

PROSPECTIVE AGRICULTURE ÉNERGIE 2030

L'AGRICULTURE FACE AUX DÉFIS ÉNERGÉTIQUES



CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE

Secrétariat général – Service de la Statistique et de la Prospective
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche,
de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

2010

PROSPECTIVE *AGRICULTURE ÉNERGIE 2030*

L'AGRICULTURE FACE AUX DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

Conception graphique Clémence Passot

Pour citer ce rapport, merci d'utiliser la référence suivante :

Vert J., Portet F., (coord.), *Prospective Agriculture Énergie 2030.*

L'agriculture face aux défis énergétiques, Centre d'études et de prospective, SSP,
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité
et de l'Aménagement du Territoire, 2010.

PROSPECTIVE *AGRICULTURE ÉNERGIE 2030*

L'AGRICULTURE FACE AUX DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

Coordination

Julien Vert et Fabienne Portet

(Centre d'études et de prospective, SSP, MAAPRAT)

Équipe-projet

Marie-Aude Even, Bruno Hérault,

Céline Laisney et Thuriane Mahé

(Centre d'études et de prospective, SSP, MAAPRAT)

Avec les contributions

des membres du groupe *Agriculture Énergie 2030* et du CEP

Le rapport *Agriculture Énergie 2030* ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Il n'engage que ses auteurs.

REMERCIEMENTS

Le Centre d'études et de prospective du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire tient à remercier chaleureusement les membres du groupe *Agriculture Énergie 2030* pour leur participation très active à cet exercice et pour leurs expertises apportées tout au long de ce travail :

Delphine Antolin, Gilles Bazin, Pascal Blanquet, Jacques Blondy, Martin Bortzmeyer, Fabrice Bouin, Lucien Bourgeois, Karine Brulé, Arnaud Camuset, Xavier Cassedanne, Hélène Chambaut, Michael Chariot, Julie Colomb, Karine Daniel, Marc Delporte, Marie Dubois, Valéry Elisseeff, Alain Féménias, Édouard Forestie, Christine Fortin, Cédric Garnier, Marc Gillmann, Ariane Grisey, Pierre Guiscafne, Jean-Luc Gurtler, Florence Jacquet, Jean Jaujay, Laurent Klein, Marie de Lattre-Gasquet, Catherine Macombe, Michel Marcon, Aurélien Million, Jérôme Mousset, Pierre Papon, Jean-Luc Pelletier, Xavier Poux, François Purseigle, Etienne Regnaud, Tayeb Saadi, Sébastien Treyer, Dominique Tristant, Antonin Vergez, Lionel Vilain et Anne-Sophie Wepierre.

Nous remercions également l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) qui a mis à notre disposition l'outil Climaterre, et Sylvain Doublet du bureau d'études Solagro qui a réalisé les chiffrages des scénarios dans le cadre d'une prestation pour le MAAPRAT et l'ADEME, contribuant ainsi à préciser les réflexions du groupe.

Merci également à l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, qui nous a apporté une aide précieuse en mettant ses locaux à notre disposition.

Nous remercions enfin tous les collègues du MAAPRAT et tous les partenaires externes qui ont été associés à cette prospective et ont permis sa réalisation.

AVANT-PROPOS



L'agriculture, comme toute activité économique, consomme de l'énergie, aujourd'hui majoritairement d'origine fossile. Mais elle est une des rares activités humaines qui soit aussi productrice d'énergies, grâce à la photosynthèse, sous forme de denrées et calories alimentaires, mais aussi de plus en plus sous forme de produits ayant directement ou indirectement une vocation énergétique (biomasse, biocarburants, biomatériaux).

L'évolution de l'agriculture depuis un demi-siècle s'est faite en consommant de plus en plus d'intrants pour augmenter la production et satisfaire les besoins croissants des populations. Les grands défis des décennies passées ont été relevés et les agriculteurs ont largement contribué à l'amélioration de nos conditions de vie. Mais notre agriculture reste fortement dépendante de sources d'énergies non renouvelables, ce qui constitue un enjeu d'avenir majeur pour la compétitivité de nos exploitations, la durabilité de l'agriculture et la sécurité de nos approvisionnements alimentaires.

Face à l'épuisement des ressources fossiles et à la montée de la menace climatique, le ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche s'est déjà fortement mobilisé. L'agriculture devra en effet non seulement faire évoluer ses pratiques pour préserver l'environnement et réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais également développer des énergies renouvelables pour atténuer la dépendance de nos économies aux énergies fossiles. C'est le double objectif poursuivi par le plan de performance énergétique (PPE), qui permettra, dès 2013, d'atteindre un taux de 30 % d'exploitations agricoles à faible dépendance énergétique. C'est plus généralement le sens de mon action pour une agriculture durable qui démontre quotidiennement sa capacité à préserver la richesse des écosystèmes, à desserrer la contrainte énergétique et à sécuriser les productions tout en consommant moins d'intrants.

