à ne pas acheter ce biocarburant devenu hors de prix.

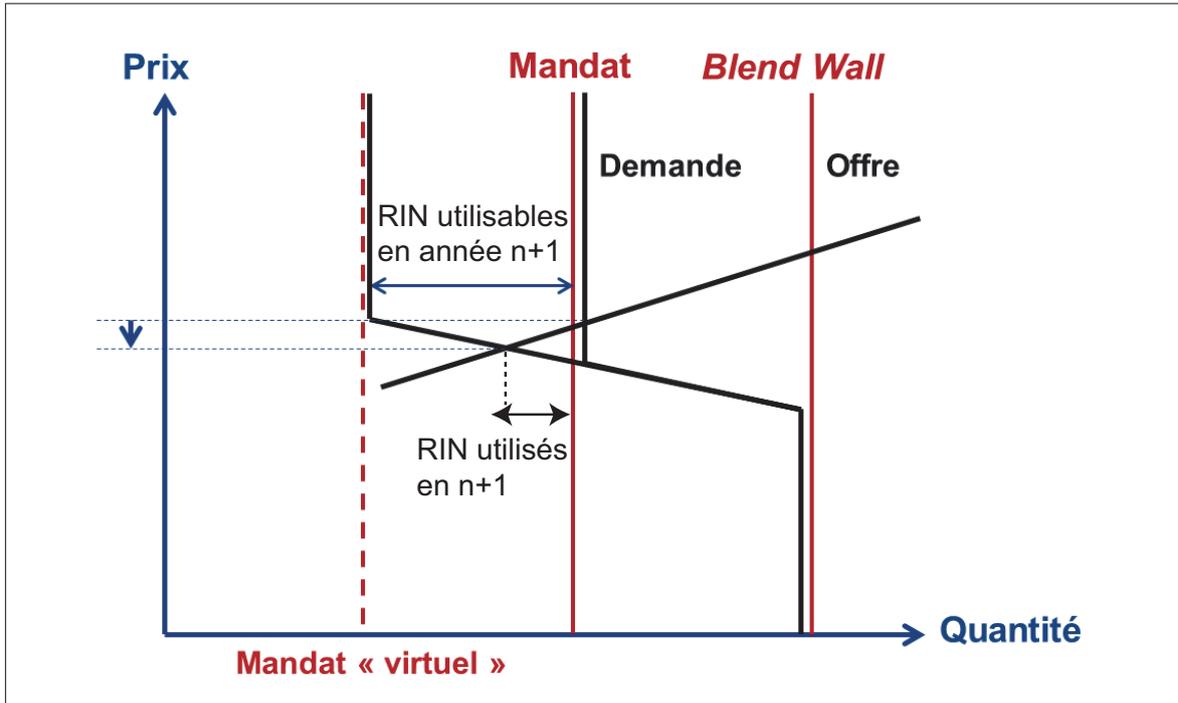
Figure 12 - Exemple d'épargne de certificats (type RIN) dans un régime de prix où le biocarburant est compétitif par rapport au carburant fossile



Source : auteurs

Que se passe-t-il alors en année  $n + 1$  ? S'il y a beaucoup de certificats empruntés en année  $n$ , la demande est potentiellement plus faible en année  $n + 1$  – d'autant plus si le mandat est à nouveau contraignant. L'existence d'un « stock » d'obligations reportées agit alors à la manière du *waiver* étudié ci-dessus. La différence est que le niveau de baisse de la contrainte ne résulte pas d'une décision publique en année  $n + 1$ , mais des comportements privés en année  $n$ .

Figure 13 - Ajustement de la demande grâce aux certificats épargnés en année  $n$



Source : auteurs

Enfin les stocks de certificats se constituent principalement quand le biocarburant est compétitif. Ils peuvent donc servir à alléger la contrainte du mandat. Mais ils peuvent également servir à surmonter, au moins une année, la contrainte du *blend wall*. Ainsi aux États-Unis, puisque le mandat des *Renewable Fuel Standards* s'est rapproché du *blend wall*, les raffineurs utilisent les RIN qu'ils ont accumulés pour atteindre leurs objectifs d'incorporation (Johansson et Meyer, 2014).

Au final, l'effet théorique du *banking* sur la volatilité est positif en ce qu'il permet de lever, certaines années, l'impact du mandat évoqué précédemment, à l'instar d'une dérogation. Plus exactement, il conviendrait d'analyser cette possibilité de report en s'inspirant de la littérature sur le stockage de matière première (cf. les travaux de Brian Wright, par exemple). La capacité de stocker des obligations contribue ainsi à la réduction de la volatilité de la valeur de l'actif en question, et indirectement, par les effets que nous venons de rappeler, sur la volatilité des matières premières.

D'autres effets peuvent être envisagés, plus indirects ou tenant compte des imperfections de marché :

- **un effet contrasté sur l'investissement (aversion au risque).** Globalement favorable à la demande, le mécanisme de *banking* favoriserait l'investissement des raffineurs qui seraient à même de lisser leur production jusqu'à un certain point. Cependant, l'offre pourrait être déstabilisée du fait d'une moindre prévisibilité annuelle de leur côté ;
- **un effet potentiellement très négatif de mauvaises anticipations.** On le voit, le mécanisme de certificats repose beaucoup sur des questions d'anticipation, et en ce sens des erreurs répétées d'anticipation pourraient même déstabiliser le marché du biocarburant en ajoutant aux chocs exogènes une volatilité endogène<sup>14</sup>. Une meilleure anticipation peut notamment passer par une information complète sur les stocks de certificats constitués : aux États-Unis par exemple, l'*EPA Moderated Transaction System* (EMTS) rend public les volumes de RIN générés chaque année – volumes dont on peut immédiatement déduire l'épargne par différence avec le mandat ;
- **un effet négatif d'une concurrence imparfaite.** En effet, si l'offre est en situation monopolistique, nous avons vu que la droite d'offre peut se déplacer jusqu'en haut du segment B, moyennant quoi la demande ne peut jamais épargner de RIN, parce que le monopoleur n'y a pas intérêt.

#### Encadré 2 - Quelques éclairages sur le cours récent des RINs, entre *banking*, *trading* et *blend wall*

Plusieurs facteurs expliquent les tensions récentes du marché des RIN éthanol (figure 6). D'abord, les prix des RIN ont fortement augmenté à mesure que les obligations devenaient contraignantes. Historiquement en effet, le marché de l'éthanol a été en situation de surplus jusqu'en 2012. Les volumes d'éthanol produits remplissaient sans encombre les objectifs assignés par RFS, ce qui s'est traduit par un prix des RIN éthanol extrêmement bas, reflétant le caractère alors peu contraignant des mandats d'incorporation et le niveau de « stock » de RIN éthanol disponibles.

Désormais, les objectifs contraignants du programme *Renewable Fuel Standards* limitent le nombre de RIN mis sur le marché.

L'essentiel des RIN sert aujourd'hui à l'atteinte des objectifs du programme, et sont apportés à l'EPA plutôt qu'échangés. De plus les acteurs anticipent le *blend wall*, ou mur de l'incorporation : ils craignent que les objectifs de RFS soient hors d'atteinte, c'est-à-dire que les quantités à produire soient supérieures à ce que le marché américain de l'essence peut absorber.

Enfin, la brutalité de la hausse (au premier semestre 2013) interroge et pourrait s'expliquer par des comportements spéculatifs (corroborés et causes de mouvements de marché fortement haussiers). De fait, le marché des RIN est désormais aussi un marché spéculatif (*cf. supra*).

14. Cf. les travaux dans la veine d'Ezekiel (1938)

Enfin, il n'est pas inintéressant d'envisager en théorie les effets conjugués des deux mécanismes de flexibilité étudiés ci-dessus. En règle générale, s'il y a beaucoup de certificats RIN en stock (« épargnés »), la dérogation fait double emploi ; mais au contraire quand le niveau d'épargne est bas, l'utilisation d'une telle dérogation peut avoir du sens. Ainsi le ratio de stock de certificats (le « RIN-to-use »), ou le prix de l'actif correspondant sont des indicateurs tout à fait pertinents, et dont dispose par exemple l'EPA aux États-Unis, pour évaluer le bien-fondé d'une politique de type *waiver*.

Cette analyse a permis de mettre en évidence les mécanismes à l'œuvre lorsqu'une politique de type mandats est mise en place et permet de souligner quelques considérations à prendre en compte pour qu'un allègement de la contrainte soit efficace. Les éléments à considérer pour estimer l'impact d'une potentielle flexibilisation des politiques de soutien sont les suivants.

Il s'agit tout d'abord des variables-clés qui vont dessiner, pour l'essentiel, les différents régimes de prix et leur positionnement respectifs :

- le caractère dissuasif de la « pénalité » ;
- le volume d'incorporation « obligatoire » ;
- la compétitivité relative du biocarburant par rapport au carburant fossile (donc le prix relatif du carburant fossile et des matières premières entrant dans la composition du biocarburant) ;
- le niveau du *blend wall* ;
- les contraintes capacitaires.

Mais il faut tenir compte tout autant, ce qui est rarement le cas dans la littérature, des imperfections de marché (anticipations et informations, degré de concurrence) ou d'éléments tels que l'aversion au risque. De fait, à l'exception des questions d'anticipation dans les approches de modélisation stochastique (cf. *infra*), ces éléments déterminants sont rarement intégrés aux différentes études empiriques qui ont étudié cette question et qui font l'objet de la partie suivante. Inversement, l'analyse de la littérature existante témoigne aussi des limites d'une approche telle que celle qui a été présentée jusqu'ici. En particulier, celle-ci ne tient pas compte de la volatilité des prix sur le marché du pétrole qui fait évoluer les courbes de demande mais aussi d'offre. D'autres déterminants n'ont par ailleurs pas été représentés comme l'importance des autres dispositions pouvant tamponner un éventuel choc sur l'offre. C'est notamment le cas du stockage. Plus fondamentalement, nous n'avons pas représenté dans ce qui suit, ni les marchés amont (matières premières agricoles), ni aval (distribution du biocarburant, mise à la pompe), non plus que les différents marchés liés (sous-produits par exemple). Enfin l'accent a été mis dans ce qui précède sur l'impact d'un choc sur l'offre (pic de prix) plus que sur la volatilité en tant que telle.

## 2.2. Ce que nous enseigne la littérature empirique

Les principaux éléments de compréhension étant posés, que nous enseigne la littérature empirique en termes d'impact de la rigidité et d'une éventuelle flexibilité des politiques de soutien sur la volatilité ?

Comme nous le verrons, cette question en particulier n'a fait l'objet que d'un nombre limité d'études. Avant d'explorer leurs approches et conclusions, il est indispensable de les replacer dans l'ensemble de la littérature dont elles sont directement issues : celle dédiée à l'impact des biocarburants sur les prix agricoles et alimentaires. Le nombre conséquent de travaux sur ce sujet nous conduit à privilégier les principales conclusions tirées de diverses revues de littérature récentes (principalement HLPE, 2013 ; IEEP, 2012 ; Janda *et al.*, 2012 ; Oladosu et Msangi, 2013 ; Zilberman *et al.*, 2013 ; Condon *et al.*, 2013).

### Un sujet relativement mal traité par une littérature pourtant très riche sur le sujet

Ces différentes revues pointent toutes l'importance de bien distinguer les différents travaux entre eux selon leurs objectifs premiers et leurs méthodes. Différentes typologies des travaux existants sont proposées. Ainsi, par exemple, le HLPE (2013) en distingue quatre : calculs économiques *ad hoc* (mini-modèles, calculs d'élasticités), analyse rétrospective des différents contributeurs à une hausse des prix passés, modèles structurels mondiaux, analyses statistiques des séries de prix

Janda *et al.* (2012) distinguent, pour leur part, les modèles structurels et les « formes réduites », les premiers étant basés sur la théorie économique alors que les seconds sont purement économétriques et s'attachent à l'analyse croisée de différentes séries de prix sans considération économique ou technologique explicite. À ces deux catégories, Hugo Valin (2012) et Condon *et al.* (2013) en ajoutent une troisième dans une typologie assez voisine en distinguant les modélisations stochastiques. Aussi distinguerons-nous avec ces auteurs trois types d'analyse différents, qui se traduisent par des modèles différents (cf. tableau 2). À noter que ces catégories ne sont pas complètement étanches : certaines méthodes employées peuvent parfois combiner des caractéristiques de plusieurs catégories.

Tableau 2 - **Typologie des études traitant de l'impact des biocarburants sur les prix agricoles**

<b>Catégorie 1</b>	<b>Étude de l'ajustement de long terme des prix</b> : l'analyse doit refléter la capacité d'absorption d'un choc majeur sur les marchés, un choc de demande en biocarburants (par exemple, mise en oeuvre des objectifs communautaires à l'horizon 2020, ou des objectifs d'incorporation américains à l'horizon 2022). Le plus souvent ces approches s'appuient sur des modèles structurels déterministes (équilibre partiel ou général) et s'intéressent au niveau de prix plus qu'à la volatilité.
<b>Catégorie 2</b>	<b>Volatilité de court terme</b> : l'analyse s'intéresse à la transmission de la volatilité d'un marché à un autre (liens entre le marché énergétique et le marché agricole en passant par celui des biocarburants). Des modèles économétriques étudient les co-mouvements de ces différentes séries de prix pour des pas de temps courts (jours, semaines, mois) en évaluant l'existence de relations structurelles entre ces séries et de possibles ruptures dans ces relations.
<b>Catégorie 3</b>	<b>Analyse des dynamiques des marchés à court terme (pas de temps annuel le plus souvent) suite à un (ou des) choc(s)</b> que celui-ci soit anticipé ou non (sécheresse mais aussi révision d'une politique publique). Plusieurs études s'appuient sur une modélisation stochastique (qui consiste schématiquement à faire tourner un grand nombre de scénarios sur un modèle d'équilibre partiel ou général adapté, avec des hypothèses implicites ou explicites sur les anticipations de ces différents scénarios, d'éventuels effets d'inerties). Condon <i>et al.</i> (2013) regroupe dans ce troisième ensemble d'autres travaux, non stochastiques mais intéressants eu égard à notre problématique.

Source : auteurs

La **première catégorie** est celle regroupant le plus grand nombre de travaux. Elle est également celle qui a été le plus relayée dans les multiples controverses sur l'impact des biocarburants sur les niveaux de prix ou la sécurité alimentaire. Eu égard à notre question, elle est pourtant celle qui apporte le moins de réponses. Des différentes revues de littérature citées, il est possible de dégager les conclusions suivantes.

La première est que la plupart des travaux, notamment ceux de la première période (2007-2010) et plus généralement ceux s'appuyant sur des modèles structurels (appartenant pour l'essentiel à la première catégorie citée ci-dessus) concluent à un effet net positif du développement des biocarburants sur les niveaux de prix.

En revanche l'importance de cet impact (en %) est extrêmement hétérogène. Cela s'explique par plusieurs facteurs. Le premier, très bien souligné par nombre d'études (FAO *et al.*, 2011 ; HLPE, 2011 et 2013 ; Ecofys, 2013 ; Figiel and Hamulczuk, 2012, etc.) est que les biocarburants sont loin d'être le seul facteur pouvant influencer la dynamique des prix agricoles. Le tableau 3 reprend ainsi les différents facteurs identifiés par Ecofys (2013).

Tableau 3 - **Facteurs pouvant expliquer une hausse du cours des matières premières agricoles**

Facteur	Sous-facteur
<b>Faiblesse des stocks</b>	Intégration accrue des marchés mondiaux, qui réduit le besoin de stocks domestiques Demande durablement supérieure à la production Faiblesse des investissements agricoles : - Cours trop bas des matières premières agricoles avant 2006 - Cours parfois inférieurs aux coûts de production ( <i>dumping</i> ) - Moindre soutien des pouvoirs publics (libéralisation des politiques agricoles) Variations de rendements Gaspillage alimentaire
<b>Baisse de l'offre</b>	Mauvaises récoltes (épisodes de sécheresse ou d'inondation) Baisse de l'aide agricole
<b>Hausse de la demande</b>	Croissance de la population et mutation des habitudes alimentaires vers un régime davantage carné Politiques de stocks stratégiques <sup>15</sup> Essor des biocarburants
<b>Hausse des coûts de production</b>	Prix du pétrole et du gaz Prix des intrants chimiques (engrais)
<b>Dynamiques de marché</b>	Spéculation Barrières commerciales Politiques de taux de change (dollar faible)

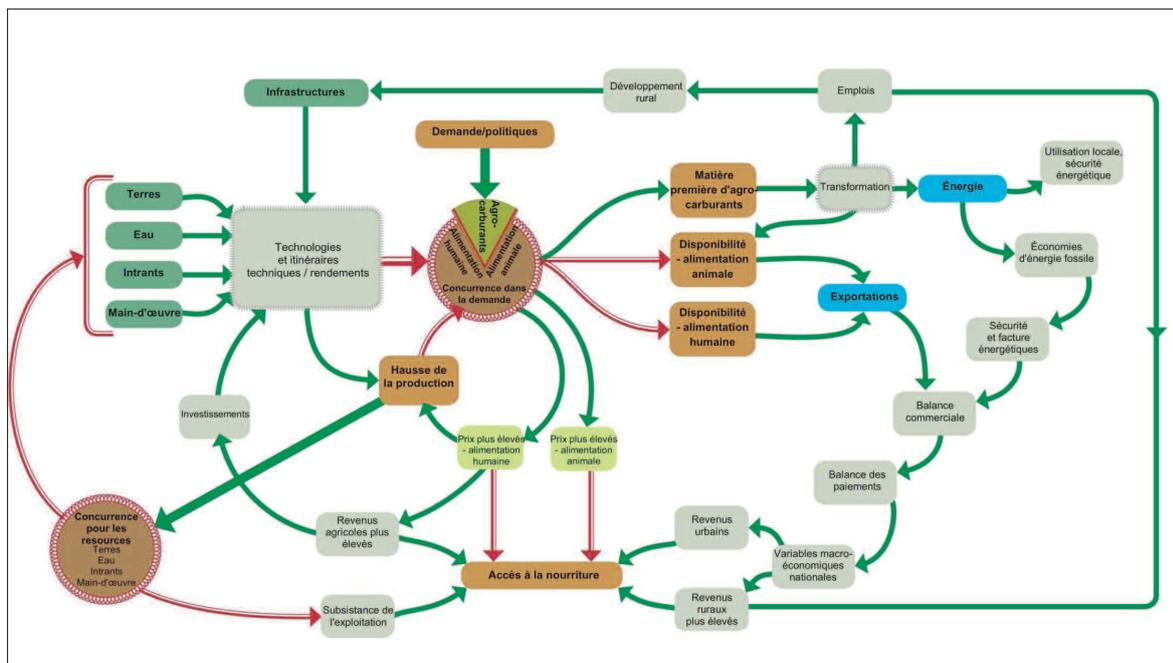
Source : tableau repris de l'étude d'Ecofys (2013) et adapté

Le rapport du HLPE (2013) souligne notamment la très grande difficulté qu'il y a à distinguer l'effet net de tel ou tel facteur tant ceux-ci sont interdépendants. La réalité des interactions directes et indirectes entre biocarburants et prix agricoles est bien plus complexe que les schémas stylisés utilisés dans la partie 2.1, comme l'illustre bien la figure 14. Tirée du rapport du HLPE, elle témoigne du nombre et de l'importance des effets indirects (substitution, rétroactions) qui supposent souvent une modélisation conjointe fine des autres

15. Comme on le voit, les facteurs sont parfois contradictoires entre eux, ce qui complique encore l'analyse

facteurs d'influence sur les prix, en particulier dans l'hypothèse où l'on souhaite démontrer la contribution relative des différents facteurs – une tâche que certains auteurs comme Brian Wright contestent par principe, mettant en avant que c'est l'étude de la conjonction, donc l'interrelation des facteurs (*perfect storm*) qui importe plus que l'étude de l'impact de chaque facteur pris isolément.

Figure 14 - Représentation des principales incidences et rétroactions dans les systèmes alimentaire, agricole et énergétique du fait de l'apparition de la demande d'agrocarburants



Une flèche verte/pleine entre A et B illustre des incidences « positives » (l'effet A accroît l'effet B). Une flèche rouge/dédoublee illustre des incidences « négatives » (l'effet A atténue/réduit l'effet B). Tout commence par la demande d'agrocarburants ou par les politiques qui lui sont associées, qui entraînent une concurrence accrue pour les produits, laquelle se traduit par des effets : 1) sur le système de production, notamment sous la forme d'une concurrence accrue pour les ressources (partie inférieure/gauche de la figure), 2) au sein des ménages, composés ou non d'agriculteurs (partie inférieure de la figure), 3) plus largement, sur le développement rural et sur les économies nationales (partie droite de la figure). L'intensité de chacune des incidences et boucles de rétroaction n'est pas illustrée. Il n'est pas non plus fait de distinction entre les incidences à long terme et les incidences à court terme.

Source : HLPE, 2013

Les résultats sont également très fortement dépendants des méthodes employées pour tenir compte de ces différents éléments. Condon *et al.* (2013) réalisent ainsi une méta-analyse qui permet de dégager les principales hypothèses méthodologiques expliquant les différences de résultats entre études.

Il ressort également de ces différentes revues que les travaux ont porté essentiellement sur les situations américaines (et essentiellement pour le marché du bioéthanol) et, mais dans une moindre mesure, européennes (IEEP, 2012). L'analyse des développements au Brésil, pourtant l'un des principaux pays producteurs, ou au niveau infracommunautaire, est encore limitée.

La question du pas de temps est également essentielle. Comme le rappelle le HLPE, la question de l'impact des biocarburants à court terme se pose de manière plus aiguë encore

que sur un temps plus long (HLPE, 2013). Condon *et al.* (2013) soulignent également que les études analysant les effets à court terme donnent des impacts (en termes de % de hausse de prix pour toute production d'éthanol supplémentaire) plus importants que les ajustements de long terme.

Ces différents éléments, parmi d'autres expliquent ainsi le spectre très large trouvé dans les différentes revues de littérature sur l'impact du développement des biocarburants sur les niveaux de prix. La plupart des revues montrent une fourchette allant de 0 - 1 % à près de 70 % (HLPE, 2013, Condon *et al.*, 2013). Oladosu et Msangi, 2013, soulignent que les effets pour les principales matières premières utilisées vont de 1 % à 51 % pour le maïs, de 1 % à 95 % pour les oléagineux, et de 1 % à 147 % pour le sucre de canne. Cependant ces auteurs soulignent, avec d'autres, que seul un très petit nombre d'études correspondent aux fourchettes hautes.

L'effet net des différentes politiques dans l'impact plus général du développement des biocarburants est en revanche souvent peu explicité (parfois même l'un est confondu avec l'autre) alors même que, comme cela a été rappelé en partie 2.1, l'impact des mécanismes de type mandat est extrêmement différent selon que ceux-ci sont effectivement contraignants ou non (même si, dans ce second cas, cela ne signifie nullement que l'effet net des mandats est nul). Seule une part bien plus faible de la littérature modélise de manière relativement précise les différentes politiques en place.

Ce même constat vaut également pour l'essentiel des travaux économétriques relevant de la deuxième catégorie (Serra, 2012 ; Zilbermann *et al.*, 2013 et Janda *et al.*, 2012 pour des revues de littératures récentes sur ces approches). L'étude des co-variations entre les séries de prix du pétrole, des matières premières agricoles et des biocarburants conduit, ici aussi, à des résultats contrastés.

Globalement, ces études s'accordent sur le fait que la corrélation entre les différentes séries de prix, notamment entre prix du pétrole et des matières premières agricoles s'est considérablement accrue depuis le milieu des années 2000 (Tyner, 2010), coïncidant avec la montée en puissance des biocarburants.

Cependant, certaines études divergent dans leurs conclusions. Alors que Serra *et al.* (2011) trouve l'existence d'une relation structurelle entre les différentes séries de prix ainsi que des déviations de court terme par rapport à cet équilibre, Zhang *et al.* (2010) ne détectent aucune tendance structurelle et peu sinon aucun effet à court terme.

La difficulté de conclure quant à un effet du développement des biocarburants sur la volatilité des prix agricoles à travers ce type d'approche est bien résumée par Serra (2012). L'auteur indique que celles-ci souffrent généralement de l'absence de modélisation explicite des mécanismes – dont les politiques de soutien – qui contribuent à ce nouveau régime de corrélations et de volatilité des différents prix. Zilberman *et al.* (2013) souligne également le caractère peu conclusif de cet ensemble de littérature et appelle ainsi à travailler non pas sur les covariations de prix mais sur l'étude des relations entre production de biocarburants et séries de prix pour dégager l'effet net des politiques de soutien. Les auteurs concluent à la faible capacité des approches économétriques, pourtant centrées sur l'étude des volatilités et variations de prix, à apporter des éclairages directs sur l'impact des politiques de soutien sur les prix des matières premières agricoles.

Toutefois, Janda *et al.* (2012) indiquent que des améliorations sont en cours sur ce sujet comme en témoigne notamment le *working paper* de Merkusheva et Rapsomanikis

(2014). Ces auteurs introduisent dans les analyses de cointégration plusieurs non-linéarités tenant compte de la contrainte d'incorporation minimale des mandats, mais aussi des contraintes physiques de type « *blend wall* ». Leur étude est une des premières sinon la première à introduire explicitement ces considérations. Elle conclut du reste que ce sont, sur le long terme, les prix du pétrole qui « tirent » les prix des céréales comme de l'éthanol mais que, à court terme, les différents « changements de régimes » peuvent effectivement se traduire par des ruptures dans ces différents équilibres de long terme qui lient les volatilités des différents prix. L'étude montre également que le retour au régime d'équilibre dépend fortement de l'importance du choc (passage d'un régime à un autre). Il s'agit d'une des rares études résolument économétrique explorant l'impact de la rigidité des mandats et des différents régimes de prix sur la volatilité des différents prix associés.

### **Quelques études apportent cependant des éclairages intéressants**

Ainsi, les principales revues de littérature traitant la question de l'impact des biocarburants sur les prix agricoles, qu'il s'agisse des approches de première ou de deuxième catégories, éclairent bien peu la question pourtant essentielle de l'impact de la rigidité actuelle des politiques de soutien (plus que du niveau de mandat) donc d'un possible assouplissement de celles-ci. Un certain nombre d'études, relevant pour la plupart de la catégorie 3, apportent cependant des éléments très intéressants sur cette question. Nous introduisons les résultats de certaines d'entre elles dans les paragraphes qui suivent.

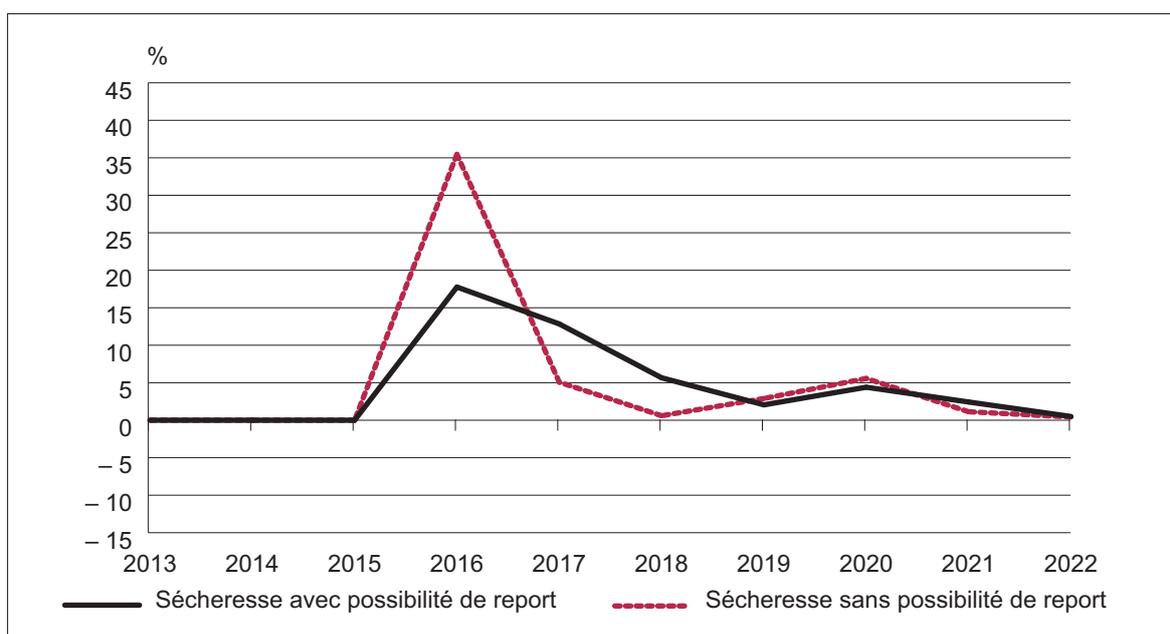
En recourant à une approche stochastique (catégorie 3), appuyée sur le modèle GTAP-BIO, Beckman *et al.* (2011) ont ainsi montré, en adéquation avec l'analyse fondamentale présentée en partie 2.1, que l'introduction de mandats fixes introduisait de fait un changement structurel dans les marchés agricoles avec deux effets sur la volatilité. D'une part, l'introduction de mandats contraignants atténue la sensibilité des marchés agricoles à la volatilité des produits pétroliers (élément que nous n'avons pas discuté en partie 2.1.) mais, inversement, elle renforce leur sensibilité à la survenue de chocs sur la production agricole.

Toujours dans une approche de « catégorie 3 », Verma *et al.* (2014) ont montré que le développement du marché de l'éthanol pouvait significativement contribuer à atténuer l'effet de volatilité occasionné par le changement climatique à moyen terme (ce point est également traité par d'autres auteurs, là aussi de manière contrastée - mais ce débat n'est pas le nôtre en l'occurrence). Ils soulignent cependant que cet effet n'est vrai que si ce développement est « *market-driven* » et pas « *mandate-driven* » (mandats contraignants). Dans le premier cas, le développement de l'éthanol pourrait réduire la volatilité à 2020 de 27 %, dans le second, l'augmenter de 54 %.

En 2011, Fuss *et al.* ont également eu recours à la modélisation stochastique sur la base du modèle GLOBIOM. L'étude introduit une variabilité des rendements des différentes céréales ce qui introduit un facteur de risque d'insécurité alimentaire qui est pris en compte même si les acteurs ne sont pas averses au risque en général. Les auteurs testent deux types de mandats, l'un rigide et l'autre plus flexible et concluent à un effet important de cette « flexibilisation » (volatilité pouvant être réduite de moitié selon les scénarios).

En 2013, dans son *Agricultural Outlook*, l'OCDE a cherché à analyser l'impact que pouvait avoir un autre type de flexibilité, celle consistant à pouvoir reporter d'une année sur l'autre, tout ou partie de la contrainte liée au mandat (flexibilité de type « *banking* »). Dans le cas simulé d'une sécheresse en 2016, ces possibilités de report conduisaient à diviser par deux le pic de prix engendré par l'évènement climatique simulé (figure 15).

Figure 15 - Effet d'un mécanisme de type banking lors d'une sécheresse « simulée » en 2016



Source : OCDE, 2013

Toutefois les études les plus intéressantes pour éclairer notre question ont été conduites dans la foulée de la sécheresse de 2012 aux États-Unis, alors que les autorités envisageaient justement de réviser à la baisse les objectifs d'incorporation.

On peut citer à ce titre l'étude de Babcock en 2012. Celui a réalisé plusieurs simulations pour estimer l'impact d'une dérogation (*waiver*). Certaines conclusions méritent d'être signalées. La première est que Babcock calcule un effet des plus limités sur le prix du maïs d'une telle dérogation alors même que la sécheresse est l'une des plus sévères connue aux États-Unis (- 0,28 \$ le boisseau pour un prix moyen hors flexibilité de 7 \$). Mais il précise aussi que ce faible impact tient à plusieurs circonstances bien particulières. Le premier est un niveau du prix de l'essence plutôt élevé ce qui rend le bioéthanol plus compétitif et atténue d'autant l'impact du *waiver*. Le second point, et sans doute le plus important, c'est que la possibilité de reporter d'une année sur l'autre une partie de l'obligation (stock cette année-là estimé à 2,4 milliards de gallons pour un mandat, de 13,2 milliards) constitue déjà une flexibilité suffisante. L'impact estimé de cette dernière est une baisse de plus de 90 centimes par boisseau. Ainsi, c'est bien l'existence d'un premier mécanisme de flexibilité (*le banking*) qui conduit l'auteur à conclure à l'inefficacité relative d'un second dispositif (*le waiver*).

Tyner et Taheripour (2012) arrivent à des conclusions finalement similaires (du point de vue de l'intérêt d'un *waiver*). Là aussi la complémentarité des deux modes de flexibilité est démontrée. Dans le cas le plus pessimiste (sécheresse très sévère), la combinaison d'une réduction d'un quart de l'obligation (*waiver*) et la mobilisation à 100 % des capacités de report existants conduit à réduire de 60 % l'augmentation du prix du maïs suite à l'aléa climatique. Dans le cas d'une sécheresse finalement plus modérée qu'annoncée, les auteurs trouvent que la même combinaison des deux leviers conduit à un prix inférieur à ce qu'il aurait été hors sécheresse.

Dans la veine de ces études suite à la sécheresse de 2012, il convient enfin de citer le travail de Roberts et Tran (2013). Ceux-ci ont introduit plusieurs éléments décisifs dans l'analyse de l'impact d'une dérogation en cas de choc sur l'offre, notamment les capacités de stockage. Les auteurs ont en effet adapté le modèle, classique, du stockage concurrentiel à l'introduction d'un *waiver* et ont ensuite testé deux modalités d'anticipations : anticipations rationnelles de cette dérogation, celui-ci étant automatiquement déclenchée à un prix du maïs prédéfini, et anticipations nulles (le *waiver* n'est pas anticipé par les agents économiques). Les auteurs montrent que cette question est effectivement d'une importance majeure : si l'impact sur les niveaux de prix du *waiver* est limité dans les deux cas (quelques cents seulement le boisseau), l'impact sur la volatilité lui est bien plus conséquent et significativement plus encore lorsque le *waiver* est correctement anticipé.

## Conclusion

Premier producteur mondial de biocarburants (principalement sous forme d'éthanol), les États-Unis soutiennent depuis les années 1970 le développement des biocarburants. Après avoir évolué au cours du temps, ce soutien se concentre aujourd'hui sur des objectifs d'incorporation annuels, fixés jusqu'en 2022, à travers un programme ambitieux, le *Renewable Fuel Standards* (RFS). Deux dispositifs majeurs apportant une certaine flexibilité à cette politique : le *waiver*, dérogation partielle ou totale aux objectifs prévus par le RFS, et les *Renewable Identification Numbers* (RIN) - avec deux mécanismes : le *banking*, qui permet à l'incorporateur (ou à l'importateur) de stocker des crédits d'incorporation (RIN) à hauteur de 20 % de son objectif annuel et donc d'abaisser le niveau de la contrainte l'année suivante, et le *trading*, qui donne à ces mêmes acteurs la possibilité d'échanger ces RIN sur des marchés dédiés pour vendre des crédits d'incorporation superflus ou s'en porter acquéreur.

Cependant ces dispositifs comportent certaines limites. La principale est actuellement structurelle. Il s'agit du *blend wall*, limite physique relevant de l'incapacité du marché américain à absorber des volumes croissants de biocarburants et qui a conduit à des demandes de dérogations (*waiver*) davantage structurelles (levée de la contrainte structurelle aval) que conjoncturelles (flexibilité dans le cadre d'une tension passagère sur l'amont agricole). Pour ce qui concerne les *Renewable Identification Numbers* (RIN), la flexibilité offerte en théorie par le *trading* joue moins à mesure que les objectifs d'incorporation progressent et se rapprochent ou dépassent le *blend wall*, épuisant structurellement les capacités de report. Quant aux marchés des RIN, ils sont sujets aujourd'hui à une financiarisation qui est susceptible de les déstabiliser.

Sur le plan de l'analyse économique, l'approche théorique proposée, en dépit de certaines simplifications (raisonnement en économie fermée, etc.), permet d'illustrer les impacts de dispositifs existants dont l'objectif est d'alléger la contrainte, à l'instar de ceux mis en œuvre aux États-Unis (*waiver*, *trading*, *banking*). L'analyse fondamentale met ainsi en évidence quelques variables-clés nécessaires à la compréhension du marché des biocarburants et de fonctionnement d'un dispositif de type « mandats » : caractère dissuasif de la pénalité, volume ou taux d'incorporation contraignant, compétitivité relative entre biocarburants et carburants fossiles, niveau du *blend wall* et contraintes capacitaires. Des exemples levant l'axiomatique standard de la concurrence pure et parfaite montrent également toute l'importance à accorder au contexte concurrentiel, aux enjeux d'anticipation des décisions prises et à l'aversion aux risques.

Du côté de la littérature académique, empirique et institutionnelle, le cas particulier des USA est particulièrement repris, tandis que les articles sur d'autres gros producteurs de biocarburants, comme le Brésil, sont bien moins nombreux. La revue de différents articles montre un grand nombre de publications dédiées à l'impact des biocarburants sur les prix agricoles et alimentaires. En revanche, peu d'entre eux intègrent l'étude de la mise en place de mécanismes de flexibilité allégeant la contrainte d'incorporation, ainsi que leur impact sur la volatilité des prix. La majorité des travaux se concentre sur le niveau des prix, sans toujours distinguer l'effet net des politiques publiques du développement des biocarburants. De plus, la grande diversité des méthodes employées et l'interdépendance de multiples facteurs, accroissent la difficulté à isoler l'effet propre, direct et indirect, des politiques de soutien aux biocarburants, une conclusion qui dépasse, du reste, le seul sujet des biocarburants.

Quelques études apportent toutefois des enseignements intéressants, et témoignent le plus souvent d'un potentiel non négligeable d'atténuation de la volatilité des prix agricoles par les mécanismes en vigueur aux États-Unis. Mais ces études n'intègrent jamais la totalité des facteurs et variables clés mis en évidence dans l'analyse théorique (par exemple,

l'introduction de l'aversion au risque). Les champs de recherche à explorer visant l'étude simultanée des mécanismes de flexibilité sur la volatilité des prix agricoles sont donc encore nombreux.

## Références bibliographiques

- Abbott P., 2014, « Biofuels, Binding Constraints, and Agricultural Commodity Price Volatility », in Chavas JP., Hummels D., Wright D. (dir), 2014, *The Economics of Food Price Volatility*, National Bureau of Economic Research, pp. 91 – 131.
- Babcock B., 2011, *The impact of US biofuel policies on agricultural price levels and volatility*, ICTSD Programme on Agricultural Trade and Sustainable Development, Issue Paper, 35.
- Babcock B., 2012, *Preliminary Assessment of the Drought's Impacts on Crop Prices and Biofuel Production*, CARD Policy Briefs.
- Babcock B., Pouliot S., 2014, *Feasibility and cost of increasing US ethanol consumption beyond E10*, CARD Policy Briefs.
- Bahar H., Sumicka J., Steenblik R., 2013, « Domestic incentive measures for renewable energy with possible trade implications », *OECD Trade and Environment Working Papers*, 2013/01, OECD Publishing, Paris.
- Beckman J., Hertel T., Taheripour F., Tyner W., 2011, « Structural change in the biofuels era », *European Review of Agricultural Economics*, pp. 1-20.
- Condon N., Klemick H., Wolverton A., 2013, « Impacts of Ethanol Policy on Corn Prices: A Review and Meta-Analysis of Recent Evidence », Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting, Washington, DC, August 4-6.
- Durham C., Davies G., Bhattacharyya T., 2012, *Can biofuels policy work for food security? An analytical paper for discussion*, DEFRA.
- de Gorter H., Just D.R., 2010, « The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy », *Applied Economic Perspectives and Policy*, 32, 1, pp. 4-32.
- Ecofys, 2013, *Biofuels and food security - Risks and opportunities*, Rapport commandité par ePURE.
- EurObserv'ER, 2013, *Baromètre biocarburants 2013*.
- Ezekiel M., 1938, « The Cobweb Theorem », *The Quarterly Journal of Economics*, 52, 2, pp. 255-280.
- FAO, OCDE et al., 2011, *Price Volatility in Food and Agricultural Markets: Policy Responses*, Policy Report, Annexe D.

- Figiel S., and M. Hamulczuk M., 2012, « Price Volatility and Price Risk in the Agro-food Markets and the Future Development of the Common Agricultural Policy », in *Proposals for CAP 2013+ and Competitiveness of Food Sector and Rural Areas*, Institute of Agricultural and Food Economics - National Research Institute, Varsovie.
- Fuss S., Havlik P., Szolgayova J., Obersteiner M., 2011, « A stochastic analysis of biofuel policies », In: U. Desideri, J. Yan (dir), 2011, *Energy Solutions for a Sustainable World - Proceedings of the Third International Conference on Applied Energy (ICEA2011)*, 16-18 May 2011, Perugia, Italy.
- Helming J., Pronk A., Woltjer G., 2010, *Stabilisation of the grain market by the flexible use of grain for bioethanol*, Wageningen UR.
- HLPE, 2011, *Volatilité des prix et sécurité alimentaire*, Rapport du Groupe d'Experts de Haut Niveau sur la Sécurité Alimentaire et la Nutrition.
- HLPE, 2013, *Biofuels and food security*, Report of the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition.
- IEEP, 2012, *EU Biofuel Use and Agricultural and Commodity Prices: A Review of the Evidence Base*
- Janda K., Kristoufek L., Zilberman D., 2012, « Biofuels: policies and impacts », *Agric. Econ. – Czech*, 58, pp. 372-386
- Johansson R., Meyer S., 2014, *RIN stocks Part I - Valuation*, farmdocdaily.
- Loria K., 2013, *Lowering Ethanol's Carbon Footprint with Energy Beets*, Ethanol Producer Magazine
- Merkusheva, N. and Rapsomanikis, G., 2014, « Nonlinear cointegration in the food-ethanol-oil system : evidence from smooth threshold vector error correction models », *ESA Working Paper N° 14-01*, Rome, FAO.
- Meyer S., Johansson R., Paulson N., 2013, *E85 and the blend wall*, Farmdocdaily, <http://farmdocdaily.illinois.edu/2013/10/e85-blend-wall.html>
- OECD-FAO, 2013, *Agricultural Outlook*.
- OCDE, 2014, *Measuring the incidence of policies along the food chain*, TAD/CA/APM/WP(2013)30/FINAL, Unclassified document
- Oladosu G., Msangi S., 2013, « A Review of Modeling Approaches and Findings », *Agriculture* 2013, 3, pp. 53-71.
- Overseas Development Institute (ODI), 2010, *Preparing for future shocks to international staple food price*.
- Roberts M. J., Nam Tran A., Klemick H., Wolverton A., 2013, *Conditional Suspension of the US Ethanol Mandate using Threshold Price inside a Competitive Storage Model*, Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting, Washington, DC, August 4-6, 2013.

- Serra T., Zilberman D., Gil J. M. , 2011, « Price volatility in ethanol markets », *European Review of Agricultural Economics*, 38, pp. 259-280.
- Serra T., 2012, *Biofuel-related price volatility literature: a review and new approaches*, unpublished.
- Tyner W.E., 2010, « The integration of energy and agricultural markets », *Agricultural Economics*, 41(6).
- Tyner W. E., Taheripour F., Hurt C., 2012, *Potential Impacts of a Partial Waiver of Ethanol Blending Rules*, 12.
- UK Government Office for Science, 2011, *Foresight Project on Global Food and Farming Futures – Synthesis Report C10: Volatility in food prices*.
- Valin H., 2012, *Biocarburants et prix des matières premières agricoles*, Groupe de travail GISA « Sécurité alimentaire et biocarburants », mai.
- Verma M., Hertel T., Diffenbaugh N., 2014, « Market-oriented ethanol and corn-trade policies can reduce climate-induced US corn price volatility », *Environmental Research Letters*, 9.
- Wright B., 2011, *Biofuels and Food Security: Time to Consider Safety Valves?*, IPC Policy Focus
- Yacobucci B., 2014, *Waiver Authority Under the Renewable Fuel Standard*, Congressional Research Service
- Zhang Z., Lohr L., Escalante C., Wetzstein M., 2010, « Food versus fuel: What do prices tell us », *Energy Policy*, 38, pp. 445-451.
- Zilberman D., Hochman G., Sexton S., Govinda T., 2013, « The Impact of Biofuels on Commodity Food Prices: Assessment of Findings », *American Journal of Agricultural Economics*, 95 (2), pp. 275-281.

# Usage des pesticides en agriculture : effets des changements d'usage des sols sur les variations de l'indicateur NODU

---

Nicolas Urruty<sup>1</sup>, Jean Boiffin<sup>2</sup>, Hervé Guyomard<sup>3</sup>, Tanguy Deveaud<sup>4</sup>

## Résumé

*D'après le suivi de l'indicateur NODU, la consommation française de produits phytosanitaires a peu évolué entre 2008 et 2012 avec cependant des variations interannuelles relativement importantes. Dans cet article, nous estimons puis analysons l'effet des changements d'usage des terres sur l'évolution du NODU de 1989 à 2012. À cette fin, nous avons développé une méthode d'estimation visant à relier le NODU aux changements d'usage des terres. Les résultats montrent que ces derniers ont eu peu d'impact sur le NODU de 2008 à 2012, les changements ayant eu principalement lieu à travers des substitutions entre cultures à intensité de consommation de pesticides voisine. Sur une plus longue période, les substitutions ont été différentes et leur impact sur l'utilisation globale des pesticides, plus important.*

## Mots clés

Pesticides, utilisation agricole des terres, indicateur, France

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que ses auteurs.**

1. Inra - Centre Siège - Unité CODIR - 147 rue de l'Université - 75007 Paris et Université de Poitiers (PRES France Centre Atlantique Université) - 15 rue de l'Hôtel Dieu - 86000 Poitiers.

2. Inra - Centre Angers-Nantes - 42 rue G. Morel BP 60057 - 49071 Beaucozédé Cedex.

3. Inra - Centre Siège - Unité CODIR - 147 rue de l'Université - 75007 Paris.

4. Inra - Centre Siège - Unité CODIR - 147 rue de l'Université - 75007 Paris et AgroParisTech - 16 rue Claude Bernard - 75005 Paris.

## Introduction

La France est le troisième consommateur mondial de produits phytopharmaceutiques (communément appelés phytosanitaires), derrière les États-Unis et la Chine, et le premier utilisateur européen (Zhang *et al.*, 2011)<sup>1</sup>. A l'issue du « Grenelle de l'environnement » en 2007, notre pays s'est donné comme objectif de réduire de 50 % en dix ans, si possible, sa consommation totale de produits phytosanitaires. Cet objectif s'est traduit par la mise en place en 2008 du Plan Ecophyto<sup>2</sup>, dont le premier axe de travail consiste à évaluer les progrès en matière de diminution de l'usage des produits phytosanitaires à l'aide d'un certain nombre d'indicateurs (Zahm, 2011). L'indicateur retenu pour le suivi global de cet usage est le « NOMBRE de Doses Unités » (NODU) (Pingault *et al.*, 2009). Déterminé à partir des déclarations obligatoires de vente des produits soumis à la redevance pour pollutions diffuses, le NODU exprime les quantités de produits phytosanitaires en termes de doses unitaires de substances actives appliquées. Il est calculé annuellement à l'échelle nationale mais, du fait de son mode d'obtention, ne peut être décomposé par culture. Les premiers résultats du suivi du plan Ecophyto, portant sur les années 2008 à 2012, montrent des fluctuations inter-annuelles du NODU de l'ordre de quelques pour cent (DGAL, 2012) et ne permettent pas de mettre en évidence aujourd'hui une tendance à la baisse ou à la hausse de la consommation globale de produits phytosanitaires depuis le début de la mise en œuvre du plan.