Mais au-delà des mesures déjà mises en œuvre, il est indispensable que l'action publique se donne les moyens d'élaborer et de partager des visions de long terme. Parce que les problèmes d'aujourd'hui sont en partie dus à l'imprévision d'hier, j'ai souhaité dès mon arrivée dans ce ministère renforcer ses capacités d'analyse et d'anticipation en y créant un Centre d'études et de prospective (CEP).

Agriculture Énergie 2030 a été l'un des premiers chantiers majeurs du CEP. Basé sur un groupe de travail d'une quarantaine de personnes issues de structures et disciplines variées, cet exercice a débouché sur la formulation de quatre scénarios d'évolution de l'agriculture française et de ses liens avec les enjeux énergétiques au cours des vingt prochaines années. Cette exploration des futurs possibles doit permettre à l'ensemble des acteurs du monde agricole de prendre conscience des difficultés à venir, mais aussi et surtout des opportunités à saisir. Se dégagent ainsi des objectifs et des leviers pour l'action publique en matière de réduction de la dépendance de l'agriculture aux énergies fossiles, de production durable d'énergies renouvelables et de déploiement d'activités de recherche et de conseil adaptées. Autant d'orientations stratégiques que je souhaite maintenant approfondir avec l'ensemble des parties prenantes.

Bruno Le Maire

SOMMAIRE

Remerciements	5
Avant-propos, par Bruno Le Maire	6
Résumé	10
Introduction	12

1. AGRICULTURE ET ÉNERGIE : UN OBJET DE PROSPECTIVE

1.1. L'énergie au cœur de l'agriculture française	16
Prix de l'énergie et coûts de production	16
Volatilité des prix agricoles et de l'énergie	17
Énergie, localisation des activités de production et organisation des filières	18
Énergie et climat : des enjeux complémentaires	20
1.2. Les consommations d'énergie directe et indirecte par l'agriculture	21
Sources des données et méthodes d'estimation	21
Consommation d'énergie directe par l'agriculture	22
Énergie indirecte en agriculture	25
Des marges de progrès dans tous les systèmes de production	26
1.3. L'agriculture française productrice d'énergies renouvelables (EnR)	28
Évolution de la production d'EnR en France	28
Production d'EnR par le secteur agricole	29
De nombreuses incertitudes pour le développement futur des EnR agricoles	30
1.4. Agriculture Énergie 2030 : une démarche collective et systémique	34
L'énergie dans les exercices de prospective sur l'agriculture	34
Pourquoi la méthode des scénarios ?	35
Le groupe <i>Agriculture Énergie 2030</i>	37
Le cadrage de l'exercice et le système <i>Agriculture Énergie 2030</i>	38

2. QUATRE SCÉNARIOS À L'HORIZON 2030

2.1. La méthode des scénarios	44
Les étapes de la méthode des scénarios	44
Le statut des scénarios	46
2.2. Outil de chiffrage des scénarios	47
Présentation de l'outil	47
La « ferme France » en 2006 (valeurs de référence)	48
Paramétrage des scénarios	49
2.3. Les quatre scénarios	51
Scénario 1. Territorialisation et sobriété face à la crise	52
Scénario 2. Agriculture duale et réalisme énergétique	62
Scénario 3. Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	70
Scénario 4. Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	78
Synthèse des scénarios	86

3. ORIENTATIONS STRATÉGIQUES ET PISTES D'ACTION

3.1. Comparaison des scénarios	90
Des économies d'énergie dans tous les scénarios	90
Les consommations d'énergie indirecte : de forts écarts entre scénarios	91
Les énergies directes sont aussi un poste clef	94
Les émissions de gaz à effet de serre par la « ferme France »	94
3.2. Pistes d'action	96
Quatre objectifs généraux déclinés en objectifs opérationnels	96
Stratégies d'action par scénarios	99
Vers des stratégies « sans regret »	103
PROLONGEMENTS	128
ANNEXES	130

RÉSUMÉ

Bien que relativement peu étudiée, la question énergétique en agriculture est un enjeu d'avenir majeur, de par ses conséquences économiques pour les exploitations, ses liens aux questions environnementales et climatiques, et son influence sur l'organisation des filières et l'aménagement des territoires. L'évolution du contexte énergétique global est incertaine à moyen terme et les capacités d'adaptation du secteur agricole français seront stratégiques pour le maintien d'une agriculture performante et durable. Les exploitations agricoles sont en effet dépendantes de sources extérieures d'approvisionnement (pétrole, gaz) mais aussi – c'est moins connu – d'énergies indirectes à travers les engrais minéraux ou les tourteaux importés pour l'alimentation animale. En outre, l'agriculture est en mesure de participer aux objectifs nationaux de lutte contre le réchauffement climatique en produisant des énergies renouvelables et en séquestrant du carbone dans les sols.