Les utilisations de produits phytosanitaires dépendent de facteurs eux-mêmes sujets à variations au cours du temps. Si on veut apprécier l'impact du plan Ecophyto, il faut identifier ces facteurs et analyser leur influence car certains peuvent interférer avec les évolutions engendrées par le plan lui-même, voire les masquer. Les facteurs les plus couramment invoqués sont la pression phytosanitaire exercée par les bio-agresseurs, qui varie notamment en fonction du climat, et les prix relatifs des produits végétaux et des intrants qui peuvent conduire les agriculteurs à se prémunir de façon plus ou moins précautionneuse contre les risques phytosanitaires. Un facteur moins souvent mis en exergue, et pourtant *a priori* important, est la répartition entre cultures de la surface agricole. En effet, compte tenu de la forte différenciation des régimes de protection phytosanitaire appliqués aux différentes cultures, et plus généralement aux différentes catégories d'usage de l'espace, aussi bien par la nature que par la quantité des produits phytosanitaires utilisés (Agréste, 2013b ; Butault *et al.*, 2010), l'occupation des sols au niveau de la ferme France est potentiellement un déterminant de premier ordre de la consommation de produits phytosanitaires. Au cours du temps, l'évolution de cette occupation du sol, en réponse notamment à la conjoncture économique et aux mesures de politiques agricoles et environnementales, est donc susceptible d'influencer la quantité de produits phytosanitaires utilisés de façon plus ou moins importante, selon la manière dont évoluent les surfaces consacrées à chaque type d'usage, et dont s'opèrent les substitutions entre cultures plus ou moins consommatrices de produits phytosanitaires. En plus de ce rôle direct, l'occupation des sols peut également impacter les risques phytosanitaires eux-mêmes, à travers l'incidence des successions culturales et des assolements sur le développement de certains bio-agresseurs, et ainsi jouer indirectement sur les fluctuations du NODU.

L'étude qui suit vise à évaluer l'effet direct des variations interannuelles de l'occupation des sols agricoles sur celles de la consommation totale de produits phytosanitaires à usage agricole en France métropolitaine, notamment pendant les cinq premières années d'application du plan Ecophyto. La démarche mise en œuvre consiste à déterminer pour

---

1. Les auteurs remercient la DGAL (et tout particulièrement Marie Luccioni) pour la fourniture des données relatives au calcul du NODU, ainsi que les différentes personnes sollicitées dans le cadre de cette étude et ayant accepté d'apporter leur expertise sur les programmes phytosanitaires : Bernard Couloume (Bayer CropScience), Franck Duroueix (Cetiom), Laurence Guichard (Inra), Manon Le Breton (Inra), Bernard Molot (IFV), Laurent Ruck (Cetiom) et Delphine Tailliez-Levebvre (Union InVivo).

2. <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto>

chaque culture un coefficient fixe d'usage des pesticides par unité de surface (exprimé en unités NODU par hectare), puis, à l'aide de ces coefficients et des statistiques d'occupation des sols, à reconstituer une évolution fictive du NODU qui ne reflète que les variations de surfaces des différentes cultures. Sur la période 2008-2012, elle peut être confrontée aux variations observées du NODU, la plus ou moins forte convergence de ces deux courbes étant révélatrice de l'incidence des variations d'occupation des sols sur celles du NODU observé. Au-delà de cet aspect conjoncturel, en élargissant la période d'examen des variations fictives du NODU, on peut apprécier l'impact sur la consommation de pesticides de variations d'occupation de sols résultant de mesures politiques ou de tendances économiques ayant eu dans le passé une influence notable sur les choix productifs des agriculteurs, i.e. les choix en matière de cultures. L'intérêt des résultats obtenus amène finalement à identifier les améliorations qui seraient à apporter à la démarche pour à la fois étendre et affiner son application, notamment en envisageant des scénarios prospectifs.

## 1. Matériel et méthode

### 1.1. Principes de la démarche

#### 1.1.1. Définition et calcul du NODU

Le NODU de la ferme France est calculé chaque année sur la base des ventes annuelles de produits phytosanitaires<sup>3</sup> en rapportant pour chaque substance active  $i$  les quantités totales de substances actives vendues ( $QSA_{i,t}$ ) pendant l'année  $t$  à une dose de référence dite « dose unité » ( $DUSA_i$ , cf. encadré 1), et en sommant les ratios ainsi définis sur l'ensemble des substances actives :

$$(1) \text{ NODU}_t = \sum \frac{QSA_{i,t}}{DUSA_i}$$

#### Encadré 1 - Méthode de calcul de la DUSA

La dose unité de référence  $DUSA_i$  par substance active est calculée en 2 étapes :

1) pour chaque substance active est sélectionnée une dose homologuée maximale par culture. En effet, pour chaque culture, il existe plusieurs produits contenant la même substance active et plusieurs bioagresseurs cibles possibles. De fait, plusieurs doses homologuées pour un même couple [substance active/culture] existent : par convention, c'est la plus grande de ces doses homologuées (tous produits et tous usages confondus) qui est sélectionnée ; c'est la dose homologuée maximale par culture.

2) puis, la  $DUSA_i$  finale (toutes cultures confondues) est calculée à travers la moyenne pondérée par les surfaces des doses homologuées maximales. En d'autres termes, la « dose unité » d'une substance active ( $DUSA_i$ ) correspond à la moyenne de toutes les doses homologuées maximales (une par culture), cette moyenne étant pondérée par les surfaces agricoles utiles des différentes cultures en 2008 (par convention). C'est cette  $DUSA$  finale qui est utilisée dans le calcul du NODU.

3. Pour plus de détails, se reporter à la note méthodologique du NODU éditée par le Ministère en charge de l'agriculture : [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Methode\\_Le\\_NODU\\_cle0c4d14.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Methode_Le_NODU_cle0c4d14.pdf)

Les « doses unité » sont propres à chaque substance active et constantes dans le temps. Elles permettent, pour chaque substance active, d'exprimer la quantité totale de cette substance consommée pendant l'année  $t$  en termes de nombre de doses unitaires appliquées. Ce faisant, le NODU permet de traduire l'intensité d'usage en pesticides indépendamment de la nature plus ou moins pondéreuse des substances actives qui composent les produits phytosanitaires. Ainsi, à titre d'exemple, le NODU permet de tenir compte des poids très différents de deux substances actives telles que le soufre et le quinoxylène, dont les doses unitaires maximales autorisées sont respectivement de 10 000 et 50 g/ha, en les exprimant toutes deux sous la forme d'un nombre d'applications.

Le NODU est une grandeur dimensionnelle et s'exprime en hectares. Il correspond au cumul des hectares que les quantités vendues permettent de traiter par une dose unité de substance active. Néanmoins, pour éviter la confusion avec les évolutions de surfaces exprimées en hectares, nous exprimerons les variations du NODU en termes d'« unités » (sous-entendu d'unités NODU).

### 1.1.2. Décomposition du NODU selon les différentes cultures traitées en France

Le calcul du NODU à partir des ventes de substances actives (cf. équation 1) ne permet pas de déterminer les contributions de chaque culture, puisque les utilisations ne sont pas enregistrées lors des ventes et qu'une même substance active peut être utilisée sur différentes cultures<sup>4</sup>. Pour capturer les effets sur le NODU des variations de l'occupation des sols et des modifications des pratiques de protection phytosanitaire utilisées sur les différentes cultures, il conviendrait de pouvoir calculer le NODU de façon alternative en le reliant directement aux surfaces consacrées à chaque culture et aux utilisations de produits phytosanitaires sur ces surfaces, selon l'écriture suivante :

$$(2) \text{NODU}_t = \sum_k \text{NODU}_{k,t} = \sum_k \alpha_{k,t} \cdot S_{k,t}$$

où  $k$  est l'indice de la culture et  $\text{NODU}_{k,t}$  est le NODU de la culture  $k$  pour l'année  $t$  calculé comme le produit du coefficient d'intensité d'usage en pesticides de cette culture  $k$  pendant l'année  $t$  ( $\alpha_{k,t}$ ) par les surfaces consacrées à cette culture  $k$  pendant la même année  $t$  ( $S_{k,t}$ ).

Les informations sur les surfaces annuelles des différentes cultures sont disponibles dans les statistiques publiques (Agreste, 2012), ce qui n'est pas le cas des coefficients d'intensité d'usage en pesticides. Les Indices de Fréquence de Traitement (IFT) par culture estimés à partir des enquêtes « Pratiques Culturelles » de 2011 (Agreste, 2013b) ne donnent pas directement accès aux coefficients  $\alpha_k$  car ils sont calculés à partir des doses de produits commerciaux appliquées et non sur la base des quantités de substances actives utilisées : quand un produit phytosanitaire appliqué au niveau de sa dose homologuée<sup>5</sup> contient plusieurs substances actives, chaque application de ce produit contribue, plus ou moins, à un point d'IFT, mais potentiellement à plusieurs unités NODU (Pingault *et al.*, 2009). Nous avons donc retenu ici une approche simplifiée consistant à calculer des coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides pour chaque culture à dire d'experts, sur la base de leur

4. C'est le cas, par exemple, du soufre qui peut être utilisé à la fois sur le blé pour lutter contre l'oïdium, sur la vigne pour lutter contre le mildiou et l'oïdium, sur le pommier pour lutter contre la tavelure, etc.

5. Chaque produit phytosanitaire autorisé à l'emploi en France est caractérisé par une dose homologuée qui correspond la dose efficace d'application d'un produit sur une culture et pour un organisme cible donnés. Pour un même produit, elle peut donc varier selon les cultures et les bioagresseurs cibles (ACTA, 2013).

connaissance des traitements phytosanitaires appliqués habituellement sur chaque culture. Ces coefficients sont propres à chaque culture mais arbitrairement considérés comme constants dans le temps. Ils permettent de calculer un NODU [surfaces], indicateur dont les variations dans le temps ne dépendent que des évolutions des surfaces consacrées à chaque culture, puisque les utilisations unitaires (*i.e.* par hectare) de produits phytosanitaires sont ici supposées constantes pour une culture donnée. Ce NODU [surfaces] est défini par l'équation suivante :

$$(3) \text{ NODU [surfaces]}_t = \sum_k \alpha_k \cdot S_{k,t}$$

où  $\text{NODU [surfaces]}_t$  est le NODU [surfaces] à la date  $t$ , et  $\alpha_k$  est le coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides de la culture  $k$  (exprimé en unités NODU par hectare)<sup>6</sup>. Ainsi défini et construit, le NODU [surfaces] capture l'influence des variations de surfaces consacrées aux différentes cultures sur la consommation totale de produits phytosanitaires.

## 1.2. Estimation des coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides par culture

Calculer le coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides d'une culture donnée consiste à déterminer le nombre de doses unitaires de substances actives appliquées annuellement en moyenne sur un hectare de cette culture. L'estimation de ce coefficient repose sur 1) l'identification des principaux programmes de traitement phytosanitaire utilisés sur cette culture et 2) l'estimation de leur importance relative mesurée en termes de parts de la surface totale de la culture traitées suivant chaque programme. Ce travail d'identification et d'estimation a été réalisé à partir d'une revue de la littérature technique (guides techniques édités par les coopératives agricoles<sup>7</sup> et les instituts techniques agricoles<sup>8</sup>), et de dires d'experts recueillis par interview.

Une autre approche eût été possible sur la base des informations et des données collectées dans le cadre des enquêtes « Pratiques Culturelles » de 2011. Cette approche alternative aurait permis d'estimer les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides de chaque culture ( $\alpha_k$ ) de façon plus précise – mais seulement s'il était possible de considérer que les régimes de protection de chaque culture utilisés en 2011 correspondaient effectivement à des régimes de protection moyens, *i.e.* mis en œuvre dans des conditions pédologiques, climatiques, économiques, etc. moyennes. En outre, cette alternative aurait exigé des temps de recueil et de traitement des données nettement plus longs. L'objectif premier de notre travail est d'évaluer le sens et l'ampleur des variations du NODU qu'il est possible d'attribuer aux variations de la surface agricole totale et de la répartition de cette dernière entre les différentes cultures ; il n'est pas de reproduire avec précision les variations du NODU observé. Dans ce contexte, l'important était alors de développer une méthode d'estimation des coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides applicable à chaque culture, au minimum à chaque culture d'importance, en prenant garde d'introduire des biais de traitement analytique et statistique entre cultures. Il nous semble que l'approche à dire d'experts apporte cette garantie, tout en étant non spécifique à une année donnée et en outre, plus facile à mettre en œuvre.

6. Comme indiqué *infra*, les variations du NODU à la fin de la sous-section 2.1.1, les variations du NODU sont exprimées en termes d'unités NODU. Il en est de même pour le NODU [surfaces]. Les coefficients moyens d'intensité d'usage de pesticides de chaque culture sont donc exprimés en nombres de dose unité.

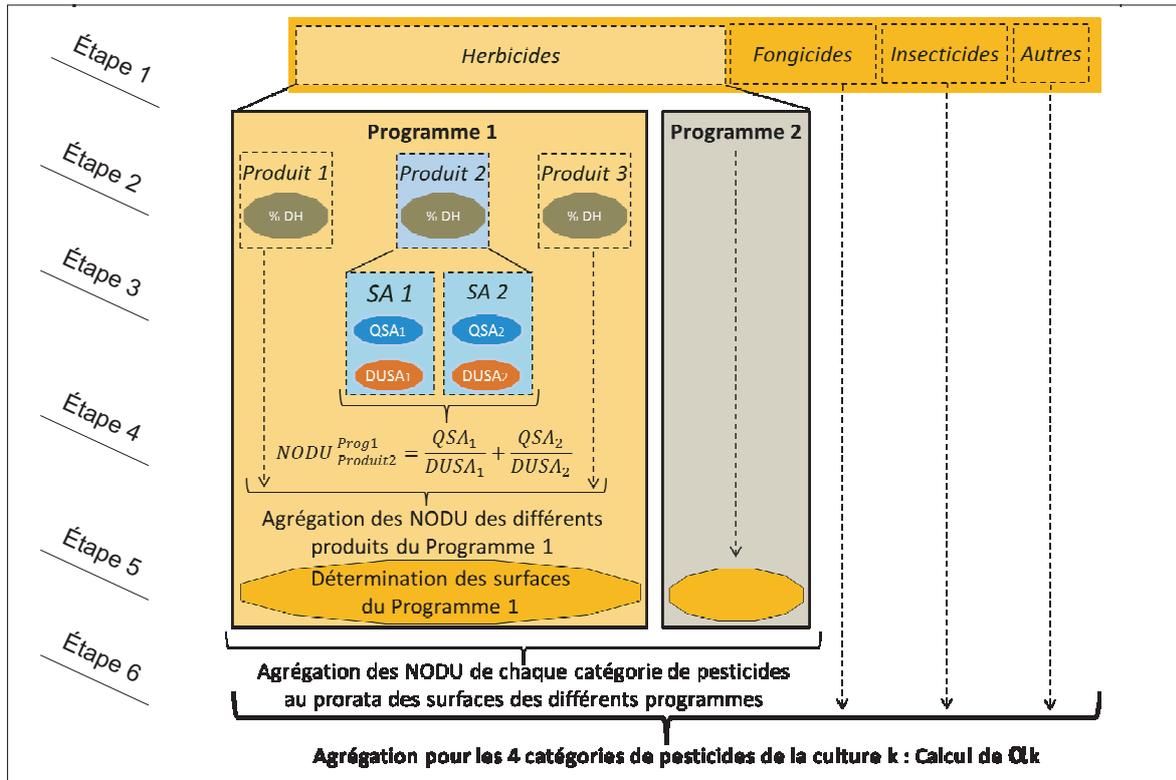
7. Interval (Guide cultural 2012), Groupe Capel (Guide Vigne 2013), Champagne Céréales (Guide de protection des cultures 2012), EMC2 (Guide technique d'agriculture raisonnée 2013), Comptoir agricole (Guide technique 2013).

8. Arvalis - Institut du Végétal (Guides Choisir) et Cetiom (Guide de culture du colza 2012).

La démarche utilisée peut être décomposée en six étapes illustrées sur la figure 1 :

- étape 1 : pour chaque culture, détermination des principaux programmes de traitement phytosanitaire utilisés par grande catégorie de pesticides (herbicides, fongicides, insecticides, et une dernière catégorie résiduelle composée de régulateurs de croissance et de molluscicides) ;
- étape 2 : caractérisation de chaque programme de traitement retenu sur la base des principaux produits phytosanitaires qui le composent, et de leurs niveaux d'utilisation en référence à la dose homologuée (pleine dose, demi-dose, etc.) ;
- étape 3 : la composition en substances actives de chaque produit phytosanitaire étant connue, détermination pour chaque programme des quantités moyennes des différentes substances actives appliquées à l'hectare ;
- étape 4 : calcul du nombre d'unités NODU de chaque programme de traitement en rapportant les quantités de substances actives déterminées à l'étape 3 à leur dose unitaire de référence (DUSA<sub>i</sub>) ;
- étape 5 : pour chaque culture, détermination des importances relatives de chaque programme de traitement ainsi identifié à partir d'avis d'experts. Ces importances relatives sont mesurées par les parts des surfaces traitées selon chaque programme dans la surface totale consacrée à la culture considérée ;
- étape 6 : calcul, en combinant les informations des étapes 4 et 5, des coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides de la culture considérée.

Figure 1 - Description schématique des différentes étapes suivies pour la fixation des coefficients moyens d'intensité d'usage des pesticides par culture



Légende : % DH représente pour chaque produit phytosanitaire, la proportion de dose homologuée utilisée lors d'une application moyenne par hectare ; QSA<sub>i</sub> est la quantité moyenne de la substance active i (en kg/ha) appliquée ; DUSA<sub>i</sub> est la dose « unité » de la substance active i ; et  $NODU_{Programme1}^{Produitj}$  est le nombre d'unités NODU correspondant à l'application du produit j dans le programme l.

Source : auteurs

Les informations mobilisées ci-dessus pour calculer les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides des différentes cultures (coefficients  $\alpha_k$ ) peuvent également être mises à profit pour calculer les IFT des différents programmes de traitement identifiés à dire d'experts. Pour les différents programmes de traitement herbicides, fongicides, insecticides ou autres appliqués sur une culture donnée, nous avons donc calculé un IFT « simulé » en rapportant les doses utilisées de chaque produit composant le programme de traitement considéré à sa dose de référence<sup>9</sup>. Les IFT ainsi simulés pour les différentes cultures peuvent alors être comparés aux IFT dits « observés » fournis par l'enquête sur les Pratiques Culturelles de l'année 2011 (Agreste, 2013b), en distinguant les IFT « partiels » correspondant aux quatre grandes familles de pesticides. En dépit des différences méthodologiques entre notre approche à dire d'experts et celle utilisée dans le cadre des enquêtes sur les Pratiques Culturelles, nous avons considéré que si, pour une culture et une catégorie de pesticides données, IFT « simulés » et IFT « observés » sont voisins, alors nous pouvons faire l'hypothèse que les principaux programmes de traitement identifiés par les experts représentent de façon satisfaisante, eu égard à l'objectif de l'étude, l'ensemble des traitements phytosanitaires mis en œuvre en pratique. Inversement, si IFT « simulés » et « observés » sont sensiblement différents, les principaux programmes de traitement identifiés et/ou les pondérations qui leur sont affectés ne sont pas quantitativement représentatifs de la réalité des traitements phytosanitaires appliqués aux cultures correspondantes. Dans ce cas, les répercussions des évolutions de surfaces risquent d'être sous- ou surévaluées. Afin de réduire le biais introduit par cet éventuel écart, les coefficients moyens d'intensité d'usage correspondants obtenus à l'issue des étapes 1 à 6 ci-dessus sont corrigés en multipliant les coefficients bruts de l'étape 6 par un facteur correctif égal au ratio de l'IFT « observé » sur l'IFT « simulé ». *In fine*, ce sont ces coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides des différentes cultures ainsi corrigés, qui sont utilisés pour calculer le NODU [surfaces].

### 1.3. Cultures prises en compte

La procédure d'estimation à dire d'experts décrite dans la section 2.2. ci-dessus a été appliquée à sept cultures (blé tendre, blé dur, orge d'hiver, maïs grain, maïs fourrage, colza et vigne) qui représentent, en 2012, 41 % de la Surface Agricole Utile (SAU) de l'Hexagone mais près de 75 % des utilisations des produits phytosanitaires d'après les résultats de notre étude. Les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides de l'orge de printemps, du triticale, du tournesol, du pois protéagineux, de la betterave à sucre et de la pomme de terre ont été déterminés de façon plus sommaire : pour chacune de ces six cultures, le coefficient moyen d'intensité d'usage en herbicides, fongicides, insecticides ou autres pesticides a été fixé à partir des résultats des sept premières cultures étudiées, d'abord en calculant, pour ces sept cultures et pour chaque catégorie de pesticides le ratio moyen des coefficients  $\alpha_k$  sur IFT « observés », puis en appliquant ce ratio moyen aux IFT « observés » des six nouvelles cultures. Les cultures fruitières et légumières n'ont pas été prises en compte dans l'étude, faute de pouvoir leur appliquer soit la procédure complète de la section 2.2., soit la procédure simplifiée décrite ci-dessus, car les IFT « observés » à partir des enquêtes sur les Pratiques Culturelles pour les fruits et légumes n'étaient pas encore disponibles quand nous avons réalisé les calculs nécessaires à l'étude. Enfin, nous avons fixé à zéro les coefficients  $\alpha_k$  des surfaces toujours en herbe, des prairies temporaires et des jachères.

9. Pour le calcul de l'IFT, la dose de référence d'un produit phytosanitaire correspond, pour chaque culture, à la plus petite dose homologuée parmi les différentes cibles possibles.

## 2. Résultats et discussion

### 2.1. Coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides des cultures

La figure 2 présente les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides (coefficients  $\alpha_k$ ) des 13 principales cultures de France métropolitaine, estimés selon les deux procédures mentionnées précédemment, ainsi que les IFT observés correspondants. Cette même figure 2 fait également apparaître les IFT « partiels » correspondant aux 4 catégories de pesticides (herbicides, fongicides, insecticides et autres pesticides), ainsi que les  $\alpha_k$  « partiels » lorsqu'ils sont estimés selon la procédure à dire d'experts.

Le tableau 1 présente en outre, pour les 7 cultures traitées selon la procédure à dire d'experts, les différences entre les IFT « simulés » et les IFT « observés » pour chaque catégorie de pesticides et le ratio correspondant (IFT « simulé » sur IFT « observé »). Les résultats du tableau 1 valident l'approche à dire d'experts dans la mesure où les IFT « simulés » apparaissent proches des IFT « observés ». Toutefois, les rapports des IFT « simulés » sur les IFT « observés » des différentes catégories de pesticides étant souvent différents de l'unité, l'utilisation du facteur correctif décrit dans la section 2.2., est justifiée.