La prospective *Agriculture Énergie 2030* repose sur les travaux du groupe éponyme piloté par le Centre d'études et de prospective du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Le travail, résumé ici, comprend dans un premier temps un diagnostic des liens entre l'agriculture et l'énergie en France. Puis quatre scénarios prospectifs décrivent les évolutions probables de notre agriculture dans différents contextes énergétiques à l'horizon 2030.

Dans le scénario 1 « Territorialisation et sobriété face à la crise », une importante crise énergétique mondiale frappe l'agriculture simultanément à une rupture institutionnelle forte en France. Le secteur s'adapte par une relocalisation des systèmes de production, des modèles agricoles plus économes en énergie et ancrés dans les territoires.

Les effets de la politique agricole (baisse des budgets et plus forte rémunération des services environnementaux) sont très marqués dans le scénario 2 « Agriculture duale et réalisme énergétique ». Dans un contexte de forte volatilité des prix de l'énergie et de libéralisation accrue des échanges internationaux, deux types d'agriculture se développent en France : une « agriculture d'entreprise » et une « agriculture multifonctionnelle ».

Les facteurs externes sont moins dominants dans le scénario 3 « Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte » où les exigences des consommateurs en matière de santé guident l'agriculture vers un modèle de production intégrée, visant avant tout la réduction des pesticides et dans lequel l'énergie n'est pas la priorité.

Dans le scénario 4 « Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie », les effets du réchauffement climatique et les turbulences sur le marché du pétrole font l'effet d'alertes et conduisent à un large mouvement de transition écologique. L'agriculture connaît une profonde évolution vers de nouveaux modèles de production à plus faible impact climatique et environnemental, soutenue par une politique agricole réformée.

Ces scénarios ne constituent pas un panorama exhaustif des évolutions possibles du couple agriculture-énergie. En particulier, ils n'explorent pas des ruptures énergétiques ou climatiques majeures, par nature imprévisibles mais qu'on ne peut toutefois pas écarter. Les scénarios ne sont que des images stylisées de l'avenir aidant à prendre conscience des difficultés et problèmes futurs ou, inversement, des opportunités à saisir. Ils ont permis d'alimenter la phase d'analyse stratégique qui a conclu l'exercice en dégageant des objectifs généraux et des leviers

pour l'action publique. Ces objectifs concernent la réduction des consommations d'énergie fossile, tant au niveau des exploitations que des bassins de production, l'amélioration de l'efficacité énergétique des exploitations, des filières et des territoires, la production d'énergies renouvelables et le déploiement d'activités de recherche, de formation et de conseil adaptées.

Les consommations d'énergie directe et indirecte de la « ferme France » varient fortement d'un scénario à l'autre, illustrant les importantes marges de manœuvre disponibles pour réduire les consommations d'énergie fossile de l'agriculture. Ainsi, le développement de la méthanisation agricole, la réduction de la dépendance à l'azote minéral, l'amélioration de l'autonomie protéique de la « ferme France », la réduction des consommations de fioul ou l'optimisation de la logistique des produits alimentaires apparaissent comme des éléments clés.

Des efforts de recherche devraient accompagner ces évolutions, notamment en réorientant l'amélioration variétale (céréales réclamant moins d'azote, protéagineux à haut rendement) et en travaillant sur la performance énergétique des systèmes de production (production intégrée, agriculture biologique, systèmes herbagers, techniques alternatives au labour, etc.) et des circuits de distribution. La gouvernance de la R&D devrait être repensée pour améliorer la diffusion des innovations. Enfin, la formation aux enjeux énergétiques et aux pratiques économes des agriculteurs et des conseillers agricoles, mais aussi d'autres acteurs des collectivités locales et des filières agroalimentaires (amont et aval), constitue la clé de voûte de toute stratégie efficace.

La prospective *Agriculture Énergie 2030* invite à sortir du « court-termisme ». La thématique de l'énergie est en effet trop souvent considé-

rée comme un enjeu conjoncturel, dont on peut se détourner lorsque la contrainte économique paraît moins forte ou que d'autres enjeux semblent plus urgents. En réalité, l'énergie constitue un enjeu structurel pour les exploitations agricoles et touche à leur compétitivité, leur durabilité, leur capacité à diversifier leur revenu et à répondre aux nouvelles demandes de la société.