Les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides (toutes catégories confondues) estimés selon la procédure à dire d'experts (cultures indexées (a) dans la partie supérieure de la figure 2) varient fortement selon les cultures, de 2,3 unités NODU par hectare pour le maïs fourrage à 11,7 unités NODU par hectare pour la vigne, reflétant en cela la diversité des niveaux de protection phytosanitaire selon les cultures. Alors que le maïs fourrage n'est traité quasi-exclusivement que par des herbicides (coefficient moyen égal à 2,2), la protection de la vigne est assurée par des herbicides (0,6), des insecticides (1,1) et surtout, de façon très majoritaire, des fongicides (10,1). Le coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides du maïs grain est légèrement supérieur à celui du maïs fourrage (2,6 vs 2,3). Dans les deux cas, les pesticides utilisés sont très majoritairement des herbicides. Les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides du colza et des trois céréales (blé tendre, blé dur et orge d'hiver) sont du même ordre de grandeur (5,0 pour le colza et entre 4,5 et 5,6 pour les 3 céréales). Les traitements herbicides et fongicides dominent largement dans les cultures céréalières alors que la protection phytosanitaire du colza est plus équilibrée entre traitements herbicides, fongicides et insecticides.

Les coefficients moyens d'intensité d'usage de pesticides estimés à partir des IFT « observés » (cultures indexées (b) sur la figure 2) sont eux aussi très variables (de 2,5 pour le triticale à 18,1 pour la pomme de terre). Comme dans le cas précédent, on retrouve une forte variabilité des profils de contribution des différentes catégories de pesticides à l'IFT total, variabilité illustrée par le contraste entre, d'une part, le tournesol pour lequel prédominent les herbicides et, d'autre part, la pomme de terre pour laquelle prédominent les fongicides.

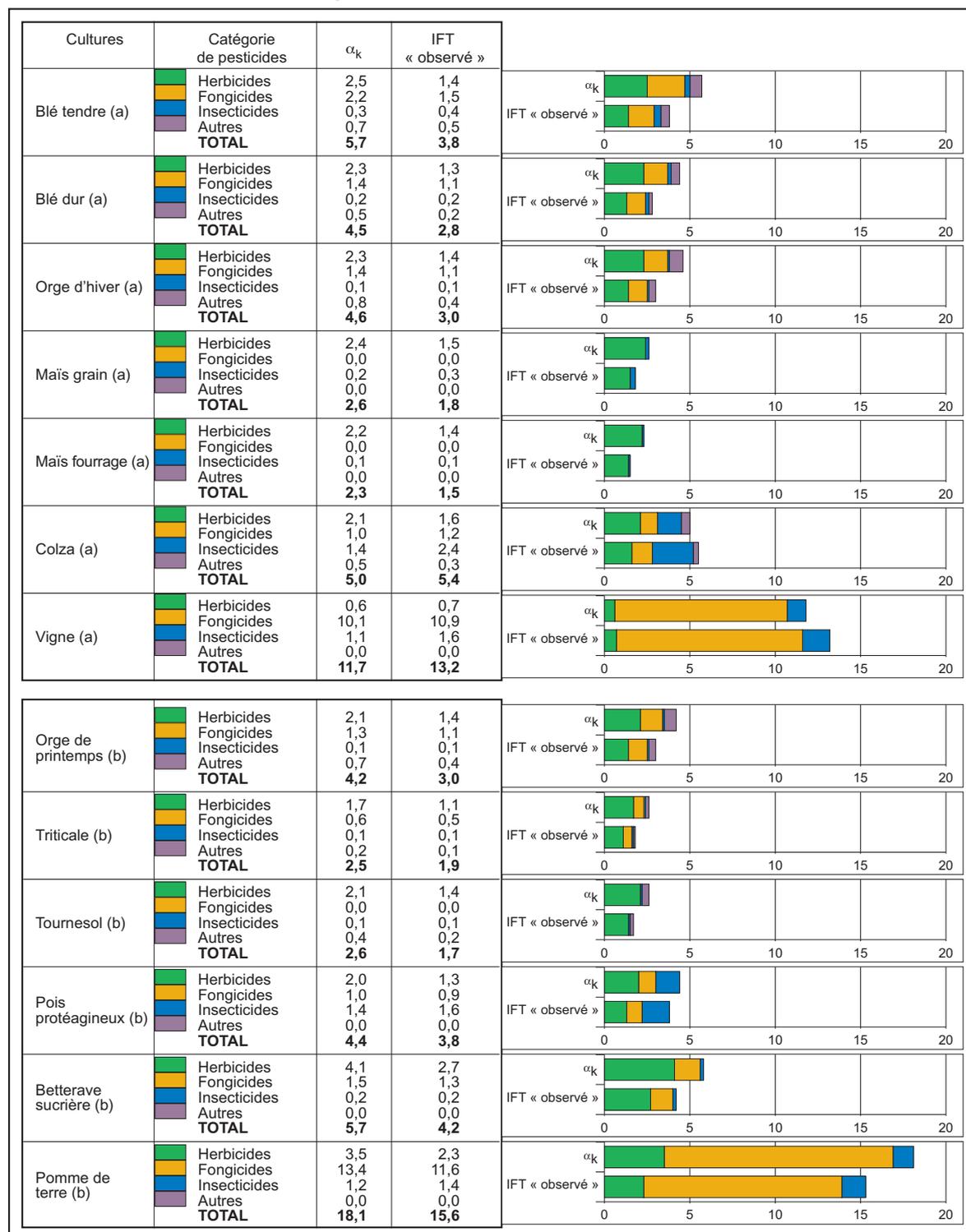
Les coefficients  $\alpha_k$  estimés à dire d'experts (partie supérieure de la figure 2) sont en tendance plus élevés que les IFT « observés » correspondants. Cela tient au fait que chaque apport de substance active incrémente les coefficients  $\alpha_k$  alors que ce sont les apports de produits commerciaux (qu'ils contiennent une ou plusieurs substances actives) qui incrémentent les IFT. Pour les apports de produits incluant plusieurs substances actives, l'incrémentation des coefficients  $\alpha_k$  est donc plus forte que celle des IFT.

**Tableau 1 - Comparaison des IFT « simulés » selon l'approche à dire d'experts et des IFT « observés » à partir des enquêtes sur les Pratiques Culturelles de 2011, et calcul du ratio IFT « simulé » sur IFT « observé » (approche à dire d'experts)**

Cultures	Catégorie de pesticides	IFT « simulé »	IFT « observé »	Ratio IFT « simulé »/ IFT « observé »
Blé tendre	Herbicides	1,4	1,4	1,0
	Fongicides	2,0	1,5	1,3
	Insecticides	0,4	0,4	1,0
	Autres	0,7	0,5	1,4
	<b>TOTAL</b>	<b>4,4</b>	<b>3,8</b>	<b>1,2</b>
Blé dur	Herbicides	1,4	1,3	1,1
	Fongicides	1,3	1,1	1,2
	Insecticides	0,3	0,2	1,5
	Autres	0,2	0,2	1,0
	<b>TOTAL</b>	<b>3,2</b>	<b>2,8</b>	<b>1,1</b>
Orge d'hiver	Herbicides	1,1	1,4	0,8
	Fongicides	1,4	1,1	1,3
	Insecticides	0,1	0,1	1,2
	Autres	0,8	0,4	2,0
	<b>TOTAL</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>1,1</b>
Maïs grain	Herbicides	1,7	1,5	1,1
	Fongicides	0,0	0,0	-
	Insecticides	0,3	0,3	1,0
	Autres	0,0	0,0	-
	<b>TOTAL</b>	<b>2,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>
Maïs fourrage	Herbicides	1,7	1,4	1,2
	Fongicides	0,0	0,0	-
	Insecticides	0,1	0,1	1,0
	Autres	0,0	0,0	-
	<b>TOTAL</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>
Colza	Herbicides	1,8	1,6	1,1
	Fongicides	1,3	1,2	1,1
	Insecticides	3,0	2,4	1,3
	Autres	0,4	0,3	1,3
	<b>TOTAL</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>1,2</b>
Vigne	Herbicides	1,1	0,7	1,6
	Fongicides	11,3	10,9	1,0
	Insecticides	2,0	1,6	1,3
	Autres	0,0	0,0	-
	<b>TOTAL</b>	<b>14,4</b>	<b>13,2</b>	<b>1,1</b>

Source : auteurs

Figure 2 - Coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides ( $\alpha_k$ ) et Indices de Fréquence de Traitement (IFT « observés »)<sup>13</sup> pour les 13 principales cultures de la France métropolitaine



Légende : (a) coefficient  $\alpha_k$  calculé selon la procédure à dire d'experts (cf. section 2.2) et (b) coefficient  $\alpha_k$  calculé à partir des IFT « observés » (cf. section 2.3)

Source : auteurs

L'écart entre le coefficient  $\alpha_k$  estimé et l'IFT « observé » correspondant est néanmoins variable ; dans le cas du colza et de la vigne il est même inversé, l'IFT étant alors légèrement supérieur au coefficient  $\alpha_k$ . Cette diversité de comportements a deux origines principales :

- d'une part, le poids relatif des différentes catégories de pesticides dans le régime de protection appliqué à la culture : c'est surtout dans les cas des herbicides et des fongicides que les produits commerciaux contiennent plusieurs substances actives, les produits insecticides étant le plus souvent composés d'une seule substance active. Les régimes de protection à prédominance d'herbicides et/ou de fongicides (cas des céréales à paille) correspondent donc à une forte supériorité des  $\alpha_k$  sur les IFT ;
- d'autre part, la modalité de calcul du coefficient  $\alpha_k$  à partir d'une référence identique pour toutes les cultures pour une substance active donnée, la DUSA<sub>i</sub>. En effet, si cette substance active est autorisée à des doses différentes dans des produits commerciaux homologués pour deux cultures différentes, l'application d'une dose homologuée de chaque produit incrémentera l'IFT d'un point dans chaque cas, mais le coefficient  $\alpha_k$  augmentera de façon différenciée : son accroissement sera plus élevé pour la culture sur laquelle la quantité de substance active appliquée est plus importante.

Ainsi, le comportement particulier du colza s'explique à la fois par l'importance des insecticides dans le régime de protection phytosanitaire qui lui est appliqué, et par le fait que les substances actives contenues dans les produits autorisés pour cette culture sont souvent homologuées à des doses plus faibles que dans le cas des céréales. L'écart constaté pour la vigne entre le coefficient  $\alpha_k$  et l'IFT « observé » relève des mêmes explications : parmi les fongicides utilisés pour lutter contre l'oïdium, les produits sont majoritairement composés d'une seule substance active et homologués à des doses le plus souvent inférieures à celles appliquées aux céréales.

Compte tenu de ces résultats, il apparaît que la procédure simplifiée appliquée aux six autres cultures de la figure 2, consistant à appliquer un ratio uniforme<sup>10</sup> aux IFT « observés » pour en déduire les coefficients  $\alpha_k$ , devrait être remplacée par la procédure à dire d'experts utilisée pour les sept premières cultures<sup>11</sup>. En effet, si les ratios des coefficients  $\alpha_k$  sur les IFT « observés » sont comme dans le cas des sept premières cultures étudiées différents selon les cultures, le fait de considérer arbitrairement un ratio identique peut fausser l'estimation des variations du NODU résultant des variations de surfaces affectées aux différentes cultures. Cependant, comme les six cultures auxquelles cette procédure simplifiée a été appliquée ne représentent au total qu'environ un quart du NODU, l'éventuel biais induit n'est pas susceptible d'altérer l'allure générale des variations du NODU total.

10. Les ratios uniformes appliqués aux 6 cultures indexées (b) dans la partie inférieure de la figure 2 sont égaux à 1,4 pour les herbicides, 1,1 pour les fongicides, 0,9 pour les insecticides et 1,9 pour la catégorie des autres produits phytosanitaires.

11. Il s'agira d'un approfondissement naturel de la présente étude.

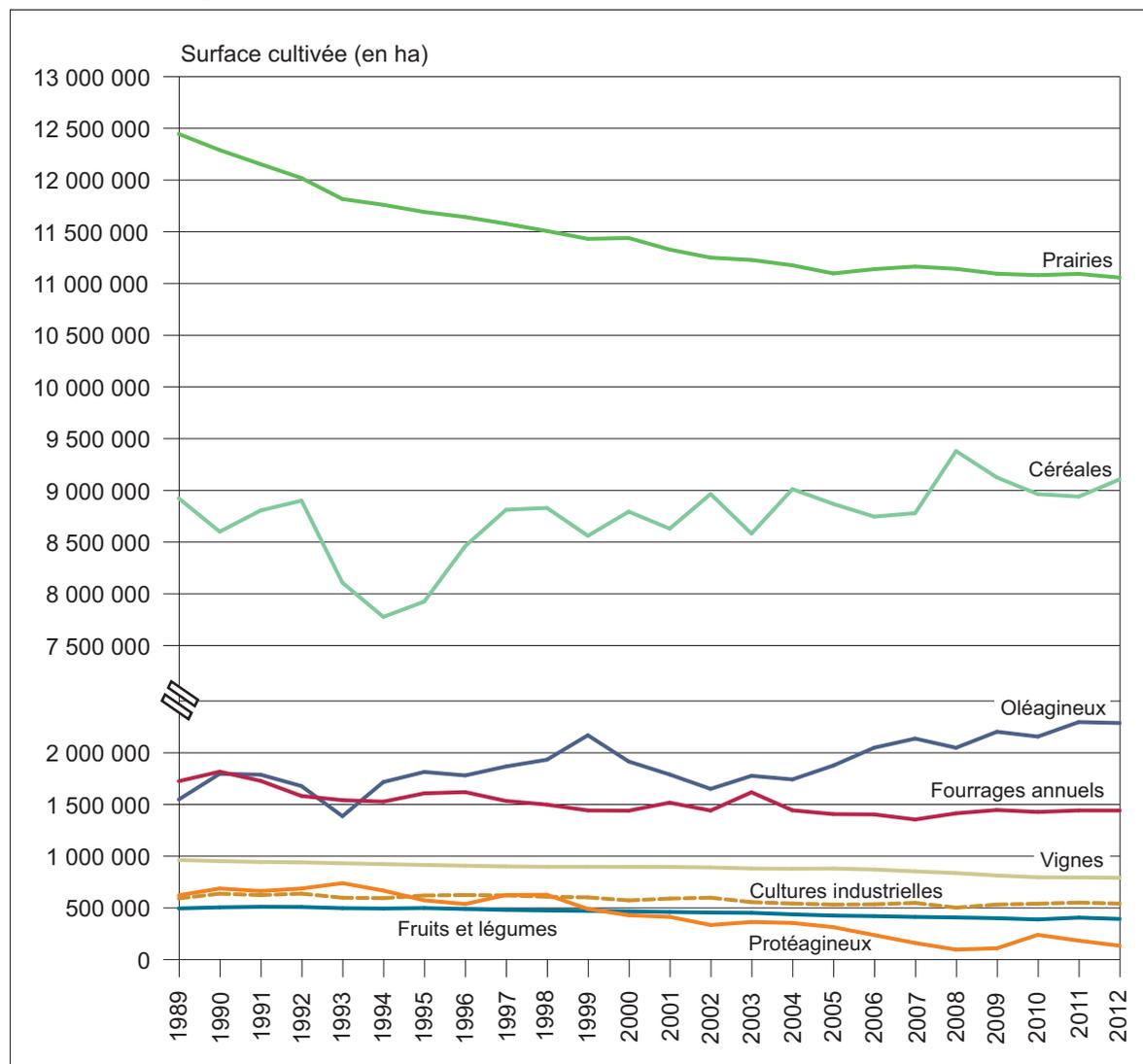
## 2.2. Évolution de l'occupation agricole des terres

### 2.2.1. Surfaces affectées aux différentes cultures

La figure 3 présente les évolutions des surfaces consacrées aux différentes cultures ou groupes de cultures en France hexagonale sur la période 1989-2012. Sur la période considérée, la SAU de l'Hexagone a diminué de 1,9 million d'hectares.

Les cultures dont les surfaces ont diminué depuis 1989, sont en premier lieu les surfaces toujours en herbe (diminution de 2 millions d'hectares entre 1989 et 2012, soit une baisse équivalente à celle de la SAU totale) dont le recul s'explique par la déprise agricole dans des zones difficiles (Lee and Slak, 2007) ou la mise en culture dans les zones plus favorables et lorsque ces prairies se situaient en terres labourables (Naizot, 2005 ; Poux *et al.*, 2009) ; puis les surfaces en protéagineux (diminution de 500 000 hectares) principalement

Figure 3 - Évolution entre 1989 et 2012 des surfaces consacrées aux différentes catégories de cultures en France



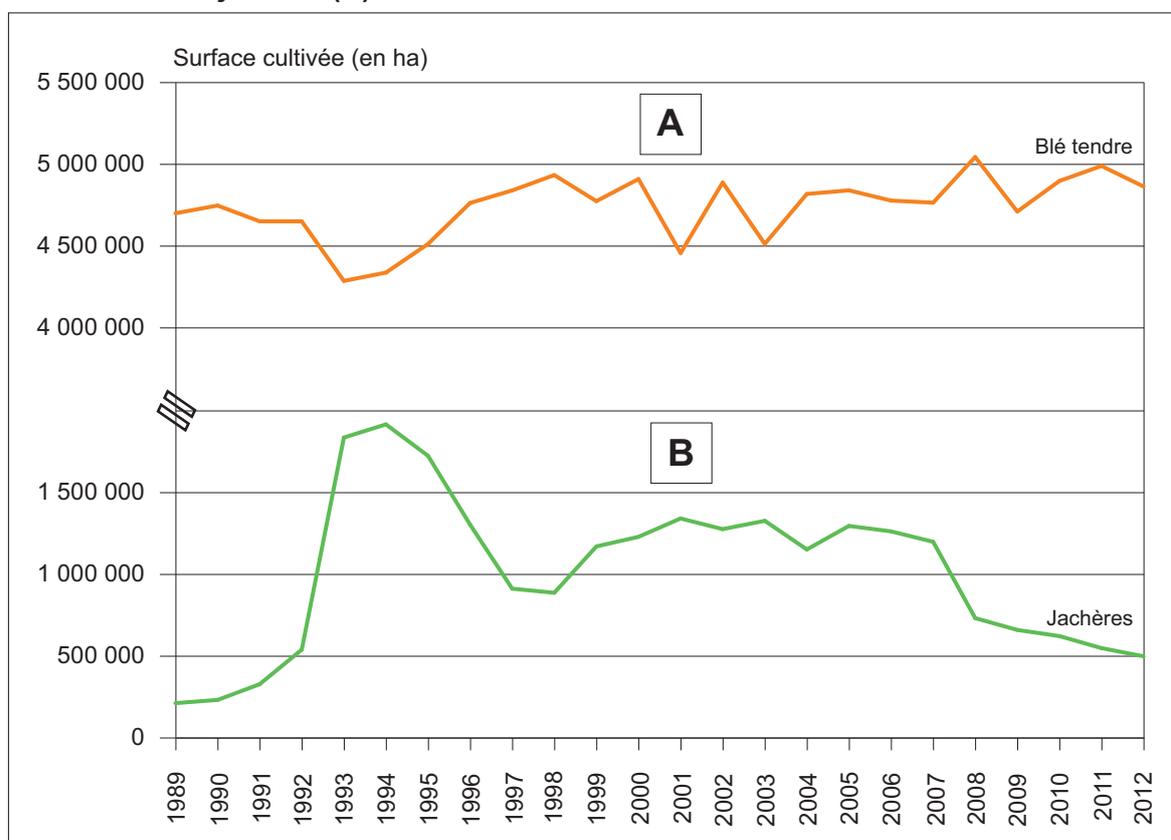
Source : Agreste (2012)

sous l'effet de la baisse des surfaces en pois (Duc *et al.*, 2010) ; et enfin les cultures pérennes (diminution de 200 000 hectares) principalement sous l'effet des mesures d'arrachage des parcelles de vigne dans le Languedoc-Roussillon (Agreste, 2011).

Les seules cultures qui ont enregistré une augmentation significative des surfaces consacrées sont les oléagineux, principalement le colza. On distinguera trois sous-périodes : d'abord de 1989 à 1999, date à laquelle les surfaces consacrées aux oléagineux atteignent un premier pic de 2,2 millions d'hectares ; puis la sous-période de baisse 1999-2004 dans le contexte de réduction sensible des aides couplées à la production d'oléagineux suite à la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) dite de « l'Agenda 2000 » ; enfin, à compter de 2005, une sous-période de forte augmentation induite pour l'essentiel par le développement du biodiesel (Guindé *et al.*, 2008). En 2012, les surfaces en oléagineux représentaient 2,3 millions d'hectares, soit quasiment 1 million d'hectares de plus qu'en 1989.

Les surfaces consacrées aux autres cultures (céréales, fourrages annuels, cultures industrielles) ne présentent pas d'évolution tendancielle nette, à la hausse ou à la baisse, mais subissent des variations interannuelles importantes sous le jeu, principalement, des réformes successives de la PAC et des fluctuations des prix agricoles (Gohin, 2011). Si l'on s'intéresse plus précisément aux variations de surfaces du blé tendre, on peut remarquer un parallèle intéressant avec les variations de surfaces en jachères (figure 4), ces dernières étant fortement influencées par les politiques agricoles. En effet, l'application en 1992

Figure 4 - **Évolution entre 1989 et 2012 des surfaces en blé tendre (A) et en jachère (B)**



Source : Agreste (2012)

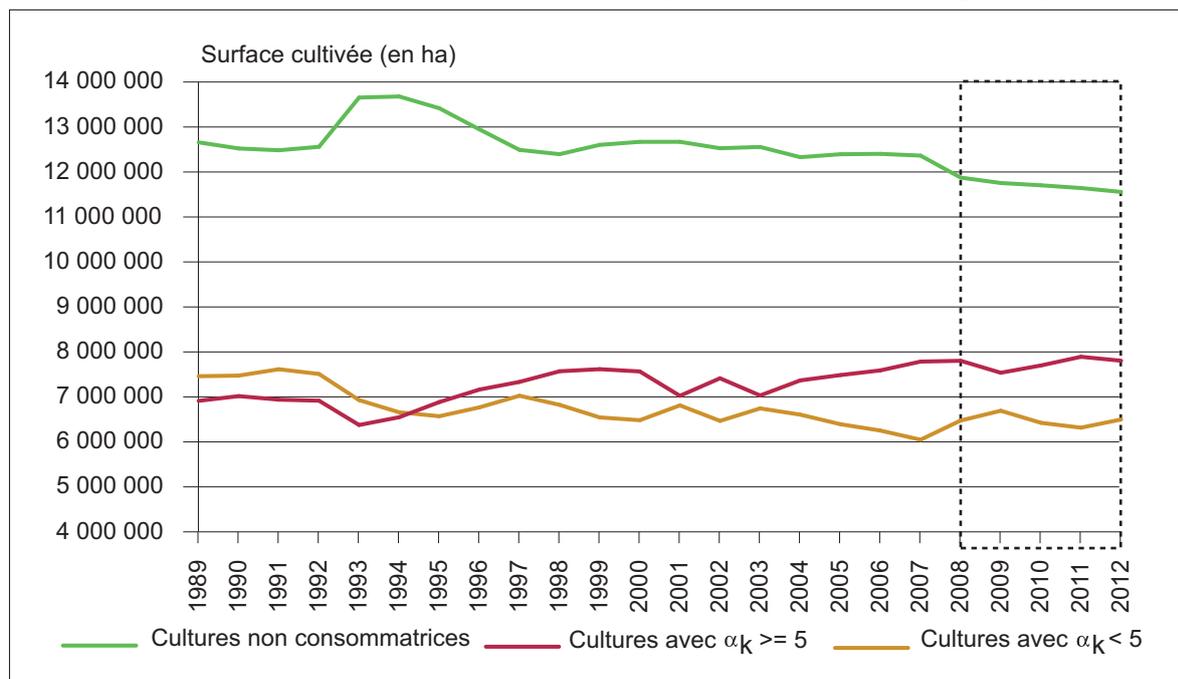
de la réforme de la PAC s'est traduite par l'instauration d'un gel obligatoire sur 15 % des terres arables de l'exploitation afin de limiter la surproduction agricole et notamment céréalière. Ce taux de gel a ensuite été régulièrement modifié, comme en témoigne l'évolution des surfaces en jachères entre 1994 et 2008, pour orienter l'évolution des surfaces céréalières, soit à la baisse comme en 1992, soit à la hausse comme en 2004 où, suite à un épisode de froid intense et une baisse des prix, les surfaces en blé tendre s'étaient fortement réduites (Agreste, 2013a). Plus récemment, l'occurrence de prix exceptionnellement hauts explique le record atteint en 2008 pour les surfaces cultivées en blé tendre (5 millions d'hectares).