Au cours de ce travail, de nombreuses incertitudes sont apparues et des données ont manqué à la réflexion : ces « zones d'ombre » sont autant de pistes de recherche pour des travaux complémentaires, sur des thèmes dont l'exercice *Agriculture Énergie 2030* a montré l'importance. Ainsi, il convient de développer les connaissances sur les bilans énergétiques tout au long des filières agricoles. Peu d'études se sont intéressées jusqu'à présent à la logistique des produits agricoles et alimentaires, et à son contenu énergétique. En particulier, les travaux en cours sur le développement des circuits courts de commercialisation des produits agricoles ne devraient pas négliger cet aspect. Les connaissances sur les consommations d'énergie indirecte, notamment pour l'alimentation animale, devraient aussi être développées. De manière plus globale, les comparaisons de bilans énergétiques entre exploitations agricoles doivent être poursuivies et améliorées pour mieux comprendre les écarts de consommation et d'efficacité énergétique selon les systèmes de production.

La prospective *Agriculture Énergie 2030* conduit donc à considérer l'avenir comme ouvert et à construire. Elle éclaire les défis et les opportunités que soulève la question énergétique en agriculture et se veut ainsi un outil d'alerte et de mise en débat qui doit permettre à l'ensemble des acteurs de définir une stratégie cohérente et ambitieuse face aux défis énergétiques.

INTRODUCTION

Sans être toujours considéré comme prioritaire, le thème de l'énergie est régulièrement d'actualité pour le secteur agricole. Ces dernières années, il a été à plusieurs reprises au cœur des débats, sous des angles variés. En 2008, l'augmentation du prix du pétrole a affecté l'ensemble des acteurs économiques, y compris les exploitations agricoles, qui ont vu le fioul domestique atteindre le pic des 100€/hectolitre, jamais atteint depuis 1985. Pour 2009, le bilan énergétique de la France¹ a révélé des résultats encourageants pour le secteur agricole : les consommations de produits énergétiques (produits pétroliers, électricité et gaz naturel) étaient en baisse de 3%, après une hausse de 2% en 2008. Mais la « ferme France² » consomme aussi des produits énergétiques de manière indirecte, c'est-à-dire via les intrants agricoles, qui ne sont pas pris en compte dans ce bilan. Plus récemment, en 2010, c'est le tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque produite sur les exploitations agricoles qui a fait l'objet de discussions au sein de la profession comme dans les médias.

Au-delà des enjeux actuels, la question de l'énergie invite à se projeter dans le futur, tant l'évolution du contexte au niveau mondial est marquée par de fortes incertitudes : alors que le niveau des réserves de pétrole exploitables est l'objet de controverses, de nouvelles sources d'énergie apparaissent qui pourraient modifier le marché à plus ou moins long terme. Par ailleurs, la montée en puissance de la question climatique dans les politiques nationales et internationales ne manquera pas d'affecter les comportements de consommation des acteurs économiques. Le développement des énergies renouvelables est certes bien amorcé et l'agriculture est particulièrement sollicitée pour la production de biocarburants, mais diverses incertitudes subsistent encore, en particulier d'ordres technologique, environnemental et politique.

Les capacités d'adaptation de l'agriculture française à ces défis énergétiques seront déterminantes pour l'avenir du secteur. C'est la raison pour laquelle le Centre d'études et de prospective (CEP) du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire a inscrit ce sujet à son programme de travail, en choisissant d'en faire une de ses priorités. En quoi la transformation de la donne énergétique agira-t-elle sur les conditions d'exercice des activités agricoles ? Comment les acteurs du secteur feront-ils face à la transition énergétique ? Inversement, comment l'évolution des pratiques agricoles influera-t-elle sur la production et la consommation d'énergie au niveau national ? Pour répondre à ces questions, le CEP a réuni régulièrement, au cours d'une année, une quarantaine d'acteurs de compétences diverses, en leur demandant d'évaluer le contexte actuel mais aussi d'anticiper les principales tendances ou ruptures à venir et de proposer des pistes d'action.

1. CGDD, SoeS, *Bilan énergétique de la France pour 2009*, MEDDTL, juin 2010.

2. C'est-à-dire l'ensemble des exploitations agricoles sur le territoire.

Les études consacrées aux perspectives d'évolution du contexte énergétique ne manquent pas. En revanche, celles qui s'intéressent aux interactions entre énergie et agriculture sont plus rares. Le présent rapport constitue, en la matière, le premier exercice global de simulation des futurs probables à l'horizon d'une vingtaine d'années.

La prospective est une démarche intéressante, non seulement pour faire l'état des lieux des connaissances disponibles sur le sujet, mais aussi pour tester les orientations et marges de manœuvre de l'action publique. Ce faisant, l'essentiel n'est pas tant d'imaginer en détail tout ce qui pourrait arriver demain – exercice vain – que d'anticiper à grands traits les principaux futurs probables afin d'entretenir nos capacités d'action face à ce qui arrivera réellement. Toute prospective est foncièrement politique et liée à « l'art de gouverner » : ne pas se préoccuper de l'avenir lointain serait se condamner aux soucis immédiats.