La période d'application du plan Ecophyto, de 2008 à 2012, est marquée par la poursuite de la baisse de la SAU totale, la chute des surfaces en jachères du fait de la fin de l'obligation de gel, le recul des surfaces en céréales jusqu'en 2011, le maintien des surfaces en fourrages annuels et en cultures industrielles et la montée continue des surfaces en oléagineux. Comme expliqué ci-dessus, les fluctuations interannuelles sont particulièrement marquées pour le blé tendre entre 2008 et 2010.

### 2.2.2. Surfaces correspondant à différents niveaux d'intensité d'usage des pesticides

À titre de première approche de l'impact des évolutions de l'occupation des sols sur l'usage de produits phytosanitaires, on peut distinguer les surfaces occupées par des cultures non consommatrices de pesticides (surfaces toujours en herbe, prairies temporaires et jachères), les cultures ayant un coefficient  $\alpha_k$  strictement inférieur à 5 (blé dur, orges d'hiver et de printemps, triticale, maïs grain, tournesol, pois protéagineux, maïs fourrage et autres fourrages annuels), et les cultures ayant un coefficient  $\alpha_k$  supérieur ou égal à 5 (blé tendre, colza, vigne, betterave sucrière et pomme de terre). La figure 5 présente les évolutions relatives à ces trois groupes de cultures.

Figure 5 - Évolution entre 1989 et 2012 des surfaces des différents groupes de cultures distinguées selon leur coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides



Source : auteurs

Sur l'ensemble de la période 1989-2012, les surfaces des cultures non consommatrices de produits phytosanitaires présentent une tendance moyenne à la baisse (- 0,46 % par an). Sur cette même période, les surfaces consacrées aux cultures modérément consommatrices de produits phytosanitaires présentent également une tendance à la baisse, d'ampleur légèrement plus élevée (- 0,68 % par an). On note enfin une tendance à la hausse des surfaces consacrées aux cultures fortement consommatrices de produits phytosanitaires, qui est en moyenne de 0,65 % par an. En fait, la diminution des surfaces sans usage de produits phytosanitaires (jachères et prairies) correspond pour une part à une déprise agricole, mais aussi à des transferts au bénéfice de cultures plus ou moins consommatrices. Globalement, les tendances d'évolution de l'occupation des sols sur la période 1989-2012 ont donc joué dans le sens d'un accroissement d'usage des produits phytosanitaires, indépendamment de l'évolution de l'intensité de protection propre à chaque culture.

Cette vision globale sur une longue période intègre des évolutions contrastées si on considère différentes sous-périodes. Entre 1989 et 1994, les surfaces consacrées aux cultures fortement et modérément utilisatrices de produits phytosanitaires ont toutes deux diminué au bénéfice des surfaces allouées aux cultures non consommatrices. On trouve ici, en particulier, l'impact de l'obligation de gel des terres à l'occasion de la réforme de la PAC de 1992 qui a eu pour conséquence directe d'accroître les surfaces mises en jachère obligatoire au détriment, principalement, des surfaces en blé tendre, en orge d'hiver et en colza. Entre 1994 et 2008, l'augmentation des surfaces consacrées aux cultures fortement utilisatrices (hausse des surfaces en blé tendre et en colza) a été plus importante que la baisse des surfaces allouées aux cultures modérément consommatrices (baisse des surfaces en pois). Depuis 2008, les surfaces allouées à ces deux catégories de cultures sont stables, malgré quelques variations interannuelles.

Les surfaces en fruits et légumes, non prises en considération dans la suite de l'article, ont présenté des évolutions de surfaces peu marquées entre 1989 et 2012 (figure 3). Cela suggère que les évolutions interannuelles des surfaces de cette catégorie de cultures pèsent probablement peu dans les variations d'usage des produits phytosanitaires sur la période considérée.

## 2.3. Évolution du NODU [surfaces]

### 2.3.1. Contributions des différentes cultures

La figure 6 présente les évolutions sur les années 1989-2012 des NODU [surfaces] estimés pour les cultures et agrégats de cultures suivants : blé tendre, autres céréales (orge d'hiver, orge de printemps, blé dur, triticale, maïs grain), vigne, oléagineux (colza et tournesol), cultures industrielles (pomme de terre et betterave à sucre), fourrages annuels (maïs fourrage) et protéagineux (pois protéagineux). Rappelons que faute de pouvoir calculer les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides des cultures fruitières et légumières, il n'est pas possible de calculer un NODU [surfaces] pour ces deux catégories de cultures.

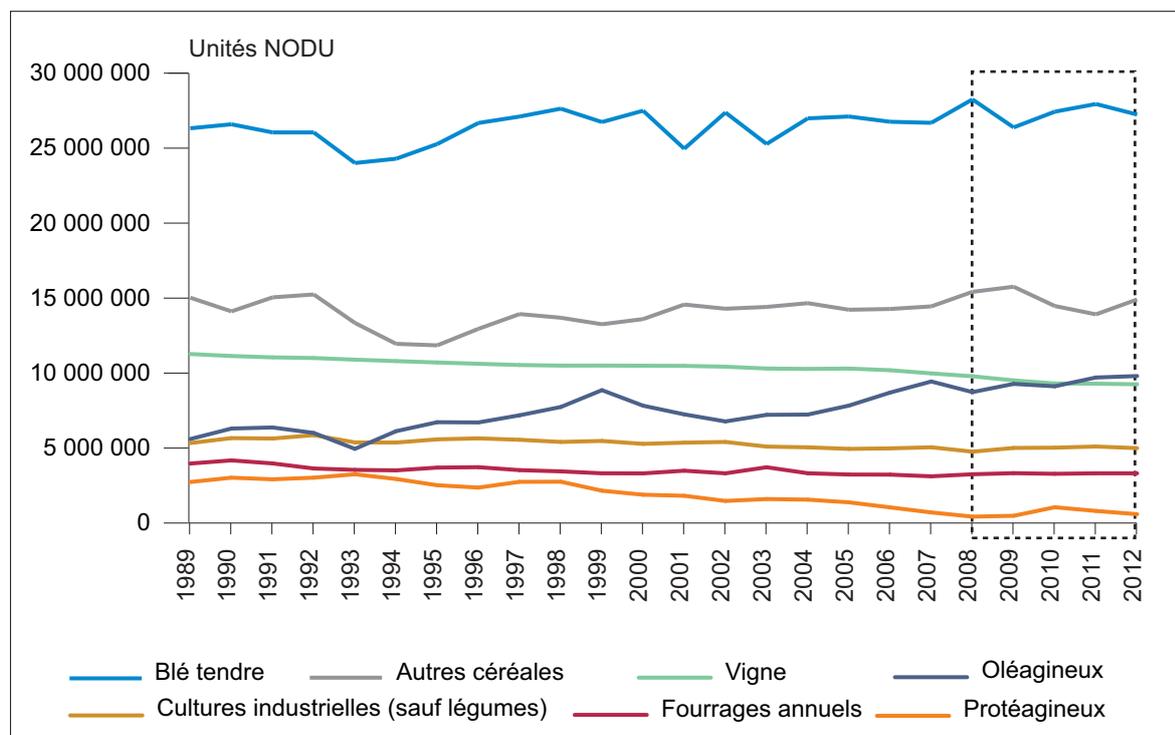
L'étagement sur l'axe des ordonnées des courbes relatives aux différentes cultures traduit la forte différenciation de leurs contributions respectives à la consommation totale de produits phytosanitaires. Rappelons que ces contributions et leur différenciation sont la résultante de deux facteurs multiplicatifs : les surfaces emblavées et les coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides ( $\alpha_k$ ). Le blé tendre arrive ainsi en première position sous le double jeu d'un coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides élevé (coefficient  $\alpha_k$  égal à 5,6) et d'une sole importante (4,7 millions d'hectares, soit 16 % de la SAU hexagonale en

moyenne sur la période 1989-2012). Par contraste, c'est principalement la très forte intensité d'usage en pesticides (coefficient  $\alpha_k$  égal à 11,7) qui explique le NODU [surfaces] élevé de la vigne (10 millions d'unités NODU) dans la mesure où les surfaces en vigne ne représentent en moyenne que 885 000 hectares sur la période 1989-2012 (soit moins de 3 % de la SAU hexagonale). C'est aussi parce que les surfaces consacrées au pois protéagineux sont faibles (429 000 hectares en moyenne sur la période 1989-2012) que le NODU [surfaces] de cette culture, qui a un coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides de 4,4, conduit à ce qu'elle se classe en dernière position.

Le tableau 2 présente les contributions des différentes cultures au NODU [surfaces] et les tendances d'évolution sur la période 1989-2012. En termes d'évolution sur l'ensemble de cette période, on peut distinguer les cultures dont le NODU [surfaces] a tendance à fortement augmenter (oléagineux), celles dont le NODU [surfaces] à tendance à fortement diminuer (protéagineux), et enfin celles dont le NODU [surfaces] ne présente pas d'évolution tendancielle nette, à la hausse ou à la baisse (blé tendre, autres céréales, cultures industrielles, vigne et fourrages annuels).

On note par ailleurs des variations interannuelles qui peuvent être très importantes. C'est le cas, par exemple, du NODU [surfaces] du blé tendre qui peut varier, à la hausse ou la baisse, de plusieurs millions d'unités NODU d'une année à l'autre : la baisse de 2 millions d'unités en 1993 peut être mise en relation avec la politique de gel obligatoire décidée en 1992 qui a principalement touché les céréales et au sein de celles-ci, le blé tendre ; à l'inverse, l'augmentation de 1,6 million d'unités en 2008 peut être rapprochée de la flambée

Figure 6 - Variations du NODU [surfaces] par culture ou catégorie de cultures entre 1989 et 2012



Source : auteurs

des prix agricoles des derniers mois de l'année 2007 et des premiers mois de l'année 2008 qui a incité les producteurs agricoles à accroître les emblavements en blé tendre. On notera également qu'une variation annuelle importante du NODU [surfaces] d'une culture peut être suivie d'une variation en sens inverse tout aussi importante l'année suivante : c'est le cas, par exemple, du NODU [surfaces] du blé tendre entre 2001 et 2004, ou encore en 2008 et 2009, en lien avec les variations de surfaces commentées précédemment (cf. paragraphe 3.2.1.).

### 2.3.2. Estimation du NODU [surfaces] agrégé

Rappelons que le NODU [surfaces] agrégé est calculé en sommant les NODU [surfaces] des différentes cultures ou groupes de cultures pour lesquels il a été possible d'estimer un coefficient moyen d'intensité d'usage en pesticides, c'est-à-dire à l'exclusion des cultures fruitières et légumières. Le NODU [surfaces] ainsi calculé est égal à 69,2 millions d'unités NODU en moyenne sur l'ensemble de la période 1989-2012. Ses variations au cours de cette période sont présentées sur la figure 7. On ne distingue pas de tendance générale, à la hausse ou à la baisse, sur l'ensemble de cette période. On observe néanmoins des variations très importantes selon les sous-périodes. Ainsi le NODU [surfaces] baisse de 7,7 % en 1993 (5,5 millions d'unités NODU) et encore de 0,6 % en 1994 (0,4 million d'unités NODU) aux lendemains de la réforme de la PAC de 1992 dans le cadre de la mise en œuvre d'un gel des terres obligatoire. Cette première phase de baisse est suivie d'une phase d'augmentation jusqu'en 1998 qui peut être mise en regard avec la diminution du taux de gel obligatoire (15 % en 1993 et 20 % en 1994, puis 13,3 % en 1994, 10 % en 1996, 5 % en 1997 et 1998 – pourcentages de taux de gel réglementaire dans le cadre du régime de gel dit « rotationnel ») et de la bonne tenue des prix agricoles des céréales et des oléagineux. Entre 1998 et 2004, le NODU [surfaces] fluctue à la hausse ou la baisse. Entre 2004 et 2008, il a

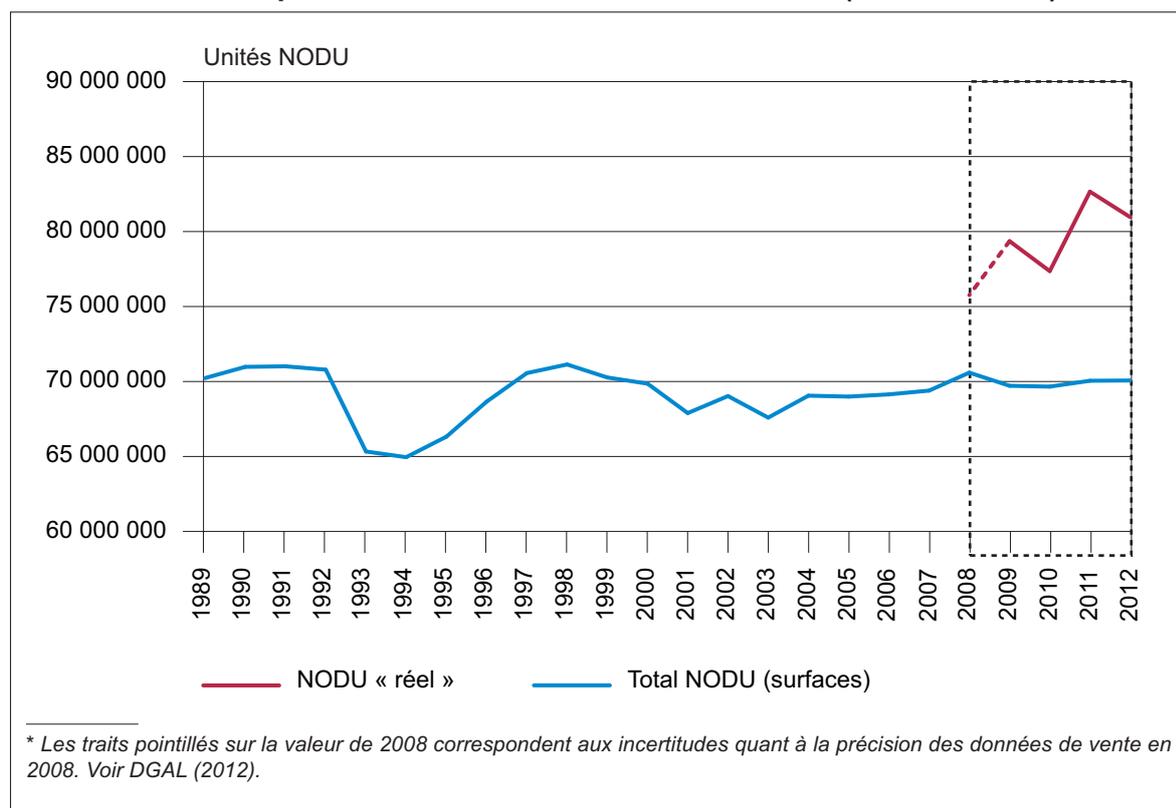
Tableau 2 - Variations globales des contributions au NODU [surfaces] des différentes cultures sur la période 1989-2012

Cultures		NODU [surfaces]			$\alpha_k$	Surfaces		
		Moyenne (en millions d'unités NODU)	Coefficient de variation (%)	Taux de croissance annuel sur la période 1989-2012 (%)		Moyenne (en millions d'hectares)	Coefficient de variation (%)	Taux de croissance annuel sur la période 1989-2012 (%)
Cultures consommatrices en pesticides ( $\alpha_k > 0$ )	Blé tendre	27,0	4,1	0,3	5,6	4,7	4,1	0,3
	Autres céréales	14,1	6,9	0,3	3,7	4,0	2,1	0,4
	Vigne	10,3	5,6	-0,8	11,7	0,9	13,1	-0,8
	Oléagineux	7,6	18,2	2,3	3,8	1,9	7,1	1,4
	Cultures industrielles	5,3	5,4	-0,6	11,9	0,6	14,7	-0,8
	Fourrages annuels	3,5	7,8	-0,9	2,3	1,5	5,5	-0,9
	Protéagineux	1,9	49,3	-8,0	4,4	0,4	78,2	-8,0
<b>Total</b>	<b>69,2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-</b>	<b>14,0</b>	<b>2,6</b>	<b>0,0</b>	
Cultures non consommatrices ( $\alpha_k = 0$ )	Surfaces toujours en herbe	-	-	-	0,0	8,4	7,1	-0,5
	Prairies temporaires	-	-	-	0,0	3,1	6,5	0,8
	Jachères	-	-	-	0,0	1,0	48,2	1,5
	<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>12,5</b>	<b>4,5</b>	<b>-0,5</b>

Source : auteurs

tendance à croître avec un pic en 2008, année où le taux de gel obligatoire a été fixé à zéro et les prix agricoles ont atteint un sommet. Depuis 2009, le NODU [surfaces] est stable à 70 millions d'unités NODU : sur cette dernière sous-période, les substitutions se font essentiellement entre cultures qui ont des coefficients moyens d'intensité d'usage en pesticides proches, la diminution des surfaces en blé tendre ( $\alpha_k$  de 5,6) et en orge d'hiver ( $\alpha_k$  de 4,6) étant compensée par l'augmentation des terres en colza ( $\alpha_k$  de 5,0) et, dans une moindre mesure, en orge de printemps ( $\alpha_k$  de 4,2). Cette évolution du NODU [surfaces] sur la sous-période 2008-2012 peut être mise en regard de celle du NODU observé, *i.e.* calculé à partir des ventes de substances actives (courbe rouge de la figure 7)<sup>12</sup>. Sur ces années, les variations interannuelles du NODU [surfaces] sont nettement plus faibles que celles du NODU observé. Ceci veut dire qu'il n'est vraisemblablement pas possible d'imputer la forte variabilité interannuelle du NODU observé aux variations annuelles des surfaces consacrées aux différentes cultures. Cette forte variabilité est donc imputable à celle des intensités d'usage propre à chaque culture, elle-même résultant de différents facteurs et modalités d'adaptation annuelle des décisions de traitement.

Figure 7 - Évolution entre 1989 et 2012 du NODU [surfaces] agrégé et comparaison sur la période 2008-2012 avec les variations interannuelles du NODU observé, calculé à partir des ventes de substances actives (NODU « réel »)\*



Source : auteurs

12. L'écart sur la sous-période 2008-2012 entre le NODU [surfaces] et le NODU observé (respectivement, 70 et 83 millions d'unités en moyenne) s'explique pour partie par le fait que notre étude ne prend en compte ni les fruits et légumes, ni les produits phytosanitaires de post-récolte appliqués sur plusieurs productions agricoles.

## Conclusion

Depuis le lancement du plan Ecophyto en 2008, les variations de l'occupation des sols ont, selon toute vraisemblance, eu peu d'influence sur l'évolution de la consommation totale en pesticides en raison de la relative stabilité des assolements depuis cette date et de la façon dont se sont réalisés les changements d'occupation du sol. Les cultures qui se sont substituées les unes aux autres ayant des coefficients d'intensité d'usage en pesticides proches, les variations interannuelles observées du NODU depuis 2008 seraient donc avant tout dues à une adaptation des pratiques de protection phytosanitaire des agriculteurs face aux variations interannuelles de la pression des bioagresseurs et/ou de la conjoncture économique, plutôt qu'à des modifications de l'occupation des sols.

L'analyse de l'évolution de l'occupation des sols sur une plus longue période a néanmoins montré que d'autres formes de substitution ont eu lieu par le passé et ont eu des effets bien plus marquants sur la consommation globale en pesticides. Dans le futur, si les modalités de substitution auxquelles on a assisté ces dernières années viennent à changer, et si les transferts de surfaces s'opèrent entre cultures ou occupations du sol à intensités d'usage en pesticides plus contrastées, l'influence des variations de l'occupation des sols sur le NODU pourrait être plus importante. Il est donc important de mieux prendre en compte ces variations dans le suivi du plan Ecophyto. Dans cette perspective, il y a matière à améliorer la méthode élaborée et utilisée dans le cadre de cette étude à caractère exploratoire. L'approche consistant à identifier des programmes-types à dire d'experts, à laquelle on a eu recours dans ce travail, mériterait d'être complétée pour les cultures encore non directement documentées ; elle mériterait également d'être précisée, notamment à travers les résultats des enquêtes Pratiques Culturelles 2011 en exploitant les indications sur les produits effectivement utilisés. Cela permettrait de calculer plus précisément les nombres de doses unitaires de substances actives utilisés en moyenne par hectare et par culture en France.

Par ailleurs, l'approche présentée ci-dessus fait l'impasse sur les variabilités interrégionales. Les variations interrégionales des intensités d'usage de pesticides pour une même culture sont, dans certains cas, aussi importantes que les variations entre cultures. De même, les tendances d'évolution de l'occupation des sols sont elles aussi différentes selon les régions. Ainsi, l'extension d'une culture dans une région où elle est fortement exposée aux bioagresseurs en raison des conditions du milieu et où elle fait donc l'objet d'une forte fréquence de traitement, se traduira par une augmentation de la consommation de pesticides plus forte que dans une région moins favorable aux bioagresseurs. L'accroissement de densité d'une culture dans l'espace et dans le temps peut aussi entraîner, dans les régions où cette densité est déjà assez élevée, une augmentation des risques phytosanitaires et de l'usage des pesticides. Il y aurait donc grand intérêt à prolonger, développer et affiner ce travail à l'échelle régionale, y compris pour mieux interpréter les évolutions nationales de l'indicateur NODU.

## Références bibliographiques

- Agreste, 2011, « Languedoc-Roussillon Viticulture », *Agreste Données* 2011.
- Agreste, 2012, *Statistique Agricole Annuelle - Séries longues de 1989 à 2012*.
- Agreste, 2013a, « Cultures d'hiver : recul des soles de blé dur et de colza, aux prix moins attractifs que le blé tendre », *Agreste Conjoncture*, 201, 6.
- Agreste, 2013b, « Les indicateurs de fréquence de traitement (IFT) en 2011 », *Agreste Les Dossiers*, 18.
- Butault J., Dedryver C., Gary C., Guichard L., Jacquet F., Meynard J., Nicot P., Pitrat M., Reau R. et Sauphanor B., 2010, *Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides. Synthèse du rapport d'étude*, Paris, Inra. Lien : <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Ecophyto-R-D>
- Duc G., Mignolet C., Carrouée B. et Huyghe C., 2010, « Importance économique passée et présente des légumineuses. Rôle historique dans les assolements et les facteurs d'évolution », *Innovations Agronomiques*, 11, 1-24.
- Gohin A., 2011, *Les sources d'instabilité des marchés agricoles : état des lieux, avancées possibles et limites méthodologiques de leur modélisation*, INRA, Unité SMART, Centre de Rennes, Rapport rédigé pour le Ministère en charge de l'agriculture (programme 215, sous-action 22).
- Guindé L., Jacquet F. et Millet G., 2008, « Impacts du développement des biocarburants sur la production française de grandes cultures », *Revue d'études en agriculture et environnement*, 89, 55-81.
- Lee A. et Slak M.-F., 2007, « Les paysages français changent entre 1992 et 2002 : artificialisation et fermeture des paysages aux dépens du mitage ou de la déprise des zones agricoles », *Agreste Cahiers* 3, 19-40.
- Naizot F., 2005, « Les changements d'occupation des sols de 1990 à 2000 : plus d'artificiel, moins de prairies et de bocages », *Les données de l'environnement*, 1 - 4.
- Pingault N., Pleyber E., Champeaux C., Guichard L. et Omon B., 2009, « Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement », *Notes et études socio-économiques*, 32, 61-94.
- Poux X., Tristant D. et Ramanantsoa J., 2009, « Assolement et rotations de la "ferme France" » in *Agriculture Energie 2030*, Ministère en charge de l'agriculture, Centre d'études et de prospective.
- Zahm F., 2011, « Grenelle Environnement, plan Ecophyto 2018 et indicateurs agro-environnementaux : outils de pilotage versus instruments d'une transformation de l'action publique agro-environnementale », *10<sup>es</sup> journées françaises de l'évaluation*, Juin 2011, Nantes, France.

Zhang W., Jiang F. et Ou J., 2011, "Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus", *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1, 125-144.



# La « révolution » génomique : impact des changements institutionnels et technologiques sur les filières de génétique bovine en France

---

Mourad Hannachi<sup>1</sup>

## Résumé

*La découverte des techniques d'insémination artificielle a constitué, dans les années soixante, une révolution pour les filières d'amélioration génétique. Pendant quarante ans, la loi sur l'élevage de 1966 a organisé le dispositif collectif de sélection animale et permis de hisser le potentiel génétique français au meilleur niveau international. En 2006, la loi d'orientation agricole a marqué une inflexion dans l'organisation institutionnelle de la filière avec la fin des monopoles de zone des centres d'insémination et le passage d'une cogestion État-profession à une gestion collective professionnelle. Dans le même temps, les progrès en bio-informatique et en génie génétique ont permis le développement d'une nouvelle technique d'amélioration génétique : la sélection génomique. Cet article, centré sur le cas des races bovines en France, s'intéresse à cette révolution technologique et à ses impacts institutionnels. Comment les filières et les acteurs s'organisent-ils et s'adaptent-ils à ce nouveau contexte ? Quels sont les défis et risques pour le secteur de l'amélioration génétique ?*

## Mots clés

Génomique, biotechnologie, innovation, coopération, concurrence, génétique bovine, sociétés coopératives

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il n'engage que son auteur.**

---

1. Chargé de recherche, Inra, UMR SAD-APT, Avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon.

## Introduction

Dans les années 1960, la découverte des techniques d'insémination artificielle (IA) a constitué une révolution pour les filières d'amélioration génétique du cheptel. Suite aux progrès en bio-informatique et en génie génétique, une nouvelle technique d'amélioration génétique s'est développée à la fin des années 2000 : la sélection génomique. Alors que l'amélioration génétique des animaux était jusqu'ici basée sur la génétique quantitative, c'est-à-dire sur des observations morphologiques et des mesures des performances des descendants et ascendants, la génomique permet d'évaluer la valeur génétique des individus à travers les informations contenues dans leur génome. À partir d'un échantillon de tissu biologique, il s'agit de détecter des marqueurs génétiques moléculaires, *i.e.* des morceaux d'ADN dont la présence est fortement corrélée avec l'expression d'un caractère productif ou morphologique.

Même si la science ne permet toujours pas de comprendre comment fonctionne le code génétique porté par l'ADN, le séquençage du génome permet de lire le code génétique, *i.e.* de suivre l'enchaînement des paires de base sur l'ADN. La bio-informatique permet de croiser les séquences ADN de plusieurs animaux avec les informations sur leurs morphologie et productivité, afin de repérer des marqueurs génétiques moléculaires pour certains caractères d'intérêt. Une fois ces marqueurs définis, on fabrique des « puces à ADN », c'est-à-dire des petits appareils qui détectent quasi instantanément leur présence ou absence. C'est ainsi que les avancées en génie génétique (séquençage du génome) et en bio-informatique (traitement des *big data*) se rejoignent, permettant la naissance d'une nouvelle méthode de sélection.

En France, les premières évaluations génomiques ont été faites en 2008 sur des taureaux Prim'Holstein. En 2009, des semences de taureaux évaluées à travers la génomique ont commencé à être diffusées, et en 2012 ces semences représentaient 60 % des inséminations artificielles en Prim'Holstein (Hocdé et Joly, 2013). La génomique est donc déjà utilisée dans l'industrie de sélection bovine. Alors que les chercheurs parlent de « révolution génomique » (Idele et Inra, 2011) et que des études prospectives classent la génomique parmi les innovations qui vont bouleverser le monde (Manyika *et al.*, 2013), le présent article explore les impacts de la génomique sur le secteur de la sélection animale et son effet sur l'industrie française d'amélioration génétique.

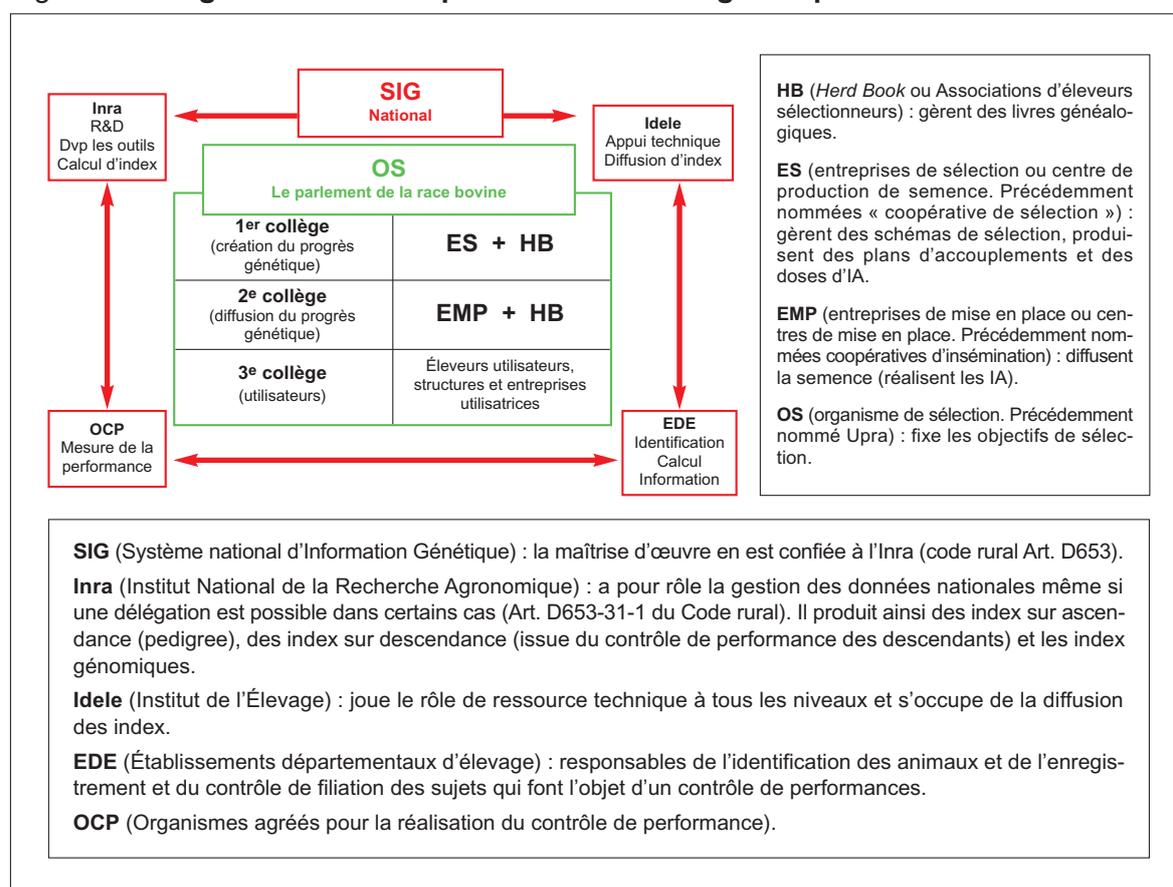
## 1. Trajectoire de l'industrie de la sélection animale en France

### 1.1. Des monopoles territoriaux à l'économie de marché

Pendant près de 40 ans, la sélection des animaux d'élevage a été régie par la loi sur l'élevage de 1966. Cette loi faisait suite à l'arrivée de l'insémination artificielle (un taureau pouvant féconder des dizaines de milliers de femelles) et des techniques de congélation du sperme (donnant le temps de tester et d'évaluer la qualité de la semence). Le principal objectif de cette loi était d'améliorer la qualité et les conditions d'exploitation du cheptel français en favorisant l'insémination artificielle et, ce faisant, de mettre fin à la domination de quelques éleveurs de renom et à des critères de sélection trop orientés vers des apparences (ex : forme des tâches de la robe).

Afin de réussir l'amélioration génétique du cheptel français, l'État a soumis toute la filière à un schéma (figure 1) conçu par l'Inra, et organisé un monopole par zone pour l'insémination des femelles d'élevage. Plus précisément, ont été institués des centres de production de semence (sans monopole) et des centres de mise en place (avec monopole), les uns et les autres ayant entre eux des accords. Pour reprendre la métaphore de Jacques Pluvinage (directeur de recherche à l'Inra et éleveur) : « C'est un peu comme si la France était découpée en zones de monopole pour Renault, Citroën, Peugeot... Celui qui se trouve dans une zone Peugeot est obligé d'acheter chez Peugeot, mais peut cependant exiger une Citroën, qui lui sera alors facturée le prix qu'en décidera Peugeot » (Pluvinage, 1991). Les parties prenantes ont toutes accepté le coût supérieur de l'insémination artificielle et de cette nouvelle organisation, et ce même si cet investissement ne devait produire des retombées que cinq à dix ans plus tard. L'instauration du monopole visait à éviter que la concurrence commerciale entre les différents centres d'insémination se fasse au détriment d'une sélection « sérieuse »<sup>1</sup>, en pratiquant l'insémination au moindre prix.

Figure 1 - L'organisation du dispositif de sélection génétique en France avant 2007



Source : auteur

Dans les années 1970 à 1990, le paradigme de l'élevage bovin en France reposait sur une logique appelant à « l'action collective » et à l'intervention de l'État, les logiques de marché et la concurrence étant perçues comme négatives pour cette industrie. Le mode de fonctionnement institué par la loi sur l'élevage de 1966 a permis de hisser le potentiel génétique

1. Le testage d'une large gamme de taureaux coûte cher et la sélection rigoureuse des meilleurs implique des pertes de production lourdes alors qu'une sélection plus laxiste permet un meilleur amortissement mais au détriment du progrès génétique de la race.

français au niveau international (Colleau, 1992) et, sous réserve d'une mobilisation des acteurs concernés (Audiot, 1995), de préserver certaines races en voie de disparition – Bretonne, Flamande ou Vosgienne, par exemple (Lauvie et Couix, 2012). Cependant, ce dispositif avait un coût financier élevé : en plus des cotisations des éleveurs et des taxes interprofessionnelles, des dotations de l'État venaient alimenter un fonds national soutenant le système.

## 1.2. Une rupture institutionnelle : la LOA de 2006

Afin de tenir compte des règles communautaires et des évolutions de l'élevage, la Loi d'Orientation Agricole (LOA) de 2006 a largement modifié l'organisation du dispositif de sélection animale. Dans le domaine de l'insémination artificielle, cette loi a mis fin aux monopoles de zone des centres d'insémination artificielle et institué un service universel de distribution et de mise en place de la semence des ruminants. Un fonds de compensation pour charges de service universel, financé par les professionnels avec abondement de l'État, est créé afin de couvrir le coût des obligations liées à la desserte de zones éloignées ou difficilement accessibles ou des obligations liées à la gestion de la diversité génétique raciale<sup>2</sup>. Le pilotage du dispositif génétique national, auparavant partagé entre l'État et les professionnels, évolue vers une autogestion collective professionnelle. Le pilotage, la coordination et l'amélioration du dispositif génétique national sont en effet confiés à France Génétique Élevage<sup>3</sup>, qui regroupe les organisations techniques et les organisations représentatives des éleveurs qui contribuent à la mise en œuvre des programmes d'amélioration génétique.

Ces nouvelles dispositions marquent un retrait relatif de l'État, après 40 ans de politiques volontaristes. Derrière ce changement de paradigme, se profile l'hypothèse que les stratégies collectives des acteurs vont perdurer et seront suffisantes pour permettre une prise en charge des coûts des activités de sélection génétique.

Ces changements institutionnels se sont mis en place alors qu'apparaissait une innovation technologique majeure : la sélection génomique.

## 1.3. Une rupture technologique : la génomique

Mise en œuvre en France depuis 2009, l'innovation génomique (Boichard *et al.*, 2012) modifie fortement l'organisation des activités de sélection. Auparavant, les outils de la sélection génétique ne pouvaient être que collectifs car ils nécessitaient la collecte, le traitement et l'entretien d'informations mutualisées, portant sur l'ascendance (pedigree) et la descendance (contrôle de performance). Avec la génomique, les outils peuvent à présent être individuels car basés sur l'information portée par le génome d'un animal. Il suffit de disposer d'une base de données (plus ou moins actualisée) référençant les informations sur un certain nombre d'animaux d'une race donnée pour pouvoir évaluer (avec plus ou moins de précision) la valeur d'un animal à partir d'un échantillon de tissu biologique et d'une puce à ADN.

---

2. Ce service universel est assuré par des opérateurs agréés par le ministre chargé de l'agriculture à l'issue d'un appel d'offres concurrentiel, pour une période de cinq ans et pour des zones géographiques déterminées. À titre transitoire, les centres de mise en place de la semence antérieurement autorisés sont agréés pour une période de trois ans (2007-2009), sans recours à l'appel d'offres.

3. France Génétique Élevage (FGE), créée suite à la LOA de 2006, est le lieu de coordination pour l'ensemble des acteurs et des utilisateurs de la génétique pour les trois espèces de ruminants (bovins, ovins, caprins). En 2012, l'ensemble du dispositif génétique français représente ainsi un chiffre d'affaires de 350 millions d'euros. Le financement est principalement assuré par les contributions des éleveurs à leurs organismes (97 % du total), par les pouvoirs publics (pour 2 %) et par les fonds interprofessionnels gérés par FGE pour le 1 % restant. Voir : [http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/btia\\_special\\_fge.pdf](http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/btia_special_fge.pdf)

Cette évaluation est quasi instantanée : plus besoin d'attendre l'entrée en production de sa descendance puisqu'on peut évaluer la valeur d'un animal dès le stade du fœtus (Fritz *et al.*, 2013).

Dans les faits, la fiabilité de l'outil dépend toutefois de son utilisation et en particulier de la taille et de l'actualisation de la base de données<sup>4</sup>. Sa précision paraît d'autant plus forte que la génomique est combinée aux outils préexistants (pedigree et contrôle de performance). En effet, l'estimation des valeurs génétiques repose sur des modèles statistiques. Or, si la sélection repose uniquement sur des index utilisant l'information génomique sans mobiliser aussi les index « classiques » calculés après testage sur descendance, il pourra y avoir des informations manquantes, ce qui pourra conduire à des estimations moins précises pour les jeunes taureaux (Patry, 2011).

Or, entretenir une large population de référence et assurer son suivi afin de collecter les informations nécessaires à la constitution d'une base de données fiable a un coût très élevé, qui peut mettre hors marché un outil génomique dans un secteur à présent concurrentiel. Ces outils de prédiction sont plus ou moins précis, mais en situation de concurrence accrue, leur coût devient un facteur tout aussi déterminant que leur précision, car il s'agit de prédire la valeur d'animaux dont le choix va façonner la productivité de la population bovine à venir. Les logiques de coût collectif/bien-être social entrent en tension avec les logiques de coûts/bénéfices individuels, et c'est toute l'industrie de la sélection animale qui connaît des bouleversements.

## **2. Les enjeux de l'essor de la génomique dans le nouveau contexte institutionnel**

### **2.1. Impact sur les corps de métier et les organisations collectives**

L'évaluation génomique a des effets déjà perceptibles sur les relations horizontales au sein des entreprises de mise en place comme au sein des entreprises de sélection. Avant la génomique, ces dernières sélectionnaient des jeunes mâles, sur la base du pedigree et des performances de leurs ascendants, et les mettaient dans des taurelleries. La sélection génomique permet, en théorie (c'est-à-dire avec des bases de données regroupant des informations fiables sur un grand nombre d'animaux), d'avoir à la naissance du taureau la même qualité d'information que celle que l'on avait au bout de cinq ans avec la sélection génétique traditionnelle (une fois les filles du taureau entrées en production). L'outil génomique fait qu'il n'est plus nécessaire d'entretenir et de tester une large gamme de taureaux pendant cinq ans avant de faire le tri. C'est ainsi que plusieurs taurelleries ont récemment fermé.

L'évolution de l'environnement institutionnel et technologique a contribué également à accélérer les restructurations de l'industrie de sélection génétique, dans un contexte de

---

4. Ces bases contiennent les données du séquençage génétique ainsi que l'information généalogique et les mesures de performances productives et morphologiques des descendants. À noter que depuis 2009, les principales entreprises européennes de sélection de la race Holstein se sont associées pour mettre en commun les données de leurs populations de référence (projet Eurogenomics). Plus de 18 000 taureaux Holstein à la fois génotypés et évalués sur descendance (19 millions de filles) constituent cette vaste population de référence. Voir [http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge\\_brochure\\_genetique\\_francaise\\_bd.pdf](http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge_brochure_genetique_francaise_bd.pdf)

recul de l'élevage et de recherche de gains de productivité. Certaines entreprises ont ainsi été conduites à se rapprocher et à fusionner, dans une logique d'économies d'échelle et de maintien, voire de renforcement, de leur pouvoir de négociation vis-à-vis des autres opérateurs (concurrents, clients et fournisseurs). Ces entreprises ont en effet vu leur pouvoir de négociation affaibli par la disparition des monopoles territoriaux et les opportunités offertes par la génomique. Dans d'autres cas, les évolutions en cours ont au contraire conduit à l'explosion d'alliances et de structures communes (unions de coopératives d'insémination, entreprises collectives de sélection, interprofessions, etc.). En bouleversant les rapports de forces et en ouvrant des opportunités nouvelles, la génomique rend en effet caduques certaines règles de fonctionnement collectives. En cas d'échec de redéfinition de ces règles, les alliances et les structures collectives disparaissent, et des tensions apparaissent autour des taurelleries à fermer et l'ancrage territorial des opérateurs raciaux. En somme, c'est toute la carte de l'industrie de sélection bovine qui se trouve questionnée.

## **2.2. Impact sur les relations de filière**

La génomique peut également bouleverser les relations entre éleveurs et entreprises de mise en place ou de sélection. Avec cette nouvelle technologie, certains éleveurs peuvent désormais obtenir précocement des informations sur la valeur génétique de leurs taureaux, ce qui modifie leurs opportunités de commercialisation. Un éleveur n'a pas la possibilité de génotyper (et donc évaluer) un taureau hors de la base de sélection sans passer par des organisations agréées. Cependant, sur le marché international, des offres de génotypage et d'indexation sont proposées. Un éleveur en dehors de la base de sélection (*i.e.* un éleveur dont les animaux ne sont ni déclarés au livre généalogique, ni inscrits au contrôle de performance) peut donc aujourd'hui génotyper son taureau et avoir des informations sur sa valeur avant de le céder à une coopérative d'insémination. Dans ce contexte, quel sera son choix de commercialisation ? Céder son taureau, donc son patrimoine génétique, à un centre de production de semences ou simplement lui sous-traiter la production de doses d'insémination ? Rechercher de la valeur marchande (par exemple en limitant le nombre de doses, tel que cela se fait dans le marché équin), ou rechercher la meilleure diffusion du progrès génétique ? Opter pour des marchés internationaux ou préférer le marché français ? Quel sera l'impact sur la compétitivité du secteur français de sélection animale et sur l'évolution du progrès génétique en France ? Beaucoup d'incertitudes demeurent à ce jour.

## **2.3. Impact sur la R&D : vers une dispersion des ressources mobilisées ?**

Alors que pendant longtemps les activités de R&D dans ce secteur étaient mutualisées et centralisées par l'État, l'arrivée de la génomique et la baisse des soutiens publics ouvrent la voie au développement d'une R&D intégrée dans le jeu concurrentiel. La mutualisation avait permis de développer des économies de gamme, des rendements d'échelle et des économies de réseaux, qui risquent aujourd'hui de disparaître. À l'inverse, la R&D mutualisée présentait des limites, liées notamment à l'impossibilité de prendre en compte l'ensemble des besoins émanants de clients très diversifiés et à une relative inertie.

L'atomisation et la privatisation de la R&D pourraient permettre une meilleure réactivité face aux besoins des entreprises et favoriser l'émergence d'innovations de rupture (Christensen, 1997). Ces évolutions pourraient toutefois engendrer des surcoûts par rapport à une R&D collective nationale mobilisant en partie des fonds de recherche publics (chercheurs et moyens de l'Inra, financement de l'ANR, etc.). Ces surcoûts et la dispersion

des ressources pourraient alors restreindre l'ambition des projets de R&D et réduire les compétences mises au service du dispositif génétique français. On ne peut ainsi exclure que diverses contraintes (difficultés d'accès et de valorisation des données, manque d'envie des projets, inertie collective, confidentialité des résultats pour raisons concurrentielles) incitent certains chercheurs à se réorienter vers la recherche fondamentale avec des développements *in silico* loin des attentes des professionnels français.

Par ailleurs, tout cela pourrait accentuer le « cannibalisme » organisationnel (Christensen, 2003), l'accès à des innovations devenant une incitation de plus pour des fusions/absorptions entre entreprises concurrentes. Les bienfaits d'une atomisation de la R&D ne sont donc pas garantis.

#### **2.4. Impact sur le SIG : la ruée vers l'aval de la filière va-t-elle détruire l'atout de l'industrie française de sélection ?**

Depuis l'arrivée de la génomique, plusieurs catégories d'acteurs essaient d'élargir la gamme de leurs activités et de se positionner en aval, sur les prestations à haute plus-value. Ainsi, plusieurs acteurs proposent ou envisagent d'investir dans une offre de conseil aux éleveurs. Dans un contexte de désengagement de l'État, cela pose la question du devenir des activités moins rémunératrices (en amont) et du Système d'Information Génétique. Ce SIG a fait la qualité et la compétitivité de l'industrie française de sélection animale. Il permet aux entreprises d'avoir accès à des sources d'informations fiables car mutualisées et certifiées.

Très logiquement, les acteurs se posent la question de savoir quelles données doivent faire partie des informations à mutualiser et quelles données doivent faire partie de l'avantage concurrentiel. Certains envisagent de mettre en place une section privative dans le SIG commun existant. D'autres optent pour des SIG privés déconnectés du SIG commun.

La question de l'entretien, de la fiabilité, et finalement du devenir du SIG est donc posée. La disparition ou la défaillance du SIG risquerait de générer des asymétries d'information (Akerlof, 1970), ce qui pourrait conduire à des phénomènes d'anti-sélection<sup>5</sup> (par exemple : choix d'un mauvais taureau dans un schéma de sélection) et renforcer des comportements opportunistes (Akerlof, 2005) nuisibles au dispositif collectif, et *in fine* à l'évolution du progrès génétique en France.