Au-delà des enseignements qu'un tel exercice peut fournir à une administration gouvernementale, il s'agit de contribuer à aider l'ensemble des acteurs des secteurs agricoles et para-agricoles à préparer leurs stratégies d'adaptation aux problèmes de demain. La diffusion des réflexions du groupe *Agriculture Énergie 2030* devrait en outre permettre de sensibiliser un public plus large et diversifié.

Dans la première partie, il s'agira de bien cerner les enjeux actuels, en précisant la nature des liens entre agriculture et énergie (section 1.1) et en faisant le point sur les connaissances disponibles (section 1.2 et 1.3). Sur la base de ce diagnostic, on identifiera ensuite les variables pertinentes pour saisir les dynamiques évolutives du système agriculture-énergie (section 1.4).

La deuxième partie sera consacrée à l'anticipation proprement dite. Pour commencer, on rappellera les temps forts de toute démarche prospective ainsi que les principales étapes de la méthode des scénarios (section 2.1). Les pages suivantes présenteront un outil de chiffrage et de contrôle de la production et des consommations d'énergie de la « ferme France » (section 2.2). Nous terminerons par la présentation et le récit détaillé des quatre scénarios construits par le groupe (section 2.3).

Cette démarche exploratoire ne constitue pas un but en soi, mais seulement un moyen de sensibiliser les acteurs aux défis futurs et de les inciter à prendre les bonnes décisions, au bon moment. Toute prospective doit donc être couplée avec une analyse stratégique, afin de nous renseigner sur les moyens d'actions disponibles, dans des contextes très variés d'évolution (partie 3). Dans un premier temps, le chiffrage des scénarios permettra de les comparer et d'identifier les ressources et les marges de manœuvre offertes aux acteurs (section 3.1). On présentera ensuite une série d'objectifs pouvant guider l'action publique ainsi que diverses pistes pour les atteindre (section 3.2).

1.

AGRICULTURE ET ÉNERGIE : UN OBJET DE PROSPECTIVE

1.1. L'énergie au cœur de l'agriculture française

Prix de l'énergie et coûts de production
Volatilité des prix agricoles et de l'énergie
Énergie, localisation des activités de production
et organisation des filières
Énergie et climat : des enjeux complémentaires

1.2. Les consommations d'énergie directe et indirecte par l'agriculture

Sources des données et méthodes d'estimation
Consommation d'énergie directe par l'agriculture
Énergie indirecte en agriculture
Des marges de progrès dans tous les systèmes de production

1.3. L'agriculture française productrice d'énergies renouvelables (EnR)

Évolution de la production d'EnR en France
Production d'EnR par le secteur agricole
De nombreuses incertitudes pour le développement futur
des EnR agricoles

1.4. *Agriculture Énergie 2030* : une démarche collective et systémique

L'énergie dans les exercices de prospective sur l'agriculture
Pourquoi la méthode des scénarios ?
Le groupe *Agriculture Énergie 2030*
Le cadrage de l'exercice et le système *Agriculture Énergie 2030*

1.

AGRICULTURE ET ÉNERGIE : UN OBJET DE PROSPECTIVE

Le panorama des liens entre agriculture et énergie (section 1.1) ainsi que le bilan des connaissances disponibles (section 1.2 et 1.3) montrent clairement l'intérêt de travailler sur ces sujets et de renouveler l'analyse en les appréhendant dans leur globalité, non plus sous un angle sectoriel ou disciplinaire, mais en adoptant l'approche systémique de la prospective. La définition des variables pertinentes et la construction du système à étudier ont clos cette première phase du travail (section 1.4).

1.1 L'ÉNERGIE AU CŒUR DE L'AGRICULTURE FRANÇAISE

Le diagnostic qui suit est issu d'un travail préalable de recherche documentaire et d'analyse de données qui s'est conclu par un séminaire public, le 18 mars 2009, sur « L'agriculture et la pêche face à la nouvelle donne énergétique »¹. Il ne vise pas l'exhaustivité, mais simplement à situer les principaux enjeux énergétiques et leurs ordres de grandeur dans le secteur agricole.