#### **2.5. Impact sur les pratiques de sélection et sur la diversité génétique : nouvelle technologie, nouvelles rationalités ?**

La génomique permet de tester plus d'animaux, plus vite et sur plus de critères. Elle a donc ouvert la voie à de nouveaux objectifs de sélection, tels des critères d'intérêt économique (composition du lait, qualités maternelles) ou environnemental (réduction des émissions de gaz à effet de serre ou de nitrates). Elle donne aussi la possibilité de modifier les méthodes d'amélioration génétique et de mettre fin aux dérives du *star system*, c'est-à-dire aux usages découlant d'une surutilisation d'un faible nombre de taureaux améliorateurs.

---

5. L'anti-sélection est un phénomène économique qui se manifeste essentiellement par la difficulté pour le client à appréhender : 1) Le niveau de compétence et d'expérience des fournisseurs ; 2) L'adéquation du produit ou des compétences du fournisseur à ses besoins ; 3) Le contenu et la qualité effective du produit ou du service.

Ces taureaux d'élite devenaient les vedettes des catalogues des entreprises de sélection et assuraient à eux seuls la plupart des doses d'inséminations artificielles vendues (parfois plus d'un million de paillettes pour un seul mâle). Ils étaient souvent retenus comme « pères à taureaux », avec pour conséquences l'accroissement de la consanguinité.

Pour répartir les risques liés à l'imperfection des prédictions génomiques, l'Inra recommande aujourd'hui d'utiliser un large panel de jeunes taureaux et de faire un usage limité des jeunes taureaux indexés sur la base d'information génomique mais pour lesquels on ne dispose pas encore d'évaluation de leur descendance. Cette évolution des pratiques et des recommandations devait se traduire progressivement par une éradication du *star system*. En réaction, des entreprises de sélection ont fait évoluer leur offre et développé des packs de doses d'insémination regroupant des jeunes taureaux de même profil, à moindre coût, afin de limiter les risques liés à une utilisation exagérée d'un reproducteur évalué avec une précision moyenne.

Cependant, les taureaux sont toujours classés, les meilleurs sont toujours plus demandés et représentent des parts de marché importantes pour ces entreprises. C'est pourquoi, avec la concurrence sur l'offre commerciale faite aux éleveurs, l'usage de la génomique ne semble pas encore permettre une rupture complète avec le *star system*. Il faudra probablement du temps pour que les logiques d'utilisation de la génomique s'affranchissent des usages jusqu'ici en vigueur.

## **2.6. Impact de la multiplication des indicateurs génomiques : guerre de standards ou standardiser la guerre ?**

Sur le marché français, en plus des évaluations génétiques et génomiques officielles (index), se développent aujourd'hui des « indicateurs » génomiques privés et des évaluations génomiques hétérodoxes proposées par des opérateurs basés à l'étranger. Certaines entreprises françaises souhaitent établir des évaluations génomiques privées sur des critères non inclus dans les index génomiques officiels français, dans une stratégie de différenciation. Tous ces points laissent envisager une guerre de standards (Shapiro et Varian, 1999).

Cela amène à s'interroger sur la réaction des éleveurs face à un tel flux d'informations, qui plus est affichées de façon hétérogène. Le *star system* avait pour avantage de susciter l'intérêt des éleveurs, de permettre une appropriation aisée des outils de sélection par ces derniers et de favoriser leur participation au dispositif d'amélioration génétique. Il importe aujourd'hui de veiller à la visibilité des nouveaux outils génomiques et d'éviter une prolifération d'outils opaques et complexes, sous peine de désintéresser les éleveurs de la génétique et de restreindre la base du dispositif français d'amélioration génétique<sup>6</sup>.

---

6. En 2012, on estime qu'environ 100 000 éleveurs sont impliqués dans la sélection génétique des diverses races de ruminants, ce qui contribue à la qualité du dispositif génétique français. <http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/dispositif-genetique-chiffres-cles-ruminants-2014.html>

### Encadré - **Quelle gestion des enjeux concurrentiels par l'État ?** **Exemples dans plusieurs pays**

Lorsqu'il s'agit de coordonner les acteurs d'une industrie, l'État peut être un acteur clé. C'est également vrai pour la sélection génomique, où il peut choisir (ou non) de remplir des missions de prise en compte des enjeux de biens publics et de long terme (races menacées, etc.), de mobilisation des acteurs, de gestion des asymétries d'information, etc. Plusieurs exemples étrangers mettent en évidence la diversité des choix opérés par l'État.

Aux États-Unis, le département de l'agriculture a entériné la proposition d'une entreprise de droit privé, de génotyper des bovins américains, et a collaboré avec cette firme en lui fournissant toutes les informations collectives nécessaires au génotypage et tous les droits associés. En conséquence, dans tout le pays, les outils génomiques sont l'objet d'un monopole d'une entreprise qui est juge et partie puisqu'elle est la seule à certifier ces outils. Si

cette démarche a permis une adoption rapide de la génomique, la qualité des outils développés reste toutefois mal connue, l'entreprise bloquant en effet toute démarche d'étalonnage des évaluations à l'échelle internationale et refusant toute mutualisation ou transparence méthodologique.

En Nouvelle-Zélande, une firme locale a développé des outils génomiques mais l'État a décidé d'invalider ces outils, au profit d'autres moins fiables, afin de préserver la concurrence sur le marché de la sélection.

Aux Pays-Bas, en janvier 2013, sous l'impulsion de l'État, des entreprises leaders ont signé un accord de consortium entre concurrents et avec l'université de Wageningen pour le développement et la mutualisation d'outils génomiques.

## Conclusion

Le dispositif génétique français et ses outils ont contribué au cours des 40 dernières années à accroître la productivité de l'élevage français et à positionner le potentiel génétique français au meilleur niveau international. Il constitue aujourd'hui un levier pour assurer une différenciation internationale ou encore pour réduire les impacts environnementaux du secteur de l'élevage. L'arrivée de la génomique, dans un contexte institutionnel marqué par un renforcement de la concurrence et un retrait de l'État, le passage à une gestion professionnelle a amplifié, à la fin des années 2000, les bouleversements de l'industrie française de sélection génétique, avec des impacts sur le contenu des activités et sur les relations entre opérateurs. Les centres de production de semences et d'insémination ont connu et continueront à connaître d'importantes restructurations, qui modifient les stratégies entre coopératives (rapprochement ou éclatement selon les cas) et modifient les relations verticales au sein des filières.

D'autres mutations induites par ces évolutions sont porteuses d'interrogations pour l'avenir. La plus forte dispersion des ressources en R&D ne risque-t-elle pas de fragiliser le maintien des compétences ? Comment gérer la multiplication d'indicateurs génomiques difficilement maîtrisables par les éleveurs ? Quel sera l'avenir du Système d'information génétique avec le développement croissant d'outils privés ? Face aux interrogations soulevées par la « révolution génomique », l'industrie française de la sélection génétique a pour défi de construire une organisation collective lui permettant de maintenir un système compétitif et efficace.

## Références bibliographiques

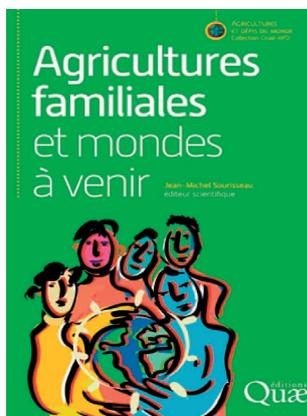
- Akerlof G., 1970, « The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism », *Quarterly Journal of Economics*, 84, 3, pp. 488-500.
- Akerlof G., 2005, *Explorations in Pragmatic Economics*, Oxford University Press.
- Audiot A., 1995, *Races d'hier pour l'élevage de demain*, Inra Éditions.
- Boichard D. *et al.*, 2012, « Genomic selection in French dairy cattle », *Animal Production Science*, 52, pp. 115-120.
- Christensen C. M., 1997, *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*, Harvard Business School Press.
- Christensen C. M., 2003, *The innovator's solution: creating and sustaining successful growth*, Harvard Business Press.
- Colleau J.-J., 1992, « L'amélioration génétique en France : le contexte et les acteurs. Les bovins laitiers », *Inra Productions Animales*, hors série, pp. 7-10.
- Fritz S., Capitan A., Djari A., Rodriguez S. C., Barbat A., Baur A., Grohs C., Weiss B., Boussaha M., Esquerre D., Flopp C., Rocha D., Boichard D., 2013, « Detection of haplotypes associated with prenatal death in dairy cattle and identification of deleterious mutations in GART, SHBG and SLC37A2 », *Plos one*, 8(6), e65550.

- Hocdé A., Joly P.-B., 2013, « Analyse Socio-économique des Impacts de la Recherche Publique Agricole : La sélection génomique bovine », Executive Summary ASIRPA, 8 pages, 21 janvier.
- Idele et Inra, 2011, *La révolution génomique animale*, Éditions France Agricole.
- Lauvie A., Couix N., 2012, « Diversité des formes de valorisation des populations animales locales et gestion des ressources génétiques animales », *Inra Productions Animales*, 25 (5), pp. 431-440.
- Manyika J. et al., 2013, *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, McKinsey Global Institute.
- Patry C., 2011, *Impacts of genomic selection on classical genetic evaluations*, thèse de doctorat AgroParisTech.
- Pluinage J., 1991, « Une loi d'exception : la loi sur l'élevage et son application », *Économie rurale*, n° 204, pp. 35-40.
- Shapiro C., Varian H. R., 1999, « Standards wars », *California Management Review*, 41, 2, pp. 8-32.



# Note de lecture

---



SOURISSEAU Jean-Michel (dir)  
*Agricultures familiales et mondes à venir*  
Quæ, 2014

2014 a été déclarée « année internationale de l'agriculture familiale » par les Nations Unies. 500 millions d'exploitations familiales à travers le monde représentent 40 % de la population active et sont à l'origine de 70 % de la production agricole mondiale. Cela invite à interroger, à l'échelle du globe, les importants défis qui pèsent sur ce modèle de production : développement inégal, insécurité alimentaire, raréfaction des ressources, croissance démographique, volatilité des prix des matières premières agricoles, ou encore problématiques liées aux investissements fonciers internationaux, à l'exode rural et l'urbanisation. Écrit pour mettre en valeur les travaux du CIRAD, *Agricultures familiales et mondes à venir* contribue à mieux cerner ces enjeux.

La première partie de l'ouvrage a pour ambition de définir l'agriculture familiale et d'en établir les contours conceptuels, tout en soulignant la diversité des réalités qu'elle recouvre. Dans le temps long, l'agriculture familiale a un caractère universel. Avec l'industrialisation et les progrès techniques, une modernisation très inégale s'opère dans le monde (chapitre 1). Suivant les contextes et les perspectives, la notion revêt un sens différent pour les acteurs (responsables politiques, agences internationales, ruraux ou citadins, etc.). J.-M. Sourisseau et ses coauteurs avancent

au contraire un critère strict (chapitre 2), de nature à faciliter l'analyse statistique. Ils considèrent ainsi que l'agriculture familiale se définit par un travail exclusivement familial, avec un lien indissociable entre la ferme et la famille. Cette partie aborde également les agricultures familiales en les comparant à d'autres modèles de production. Les critères de la gestion du capital, de l'accès au foncier, du travail et de la contribution au développement local, permettent de proposer une typologie distinguant agricultures « familiale », « patronale », « managériale » et « capitaliste » (chapitre 5).

Dans la seconde partie de l'ouvrage, plusieurs équipes de chercheurs font le point sur les problématiques du « développement ». L'analyse est menée au niveau des exploitations et des agroécosystèmes, puis à l'échelle du territoire. Les dynamiques d'organisation des agricultures familiales ont un rôle structurant en matière d'innovation et de capacité à s'adapter à la demande. Cette agriculture a aussi une place importante au sein de nombreuses filières du commerce international.

Dans un troisième temps, les stratégies de développement des pays du Sud – autosuffisance alimentaire, énergie, politiques sanitaires et gestion des ressources – sont

analysées au regard de la place des agricultures familiales. Soulignant à nouveau la diversité des situations en fonction des régions du globe, les auteurs mettent en valeur la vulnérabilité et les limites de cette agriculture, tout en insistant sur les nombreux atouts des exploitations familiales pour gérer durablement les ressources naturelles et répondre aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle.

Enfin, la dernière partie de l'ouvrage aborde, à travers quelques exemples, la question du conseil en développement agricole. Après une présentation de deux cas de « recherche pour l'innovation », les auteurs prennent du recul en insistant sur la nécessaire adaptabilité aux contextes locaux et sur l'importance de la faculté d'appropriation des acteurs. Les auteurs considèrent que la recherche doit aussi influencer la décision publique et contribuer à l'élaboration de politiques adaptées aux agricultures familiales, ainsi qu'à leur évaluation.

Forme d'agriculture la plus répandue dans le monde, l'agriculture familiale présente des atouts pour garantir l'avenir durable des campagnes. Mais ce modèle est aussi fragile. L'ouvrage convaincra le lecteur que la défense des intérêts de ce modèle de production, à l'échelle internationale, et le développement de la recherche, sont des enjeux de premier ordre, qui appellent la conception de politiques publiques pour ainsi dire « sur mesure ».

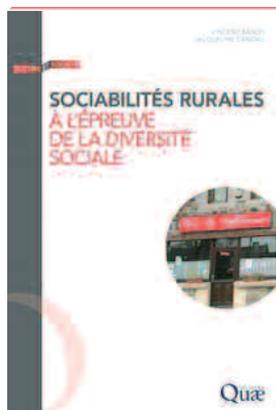
Diversifiée à l'extrême, l'agriculture familiale demeure, à l'issue du parcours que propose cet ouvrage, un objet difficile à cerner, dépendant des particularités économiques, culturelles et historiques locales. Mais les résultats accumulés confirment que ce concept permet de dépasser les seules considérations agricoles pour interroger les sociabilités rurales et le développement des territoires. La notion d'agriculture familiale permet ainsi de dessiner un programme de recherche prometteur : elle pourra, dans des travaux à venir, servir de levier pour mieux décrire et comprendre, par comparaison, d'autres formes d'agricultures qui lui sont souvent associées ou opposées (formes sociétaires, « agriculture de firme », etc.). De même, les agricultures des pays développés, et notamment les facteurs de leurs mutations, gagneraient à être analysés au prisme de cette forme d'organisation.

**Alexis Grandjean**

Chargé de mission Économie de  
la Production et Politiques Agricoles  
Centre d'études et de prospective  
MAAF  
alexis.grandjean@agriculture.gouv.fr

# Note de lecture

---



BANOS Vincent, CANDAU Jacqueline  
*Sociabilités rurales à l'épreuve de la diversité sociale*  
Quae, 2014

Ces dernières années, les questions de mixité sociale et de cohabitation des habitants ont surtout été abordées pour les espaces urbains, à commencer par les grands ensembles d'habitat collectif des banlieues. L'intérêt de cet ouvrage est d'appliquer cette problématique aux zones rurales et de montrer comment les campagnes, longtemps considérées comme des lieux privilégiés d'intégration et de sociabilité, sont elles aussi de plus en plus confrontées au brassage social. Comment les habitants de ces espaces et en particulier les agriculteurs, devenus très minoritaires, vivent-ils cette altérité ? Quels sont les principaux sujets de collaborations, ou de tensions, entre agriculteurs et autres catégories de résidents ? Quelles sont les opinions et représentations véhiculées par les uns et les autres, ainsi que leurs stratégies d'évitement ou leurs modalités de coopération ?

Pour répondre à ces questions, les auteurs, chercheurs à l'IRSTEA, ont réalisé plusieurs enquêtes, essentiellement en Dordogne, centrées sur des situations typiques de cohabitation : relations de voisinage, entraide locale, hébergement à la ferme, visites d'exploitations, vente directe et marchés, festivals des traditions rurales, réunions et animations publiques, etc. Le présent ouvrage fait plus

particulièrement suite à une recherche soutenue financièrement par la région Aquitaine, et qui a associé la chambre d'agriculture de la Dordogne et le lycée agricole de Périgueux.

Ils ont également utilisé plusieurs méthodes de recueil d'informations : analyse documentaire, entretiens ouverts, questionnaires plus fermés, et surtout observation participante. Leur cadre théorique, directement inspiré de la sociologie interactionniste et pragmatique, mobilise des auteurs comme Erving Goffman, Anselm Strauss, Isaac Joseph, et privilégie donc l'analyse des situations concrètes et quotidiennes d'échange. Ceci amène les deux auteurs à décrire, de façon très détaillée, les modalités de construction des occasions de co-présence, les ajustements normatifs et les négociations implicites entre acteurs, les tactiques des agriculteurs pour éviter les sujets qui fâchent et « ne pas perdre la face » lors de confrontations avec des militants écologistes ou des représentants du monde urbain.

V. Banos et J. Candau soulignent bien la grande diversité des initiatives favorisant les rencontres entre agriculteurs et non-agriculteurs, qu'elles soient portées par les collectivités locales, les organismes professionnels

ou les institutions touristiques. Toutes les occasions sont bonnes pour créer du lien entre agriculture et société, et pour multiplier les expériences de découverte du monde rural.

Mais ils indiquent aussi que ces interactions sont souvent superficielles, fuyantes, factices, plus de l'ordre de l'échange de sensations que du vrai débat contradictoire, et qu'au-delà d'une illusion temporaire d'harmonie sociale, elles ne contribuent pas à fabriquer un « monde commun ». Ruraux, néoruraux, urbains et rurbains n'ont pas vraiment le temps et la volonté de construire une vraie diversité sociale ; ils se contentent d'échanges ponctuels et temporaires, suffisants pour donner une impression de connaissance et d'altérité.

Les auteurs insistent aussi sur le fait que les agriculteurs craignent moins d'être critiqués par les résidents et visiteurs urbains que par des collègues de leur propre milieu. Les accusations qui portent le plus viennent des supposés alliés de leur monde professionnel, lequel est très divisé de l'intérieur.

Enfin et surtout, ils montrent que les espaces ruraux sont travaillés depuis les années 1980 par un double processus d'écologisation et de patrimonialisation, que fleurissent les discours enchantés et enchanteurs mettant en avant leur « naturalité » et « authenticité », et que le marketing territorial vend aux urbains mobiles du terroir stéréotypé et du paysan muséifié. Les agriculteurs du Périgord tombent eux-mêmes dans le piège de cette mythologie ruralisante en surjouant l'autochtonie, en construisant des décors « pour touristes », manières pour eux de défendre leur statut face à leurs visiteurs. Finalement, pour les auteurs, notre société de réseaux et de flux, qui met en scène et « met en désirs » ses campagnes, y juxtapose les particularités plus qu'elle n'intègre la diversité.

Cet ouvrage précis, clairement rédigé, bien documenté, est à recommander à tous ceux qui se posent des questions sur les mutations sociales et culturelles du monde rural, et en particulier sur les effets de la diversification sociodémographique de sa population. Il inté-

ressera aussi pour son aspect monographique, centré sur la Dordogne, département emblématique du réenchancement actuel des campagnes.

Au chapitre des regrets, on notera que les enquêtes utilisées dans cet ouvrage sont assez anciennes, puisqu'elles datent de 2004, et que les auteurs ne nous disent pas ce qui a changé entre la date du recueil des données sur le terrain et le moment de la rédaction du livre. Des actualisations partielles auraient, pour le moins, été nécessaires.

Ensuite, il nous semble que l'usage qui est fait de la notion de « diversité sociale » est assez imprécis, et trop variable. Pour la caractériser, les auteurs parlent, dans les premières pages, de toutes sortes d'occasions de rencontres, allant des plus stables et récurrentes (habitants installés, voisinage, cohabitation) au plus éphémères (visites de ferme, nuits en gîte rural, tourisme). En réalité, leur livre est bien plus consacré à la deuxième dimension, c'est-à-dire aux co-présences temporaires, aux rencontres à l'occasion de fêtes et de vacances.

Enfin, le cadre théorique choisi par les auteurs tend à étouffer leur objet d'étude, dans la mesure où ils essaient trop systématiquement et mécaniquement de faire entrer les phénomènes observés dans leur approche conceptuelle. Il est bien d'avoir une solide problématique et d'interpréter la réalité à travers des théories et des lectures, mais l'excès de référencements et de preuves académiques finit par nuire à la libre analyse des faits : il n'est pas sûr que Jürgen Habermas, Hannah Arendt ou Emmanuel Levinas soient si fondamentaux que cela pour comprendre les ruralités périgourdines. Ce surinvestissement conceptuel se traduit aussi par un style parfois un peu jargonnant : beaucoup de choses auraient pu être dites plus simplement...

**Bruno Héroult**

Chef du Centre d'études et de prospective

MAAF

[bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)

# Note de lecture

---



SÉRONIE Jean-Marie  
*L'agriculture française : une diva à réveiller ?*  
Quae, 2013

L'auteur de cet ouvrage, ingénieur agronome et expert-comptable, a eu des activités professionnelles fort variées, mais toujours dans le champ du conseil et de l'accompagnement des agriculteurs. Il est actuellement, entre autres, responsable de la veille économique du réseau CER-France. Il a souhaité, en écrivant cet essai, rassembler et ordonner ses expériences, proposer quelques idées et ainsi contribuer aux débats sur l'avenir de l'agriculture française.

Pour lui, notre agriculture est, comme certaines divas d'opéra, pleine de talents et de réussites, d'exigences et d'ambitions, mais après avoir été admirée et flattée dans le passé, elle risque de se trouver déconnectée de la réalité économique et de sombrer dans la dépression (partie 1). La diva eut de brillantes performances, pendant plusieurs décennies, grâce à la conjonction de quatre facteurs : un milieu naturel aux grandes potentialités ; la recherche agronomique et le progrès génétique ; le savoir-faire et l'implication des agriculteurs ; les politiques agricoles mises en œuvre. Nous serions à la fin de cette période faste, en perdant des places face à nos concurrents, d'où ce manque de confiance, ce discours permanent de

crise, cette peur de l'avenir de la part d'agriculteurs qui se sentent marginalisés, remis en cause dans leurs pratiques, et qui savent que leur métier va encore profondément changer.

Selon l'auteur, la reconquête nécessitera de relever cinq défis (partie 2). Tout d'abord celui de la mondialisation, de l'alignement sur les marchés internationaux, de la financiarisation et de l'accélération du rythme des échanges économiques. Ensuite celui du passage à une entreprise agricole flexible, résistante, collective, managée de façon stratégique et innovante. Troisièmement, il faudra « accepter des horizons agricoles » de plus en plus variés : apporteurs externes de capitaux, recours au salariat, gestion déléguée d'exploitation, consultants agronomes privés, etc. Le quatrième défi consistera à concilier adaptation au marché et gouvernance territoriale, à moderniser les structures de gestion, de représentation et de conseil. Enfin, J.-M. Séronie rappelle qu'il faudra gérer les contradictions découlant de la complexité croissante de notre société et les injonctions paradoxales adressées à l'agriculture : réconcilier quantité et qualité, productivité et environnement, nature et technologie, industriels et locavores.

Pour relever ces défis, il faudra d'après l'auteur engager des actions énergiques et soutenues au moins dans deux grands domaines (partie 3). En premier lieu, il conviendra de tout mettre en œuvre pour généraliser le modèle du chef d'entreprise agricole autonome : spécialisation des compétences, gestion des risques, flexibilité, stratégies locales d'alliance, externalisation de certaines tâches, diversification des activités, réduction du suréquipement, dépatrimonialisation, création de valeur, nouvelles sources de conseil, etc. Deuxièmement, J.-M. Séronie considère qu'il faut s'affranchir de la logique des années 1960, donc se libérer du concept « d'exploitation agricole familiale » en changeant la fiscalité actuelle (trop favorable aux immobilisations), en promouvant un nouveau « régime d'impôt sur les sociétés agricoles », en rendant le bail véritablement cessible de droit comme le sont les baux commerciaux, en favorisant une nouvelle gouvernance territoriale de l'agriculture.