Prix de l'énergie et coûts de production

L'agriculture est tout d'abord consommatrice d'énergies fossiles, de façon *directe* et *indirecte* (voir section 1.2); elle est donc structurellement dépendante de sources extérieures d'approvisionnement. Le prix des énergies fossiles influe sur le secteur agricole *via* les coûts de production. Les comptes nationaux de l'agriculture² indiquent ainsi que le poste « énergie et lubrifiants » constitue 8,3 % des consommations intermédiaires hors intraconsommations en 2009. Cette part est de 13,1 % pour les engrais et de 21,6 % pour les aliments pour animaux achetés. Certains de ces intrants voient leurs prix fluctuer avec ceux du pétrole. C'est évidemment le cas pour le fioul utilisé comme carburant pour les tracteurs, mais aussi pour les engrais azotés dont la fabrication nécessite une quantité importante de gaz naturel. La défiscalisation des consommations intermédiaires de produits énergétiques dont bénéficie le secteur agricole en France (voir encadré 4), en supprimant le mécanisme d'amortisseur fiscal, fait ressentir fortement les hausses des prix pour les agriculteurs. Entre 2006 et 2008, cette hausse des prix du pétrole s'est traduite en France par une augmentation de 46 % des prix des carburants et lubrifiants, de 62 % pour les engrais et de 38 % pour l'alimentation animale achetée. Pour la « ferme France », ces postes représentent environ 15 milliards d'euros en

1. <http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/prospective-evaluations/agriculture-energie-2030>

2. Commission des comptes de l'agriculture de la nation, *Les comptes nationaux provisoires de l'agriculture en 2009*, 2010.

2008, soit environ le quart des consommations intermédiaires agricoles. La maîtrise des consommations énergétiques est donc avant tout un enjeu économique pour les exploitations. Pour certaines filières, il s'agit aussi d'un facteur clé de compétitivité : on pense par exemple aux serres horticoles et maraîchères, pour lesquelles l'énergie représente jusqu'à 40% des coûts de production.

Volatilité des prix agricoles et de l'énergie

Conséquence de l'impact sur les coûts de production, le prix des énergies fossiles est un déterminant, parmi d'autres, des prix agricoles internationaux. La crise de 2006-2008 s'est caractérisée par la hausse simultanée des cours des produits alimentaires et de l'énergie³, ce qui constitue un phénomène nouveau sur les marchés internationaux (voir figure 1). Depuis, les deux marchés ont évolué de manière décorrélée.

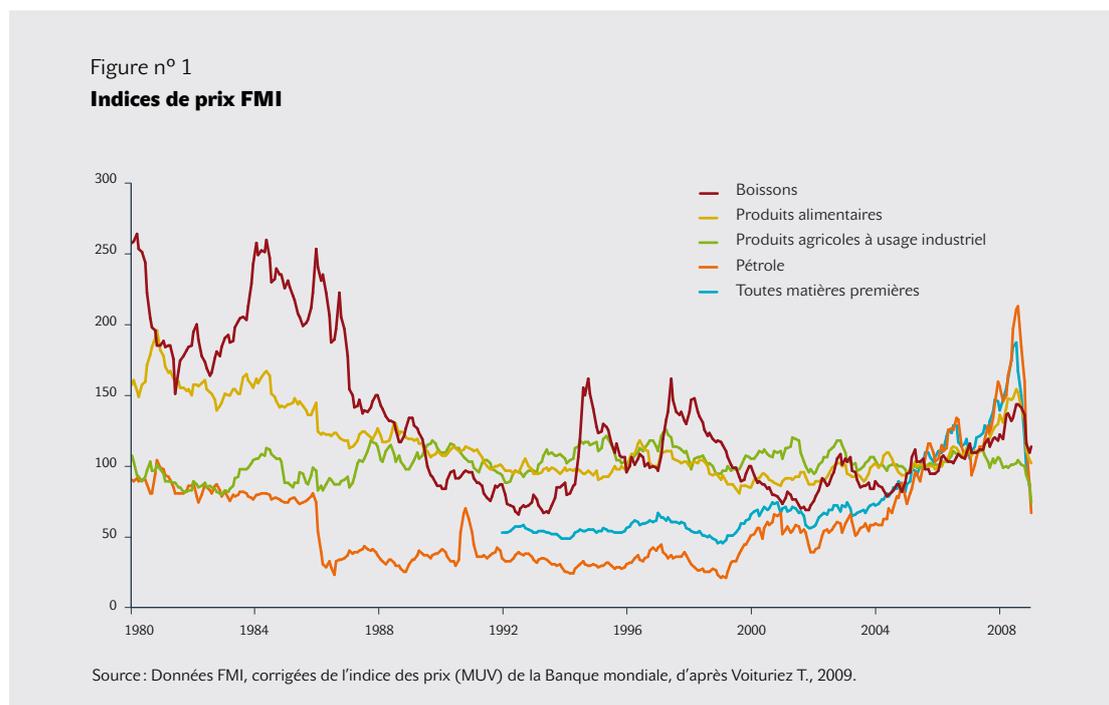
Le poids relatif du prix du pétrole sur la formation des prix agricoles, par rapport à d'autres facteurs tels que l'offre et la demande mondiales de produits alimentaires, les surfaces cultivables disponibles ou l'évolution des rendements, est sujet à controverses. Néanmoins, pour certains, l'influence du prix des énergies fossiles sur les marchés de produits agricoles est appelée à croître⁴. L'évolution future de ces marchés fait l'objet de nombreuses incertitudes : renouvellement du cadre de régulation financière, évolution de la demande des pays émergents en produits alimentaires et énergétiques, etc. Par ailleurs, les biocarburants créent un nouveau lien entre prix agricoles et prix du pétrole. Leur volume de production dépend en effet partiellement du rapport de prix entre matières premières agricoles et pétrole, et ce volume est en retour susceptible de modifier les prix agricoles sur les marchés internationaux. Le rôle des biocarburants dans la flambée des prix agricoles de 2006/2008 est néanmoins difficile à identifier. L'arrivée sur le marché de biocarburants de deuxième génération pourrait atténuer la corrélation entre prix agricoles et prix de l'énergie.