En conclusion, l'auteur procède à quelques comparaisons internationales, et le bon état de santé des agricultures danoise et allemande l'amène à penser que leur modèle pourrait, aujourd'hui et demain, inspirer la France, à condition « d'accepter la réalité », « d'avoir confiance », de changer le « regard

que les agriculteurs portent sur eux-mêmes » et de considérer que le « nombre d'agriculteurs » est moins important que leur puissance économique effective.

Cet essai rapide et énergique, toujours clair et précis, est à recommander à tous ceux qui s'intéressent à la situation réelle de l'agriculture française, et à ses évolutions possibles dans les prochaines années. L'auteur y pose simplement et franchement des questions essentielles, loin des préjugés habituels, et propose des réponses tout aussi franches et directes. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, cette analyse sans concession ne porte pas au pessimisme et à l'inaction, mais elle incite au contraire à voir les choses de façon plus positive et constructive. Voilà un bon exemple de réflexions prospectives capables de sensibiliser les acteurs et de les mobiliser autour d'axes stratégiques pour les amener à prendre leur destin en main.

**Bruno Héroult**

Chef du Centre d'études et de prospective  
MAAF  
bruno.herault@agriculture.gouv.fr

# Note de lecture

---



BONJEAN Alain, SCHWOOB Marie-Hélène,  
LY Carole, BOINET Delphine  
*Nourrir 1,5 milliard de Chinois en 2030*  
De Boeck, 2014

Ce bon livre a été écrit par quatre auteurs qui connaissent parfaitement la Chine : Carole Ly est conseillère agricole à l'ambassade de France à Pékin ; Alain Bonjean y vit depuis une quinzaine d'années et y a développé les activités de Limagrain ; Marie-Hélène Schwoob, agronome et politologue, a réalisé de nombreuses enquêtes de terrain, complétées par une thèse sur l'autosuffisance alimentaire ; Delphine Boinet, spécialiste d'analyses géostratégiques, y accompagne les projets d'implantation d'entreprises agricoles et agroalimentaires européennes. L'ouvrage présente en détail les évolutions récentes du système agricole et alimentaire de ce pays, et ses perspectives pour les prochaines années. Mais à travers cette présentation, c'est une analyse d'ensemble des transformations de la société chinoise et de sa place dans le processus de mondialisation qui nous est proposée.

Le premier chapitre décrit les caractéristiques physiques, géographiques et pédo-climatiques de la Chine et insiste sur plusieurs fortes contraintes : la nécessité de s'adapter à un relief essentiellement montagneux, l'obligation de nourrir 20 % de la population mondiale avec un peu plus de 6 % des terres arables et la difficulté d'équilibrer « trois

Chine » qui coexistent (façade littorale, zone intérieure, grand Ouest). Les auteurs traitent ensuite des écarts de développement entre villes et campagnes et du gigantesque exode rural entamé dans les années 1980 (chap. 2). L'État y a d'abord répondu par une politique de lutte contre la pauvreté. Plus récemment, depuis une décennie, la ruée vers les villes s'accompagne d'un changement de profil des migrants et d'un renouveau des actions pour le développement des campagnes.

Ces mutations profondes ont contribué à l'émergence d'une large couche moyenne (chap. 3), porteuse de nouvelles conduites alimentaires, et de plus en plus sensible à la sûreté sanitaire comme aux enjeux environnementaux. Ce groupe social intermédiaire consomme moins de céréales, mais de plus en plus de légumes, de viandes et de produits laitiers. Le marché des produits transformés emballés croît rapidement, « et devrait dépasser celui des États-Unis en 2015 » (p. 50). Comme dans beaucoup d'autres pays, l'attrait pour le moins sucré, le moins gras, le plus naturel est de plus en plus marqué. Mais le grand défi est de passer de la sécurité alimentaire, globalement assurée, à la sûreté sanitaire, en améliorant les productions de qualité, les contrôles, la traçabilité,

l'étiquetage, etc. Ce souci d'une alimentation plus saine s'est traduit, au début des années 1990, par un attrait croissant pour les marques étrangères et par une ouverture aux importations, ces dernières étant également nécessaires du fait de la stagnation de la productivité et de la réduction relative des terres arables (chap. 4). Dans ce contexte, depuis le milieu de la décennie 2000, les questions d'autosuffisance alimentaire et de dépendance de l'étranger sont au cœur des débats politiques.

Les pages suivantes sont consacrées aux « leviers technologiques de la modernisation agricole » (chap. 5) : biotechnologies, mécanisation, fertilisation, traitement des effluents, lutte contre les pollutions. Il s'agit également de renforcer les systèmes de licence et de certification, et d'améliorer les processus de transformation. Ces innovations, ainsi que les priorités des autorités politiques, poussent au développement d'une agriculture professionnelle, avec la disparition des petites exploitations familiales (moins d'un hectare), des regroupements de terres, l'élévation du niveau de formation et la multiplication des coopératives (chap. 6). La stratégie actuelle du gouvernement vise aussi à étendre les partenariats internationaux, à soutenir la grande distribution et à défendre quelques champions nationaux de l'agro-alimentaire – ce qui suppose de commencer par réduire le nombre des structures industrielles existantes.

Enfin, les dernières pages (chap. 7) décrivent les échanges entre Chine, France et Union européenne, dégagent les opportunités offertes aux entreprises françaises et repèrent les

secteurs porteurs : eau, agro-machinerie, aliments du bétail, vignes, engrais et produits phytosanitaires, génétique animale, etc. Comme le précisent les auteurs, « s'il n'est pas d'ambition mondiale qui ne passe par la Chine, des obstacles d'accès au marché chinois existent » (p. 131). L'ensemble est complété par quatre intéressantes annexes, présentant successivement les apports historiques de la Chine à l'agriculture mondiale, la problématique actuelle de la protection de l'environnement, des conseils pour travailler avec des partenaires chinois et une dizaine de fiches filières.

À travers ce large panorama, le livre révèle bien la complexité de la situation chinoise actuelle, les nombreuses tensions et même contradictions que les dirigeants et professionnels ont à essayer de résoudre. Il montre l'imbrication des différentes composantes (économie, politique, technologie, valeurs culturelles, modes de vie, etc.) concourant au processus de modernisation et la diversité des trajectoires d'avenir possibles résultant du croisement de ces composantes. On retiendra aussi que l'ouvrage révèle bien le poids grandissant de la Chine dans la mondialisation, et les effets directement planétaires de ses choix nationaux. Ce pays n'est pas seulement partie prenante de cette globalisation, mais une cause déterminante de sa forme et de son contenu.

**Bruno Héroult**

Chef du Centre d'études et de prospective

MAAF

[bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)

# Abstracts and Key Words

---

## ***Crop diversification: how to foster it?***

Jean-Marc Meynard, Aude Charlier, François Charrier, M'hand Fares, Marianne Le Bail, Marie-Benoît Magrini et Antoine Messéan

During the second half of the 20<sup>th</sup> century, farms and territories in France have become increasingly specialized. There is a consensus that crop diversification would be necessary to reduce the use of inputs (pesticides, nitrogen fertilizers, irrigation water) and the associated environmental impacts. This article attempts to uncover the obstacles to crop diversification, which appear at different levels of the agro-industrial supply chain, in order to identify courses of action for public policy. We highlight a technological lock-in around the dominant crop species, which blocks – or at least, severely hampers – the development of minor species. This lock-in is characterized by a large number of interconnected obstacles, including availability of improved cultivars and of adequate plant protection patterns, scarcity of qualified references related to crop sequences, skills and knowledge acquisition, logistics constraints in collecting-and-storage firms, and problems of coordination in emerging partnerships between stakeholders. Technological lock-in around major species is however not inevitable. The article discusses a series of levers to encourage players in engaging a greater diversity of crops into their production system. It addresses a set of recommendations to the government on agricultural policy, new directions for R&D activities, and monitoring through statistics.

### **Key words**

Crop diversification, supply chain, coordination, lock-in, transition, research & development, field pea, linseed, hemp, legumes

---

## ***Social inequalities and food insecurity in France. A qualitative approach***

Florence Brunet, Pauline Kertudo, Benjamin Badia, Audrey Carrera et Florence Tith

In France, populations affected by food insecurity have various social profiles. To acquire further knowledge on their practices, we engaged in a qualitative survey based on in-depth interviews. It explores the reality of the constraints faced by households as regards food, and the strategies they mobilize and levers they activate to deal with it. Households' perception of food situation is not systematically correlated with the declared degree of food insecurity and varies according to several factors; the same for the use of food aid. We identify four contrasted modes of food constraint management, which are detailed here, with illustrations taken from the interviews.

### **Key words**

Food insecurity, food aid, most deprived, social insecurity

---

## ***Adaptation of agriculture to water resource availability. The example of Drôme des collines, France***

Gabrielle Rucheton, Sylvie Morardet, Pierre Ruelle, Jean-Louis Fusillier et Jacques Fabre

This paper presents the method and results of a study on the adaptation of agriculture to the available water resource in Drôme des Collines. This study aimed at answering the following questions: 1) What is the economic impact of the reduction of authorized water abstractions for irrigation on farms and food-processing sector? 2) What adaptation measures could be implemented to mitigate this economic impact?

In order to better understand the local stakes associated with water abstraction reform, a participatory approach was implemented, with a strong involvement of the consultancy team in the field and local stakeholders mobilization, including the farming community. This approach allowed the elaboration of a shared diagnosis about agriculture in Drôme des Collines, at the farm and food-processing sector levels. The impact of a reduction of authorized water abstractions (-40%) was simulated on key indicators (gross operating profit, farm production and water use). Adaptation measures proposed by local stakeholders were also considered and analysed in terms of impacts. Beyond the case of Drôme des Collines, the paper brings out methodological elements that can be transferred to other territories and puts in perspective the chosen approach with those of similar studies.

### **Key words**

Irrigation, quantitative water management, authorized water abstractions, agriculture, Drôme des collines, territory, economic impact

***Technological innovations to reduce food waste in the agri-food sector.  
An assessment of their acceptability in France***

Hélène Bourgade, Olivier Chartier, Elodie Cluzel, Nicolas Hémon, Patrice Dole, François Zuber

This contribution focuses on innovations to reduce food waste in distribution, catering and final consumption by households. Twenty-six packaging and food preservation technologies have been considered. The perception and conditions of adoption by consumers and by different actors in the food chain has been analyzed, so as to measure their attractiveness and acceptability taking into account future possible improvements within the next ten years.

**Key words**

Food waste, food waste reduction, technology, innovation, acceptability

---

***Marisa. An object-oriented analysis and design (OOAD)  
approach to sanitary risk management in the agro-food sector***

Ricardo de Gainza, Christine A. Romana, Julien Fosse

The optimization of monitoring systems is a major subject of concern for French institutions, in order to manage the emergence of new environmental health hazards. Such systems use many heterogeneous and specific concepts and operations are often fragmented across multiple actors. This paper proposes, as a contribution to the mastering of the complexity of health risk management, the use of object-oriented analysis (OOA) and the Universal Modeling Language (UML) to synthesize the knowledge of the experts and organize information. Four human and animal health hazards were modeled using this approach: bluetongue, marine shellfish toxins of microalgal origin, chlordecone and salmonella. Exposure situations and monitoring related activities were analyzed using OOA and modeled by means of UML classes and activities diagrams. Generalization of these models leads to a description of the exposure situation as a contact between an epidemiogenic system and a homogeneous group of exposure, and monitoring systems as feedback systems. The integration of different themes in a unified generic model allows to foresee an unified approach to monitoring and warning systems, in conceptual and institutional terms.

**Key words**

Environmental threats to health, public policies, monitoring and reporting, UML, class diagrams/objects

## ***Biofuels and flexible support policies in the USA: economics between theory and practice***

Pierre Claquin, Alexis Lemeillet, Elise Delgoulet

In the early 2000s, the development of biofuels production has accelerated, supported by ambitious public policies. Then, rising agricultural prices and increasing volatility sparked a debate about the alleged side-effects of these support policies. Some features of incorporation policies (binding constraints, etc.) raised criticism. However, US policies have implemented several devices which introduce flexibility, including derogations to goals initially set (waiver mechanism) and banking and trading of incorporation credits (RIN). The article describes these mechanisms and identifies the limits to their effectiveness in the current context (blend wall). It analyzes the economic patterns that underlie these devices. In spite of the extensive literature on the effects of biofuels on agricultural prices, the effects of flexibility devices are still understudied. But recent advances provide interesting insights and are reviewed here.

### **Key words**

Biofuels, United States, binding constraints, volatility, agricultural prices, flexibility, rigidity, economic analysis, waiver, trading, banking, NIR, RFS

---

## ***Pesticide use in French agriculture: changes in land use and the NODU indicator***

Nicolas Urruty, Jean Boiffin, Hervé Guyomard, Tanguy Deveaud

NODU indicator figures over the 2008-2012 period show the total use of pesticides in French agriculture is roughly constant since 2008 despite relatively important inter-annual variations. In this paper, we estimate and analyze the effect of agricultural land use changes on pesticide use from 1989 to 2012. To that end, we develop a methodology that allows us to link the NODU to agricultural land use. Empirical results show that land use changes had little impact on the NODU indicator between 2008 and 2012 because land use changes mainly correspond to substitutions among cultures with similar per-hectare pesticide use levels. Over the longer period, different substitution patterns occurred and the impact of land use changes on pesticide annual use was more important.

### **Key words**

Pesticides, agricultural land use, NODU index, France

## ***Genomics revolution: Impact of institutional and technological changes on the organization of bovine selection in France***

Mourad Hannachi

In the 1960s, the discovery of artificial insemination techniques was a turning point for procedures in genetic improvement. In France, to facilitate the adoption of this innovation, a law passed in 1966 allowed for the creation of a collective system of animal breeding which enabled the upgrade the French genetic potential to the upper international rank. The farm bill of 2006 marked a shift in the institutional organization of the sector, ending the monopoly of regional insemination centers and the public-private partnership management. At the same time, advances in bioinformatics and genetic engineering led to the development of a new breeding technique - the genomic selection. This article focuses on the case of cattle breeds in France, and addresses this biotechnological revolution and its institutional impacts. How the industry and the stakeholders reorganize themselves and how do they adapt themselves to this new framework? What are the challenges and risks facing the breeding sector?

### **Key words**

Genomics, biotechnology, innovation, cooperation, competition, bovine genetics, co-operatives



# Notes et études socio-économiques - Numéros parus

---

Retrouvez le texte intégral des articles et tous les sommaires de *Notes et Études Socio-Économiques* sur internet :

<http://agriculture.gouv.fr/centre-d-etudes-et-de-prospective>

- Rubrique **Publications du CEP > Notes et études socio-économiques**

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

- Rubrique **Publications > Notes et études socio-économiques**

Et abonnez-vous à l'alerte électronique en envoyant un message à l'adresse :

[revue-nese.sg@agriculture.gouv.fr](mailto:revue-nese.sg@agriculture.gouv.fr) avec le sujet « **abonnement** »

## N° 28 - septembre 2007

- Indicateurs de développement durable : un outil de diagnostic et d'aide à la décision
- Renforcer les politiques publiques agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre : pourquoi et comment ?
- Impact d'une libéralisation du commerce agricole entre l'Union européenne et la Turquie

## N° 29 - décembre 2007

- Les exploitations laitières : des situations régionales contrastées
- Les exploitations de bovins viande : une tendance à l'extensification
- Les exploitations de grandes cultures : la nécessaire maîtrise des coûts de production
- Les planteurs de betteraves spécialisés : des atouts pour gérer la transition

## N° 30 - mars 2008

- Assurer les calamités agricoles ?
- La gestion des risques en agriculture  
De la théorie à la mise en œuvre : éléments de réflexion pour l'action publique
- Gestion des risques de prix et de revenu en production porcine au Canada : quels enseignements pour la France ?
- Les marchés à terme agricoles en Europe et en France
- La gestion des risques appliquée à l'Aide Publique au Développement : la nécessité d'une politique globale de gestion des risques

## N° 31 - juillet 2008

- La mise en œuvre des DPU dans les états membres de l'Union européenne
- Le scénario central 2005-2012 du modèle MAGALI : application de la réforme de juin 2003
- Les effets de la réforme de la PAC sur la consommation d'eau agricole : simulation des impacts du découplage des aides

## N° 32 - mars 2009

- L'emploi et la compétitivité des filières de fruits et légumes : situation française et comparaison européenne
- La place du travail salarié dans la gestion des exploitations agricoles
- Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement

### **N° 33 - novembre 2009**

- L'évaluation *ex post* du PDRN : un regard instructif sur le passé pour améliorer l'avenir
- Le soutien à l'agroenvironnement en France sur la période 2000-2006
- Les politiques de développement des territoires ruraux

### **N° 34 - décembre 2010**

- La PAC et ses mécanismes actuels et futurs de régulation des marchés agricoles
- Ukraine : une approche comparée des dynamiques et performances économiques des structures agricoles
- Terres cultivables et terres cultivées : apports de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale

### **N° 35 - octobre 2011**

- L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction
- Le Conseil Scientifique de l'Agriculture Biologique identifie 8 priorités de recherche-développement
- Le Grenelle de l'environnement et la certification environnementale des exploitations agricoles : un exemple de conception participative
- Vers un affichage environnemental sur les produits alimentaires : contexte, enjeux et méthodes
- Essor et mutation de la production porcine dans le bassin nord-européen : émergence d'un modèle d'élevage transfrontalier inédit

### **N° 36 - juin 2012**

- L'analyse socio-économique à l'appui des politiques de gestion des risques sanitaires des aliments
- Analyse coût-bénéfice de la réglementation sur le confinement de la chrysome des racines du maïs
- Les modèles économiques et l'instabilité des marchés agricoles
- *Evidence-based policy* : de la médecine aux politiques agricoles ? les enjeux d'une approche méconnue en France
- L'utilisation de la donnée chiffrée dans le pilotage et l'évaluation des politiques publiques. Le cas des politiques de développement rural
- L'OCDE et les politiques agricoles : une analyse critique

### **N° 37 - janvier-juin 2013**

- Économies d'échelle et économies de gamme en production laitière
- Changement de paradigme et création de valeur ajoutée en agriculture : le cas des systèmes bovins herbagers économes du Bocage poitevin
- Quelle évaluation économique pour les services écosystémiques rendus par les prairies en France métropolitaine ?
- Le suivi des prix et des marges pour l'analyse de la formation des prix au détail des produits alimentaires
- La compétitivité agricole du Brésil : le cas des filières d'élevage

### **N° 38 - juin 2014**

- Émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole : coûts et potentiels d'atténuation, instruments de régulation et efficacité
- Protocole de Kyoto et marché carbone européen
- Coûts de transaction privés et adoption de mesures d'atténuation des émissions de GES
- Impacts des aléas climatiques en élevages bovin et ovin allaitants et demande de couverture assurantielle

## Recommandations aux auteurs

### ● Format

Les manuscrits sont présentés sous format Word ou Writer en police de taille 12. Ils ne dépassent pas 50 000 signes espaces inclus, y compris tableaux, graphiques, bibliographie et annexes.

Sur la première page du manuscrit doivent figurer :

- le titre de l'article ;
- le(s) nom(s) de(s) auteur(s) et leur(s) institution(s) ;
- le résumé de l'article (800 signes espaces compris) en français et en anglais ;
- trois à six mots-clés en français et en anglais.

Toutes les sources des chiffres cités doivent être précisées. Les sigles doivent être explicités. Lorsque l'article s'appuie sur une enquête, des traitements de données, etc., un encadré présentant la méthodologie est souhaité. Pour une meilleure lisibilité, les notes de bas de page doivent être limitées en nombre et en longueur.

Les références bibliographiques sont présentées ainsi :

- a** - Dans le texte ou les notes, chaque référence citée est constituée du nom de l'auteur et de l'année de publication entre parenthèses, renvoyant à la bibliographie en fin d'article. Par exemple : (Griffon, 2004).
- b** - À la fin de l'article, les références sont classées par ordre alphabétique d'auteurs et présentées selon les normes suivantes :
  - pour un ouvrage : nom de l'auteur, initiale du prénom, année, *Titre d'ouvrage*, ville, maison d'édition ;
  - pour un article : nom de l'auteur, initiale du prénom, année, « Titre d'article », *Revue*, n° de parution, mois, pages.

Seules les références explicitement citées ou mobilisées dans l'article sont reprises en fin d'article.

### ● Compléments pour mise en ligne de l'article

Dans la perspective de la publication de l'article sur le site internet du CEP et toujours selon leur convenance, les auteurs sont par ailleurs invités à :

- adresser le lien vers leur(es) page(s) personnelle(s) à caractère « institutionnelle(s) » s'ils en disposent et s'ils souhaitent la(les) communiquer ;
- communiquer une liste de références bibliographiques de leur choix utiles pour, contextualiser, compléter ou approfondir l'article proposé ;
- proposer une liste de lien vers des sites Internet pertinents pour se renseigner sur le sujet traité ;
- proposer, le cas échéant, des annexes complémentaires ou des développements utiles mais non essentiels (précisions méthodologiques, exemples, etc.) rédigés dans la phase de préparation de l'article mais qui n'ont pas vocation à intégrer la version livrée, limitée à 50 000 caractères. Ces compléments, s'ils sont publiables, viendront enrichir la version Internet de l'article.

### ● Procédure

Tout texte soumis est lu par au moins 3 membres du comité de rédaction. Deux fiches de lecture rédigées par un des membres du comité de rédaction et par un expert extérieur sont transmises aux auteurs. La décision de publication est prise collectivement par le comité de rédaction. Tout refus est argumenté.

Les manuscrits sont à envoyer, en version électronique uniquement, à :

- Florent Bidaud, secrétaire de rédaction : [florent.bidaud@agriculture.gouv.fr](mailto:florent.bidaud@agriculture.gouv.fr)
- Bruno Héroult, rédacteur en chef : [bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)

### ● Droits

En contrepartie de la publication, l'auteur cède à la revue *Notes et Études Socio-Économiques*, à titre exclusif, les droits de propriété pour le monde entier, en tous formats et sur tous supports, et notamment pour une diffusion, en l'état, adaptée ou traduite. À la condition qu'il demande l'accord préalable à la revue *Notes et Études Socio-Économiques*, l'auteur peut publier son article dans un livre dont il est l'auteur ou auquel il contribue à la condition de citer la source de première publication, c'est-à-dire la revue *Notes et Études Socio-Économiques*.

## *Notes et études socio-économiques*

Tous les articles de *Notes et Études Socio-Économiques* sont téléchargeables gratuitement sur :

<http://agriculture.gouv.fr/centre-d-etudes-et-de-prospective>

- Rubrique **Publications du CEP > Notes et études socio-économiques**

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

- Rubrique **Publications > Notes et études socio-économiques**

Abonnement à l'alerte électronique en envoyant un message à l'adresse :

[florent.bidaud@agriculture.gouv.fr](mailto:florent.bidaud@agriculture.gouv.fr) avec le sujet « **abonnement** »

### ***Notes et études socio-économiques***

Ministère de l'Agriculture,  
de l'Agroalimentaire et de la Forêt  
Secrétariat Général  
Service de la Statistique et de la Prospective  
Centre d'études et de prospective

#### **Renseignements :**

Service de la Statistique et de la Prospective  
Centre d'Études et de Prospective  
12, rue Henri-Rol-Tanguy -  
TSA 70007 -  
93555 Montreuil sous Bois Cedex

#### **Diffusion :**

Service de la Statistique et de la Prospective  
Bureau des ventes - BP 32688  
31326 - Castanet Tolosan cedex

**Vente au numéro :** [agreste-ventes@agriculture.gouv.fr](mailto:agreste-ventes@agriculture.gouv.fr)  
fax : 05.61.28.93.66

**Abonnement :** tél. : 05.61.28.93.05