Les prix des commodités⁵, qu'il s'agisse des produits agricoles ou des produits énergétiques, se caractérisent par leur forte volatilité. Le marché de l'énergie est

3. Voituriez T., « Hausse du prix de l'énergie, hausse des prix agricoles : quelles relations et implications à moyen et long terme? », dans *Rapport pour l'IFRI, IDDRI*, 2009.

4. Baffes J., Haniotis T., *Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective*, Banque mondiale, 2010.

5. L'anglicisme « commodités » désigne des produits standardisés, essentiels et courants disposant d'un prix international qui s'impose comme une référence commune. Ce terme recouvre principalement des matières premières.



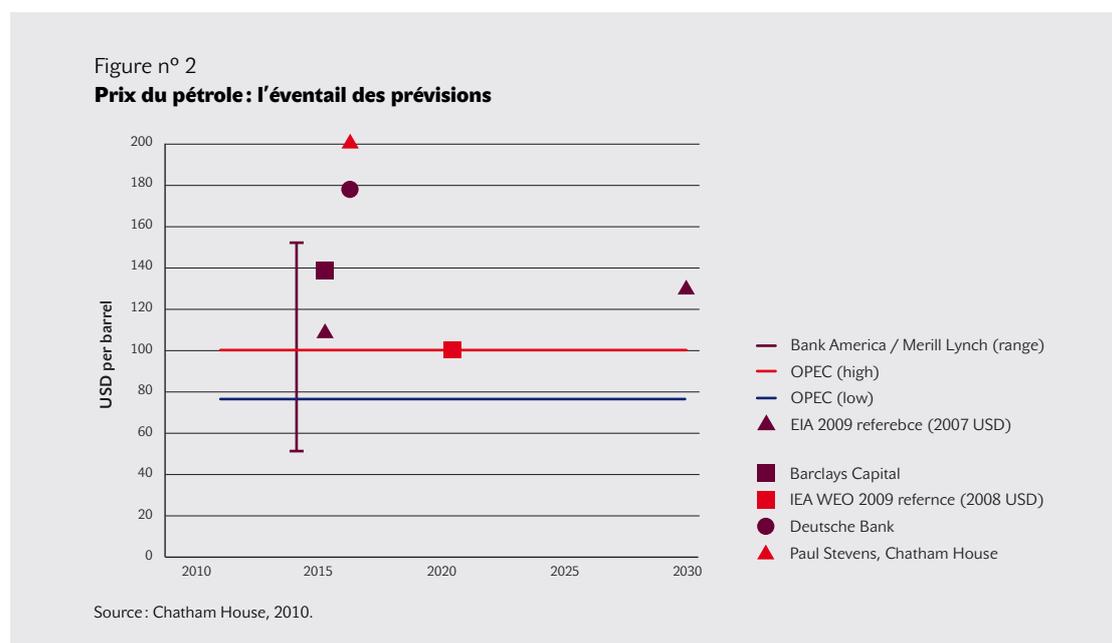
un marché international, très sensible aux ajustements entre le niveau de la demande et les investissements consentis du côté de l'offre. Par ailleurs, comme pour les autres marchés de matières premières, il existe des produits dérivés, notamment des marchés à terme, sur lesquels les investisseurs jouent un rôle majeur. Ce dernier point complexifie encore le marché global et renforce son caractère volatil. Le contexte énergétique montre donc des signes majeurs d'incertitude et il est impossible de prédire aujourd'hui son évolution dans les prochaines années et décennies. Si le débat est vif au sujet des réserves disponibles et exploitables dans le futur, l'occurrence d'un pic de production de pétrole conventionnel avant 2030 semble une hypothèse probable⁶. Les conséquences d'un tel pic seraient une baisse de la production annuelle avec un effet haussier sur les marchés internationaux. Compte tenu des projections de la demande mondiale en produits énergétiques, de nouvelles crises énergétiques telles que celle de 2008 sont donc susceptibles de se reproduire. Des investissements dans l'extraction de nouvelles réserves de pétrole (sables bitumineux, eaux profondes, etc.) et de gaz (voir encadré 1) mais aussi dans le raffinage pourraient atténuer ou différer les hausses de prix. Ces nouvelles ressources restent cependant limitées et soulèvent de nombreuses critiques notamment pour des motifs sociaux et environnementaux.

Sans trancher le débat sur les réserves de pétrole, on peut néanmoins retenir que le renchérissement des énergies fossiles constitue une tendance lourde. Compte tenu du caractère volatil des prix agricoles d'une part et des prix de l'énergie d'autre part, l'évolution du ratio de ces prix est particulièrement incertaine. Si la hausse des prix agricoles peut compenser celle des prix de l'énergie, l'inverse peut également se produire : **une situation très difficile avec « effet de ciseaux » entre des prix agricoles bas et des prix de l'énergie élevés n'est donc pas à exclure.**

Énergie, localisation des activités de production et organisation des filières

La distance entre les bassins de production agricoles et les bassins de consommation ainsi que les approvisionnements en consommations intermédiaires se traduisent aussi par des consommations énergétiques, du fait de l'obligation de recourir à des transports nationaux et internationaux.

6. Kerr R., « Splitting the difference between oil pessimists and optimists », *Science*, 2009.



Encadré n°1

LE DÉVELOPPEMENT DES GAZ NON CONVENTIONNELS : UN FACTEUR DE RUPTURE ?

Il existe un large potentiel de ressources gazières non conventionnelles qui reste aujourd'hui peu exploité. Certaines couches de schistes, filons de houille et réservoirs gréseux contiennent du méthane piégé, présent en faible concentration dans de grands volumes de roche, ce qui en a longtemps rendu l'exploitation difficile et coûteuse. Le progrès des techniques d'extraction et la découverte d'importants gisements pourraient modifier les équilibres économique et géopolitique sur le marché du gaz. Les réserves de gaz non conventionnelles sont en effet estimées à environ 900 Tm³ (teramètres cubes), dont 380 seraient exploitables, soit à peu près l'équivalent des réserves estimées de gaz conventionnel⁷. Les réserves sont en outre principalement situées en Asie centrale et aux États-Unis, donc hors des principaux pays producteurs de gaz naturel opérant en 2010. Leur part reste cependant très modeste dans la production mondiale de gaz compte tenu des contraintes d'exploitation.

Les techniques d'extraction impliquent en effet la réalisation de nombreux forages puis l'injection à haute pression d'un mélange d'eau, de sable et de produits chimiques pour fracturer la roche du réservoir et permettre la libération du gaz. Le bilan énergétique et la rentabilité de cette production restent donc relativement médiocres. Les impacts environnementaux sont également un souci compte tenu des forts volumes d'eau souillée produits et des nombreuses installations nécessaires en surface (un puits tous les 800m environ)⁸.

La production de gaz non conventionnels connaît une progression très forte aux États-Unis, s'établissant à 250 Gm³/an en 2007, soit déjà plus de 45 % de la production nationale⁹. Cette croissance est soutenue par un prix mondial du gaz relativement élevé, des coûts de forage assez faibles aux États-Unis et une forte volonté d'accroître l'indépendance énergétique du pays.

En modifiant les équilibres géopolitiques sur le marché du gaz, ainsi qu'en augmentant la production, le développement des ressources non conventionnelles pourrait conduire à un décrochage du prix du gaz par rapport au prix du pétrole. Dans l'hypothèse où des politiques climatiques ambitieuses viendraient établir un prix du carbone, le gaz naturel serait relativement peu affecté car il dégage moins de CO₂ que le pétrole ou le charbon, à calories équivalentes. Une baisse des prix du gaz pourrait avoir des conséquences importantes pour les filières agricoles consommatrices (serres maraîchères, élevages), mais aussi pour l'industrie des engrais minéraux. Il s'agit cependant d'une hypothèse peu probable, la majorité des analystes considérant que les ressources non conventionnelles ne pourront au mieux que retarder l'apparition d'un déficit de l'offre par rapport à la demande¹⁰. En Europe, les perspectives de développement du gaz non-conventionnel semblent assez réduites, même si des projets d'exploration sont déjà lancés (France, Allemagne, Pologne, Grande-Bretagne).

L'agriculture française produit pour la consommation intérieure et pour l'export. Elle s'insère donc dans les échanges commerciaux de produits agro-alimentaires à l'échelle internationale mais surtout communautaire : 72 % des exportations et 70 % des importations françaises de produits agro-alimentaires s'effectuent au sein de l'Union européenne¹¹. Le renchérissement du coût du transport lié au prix de l'énergie influe donc sur l'agriculture, d'autant plus que le secteur des transports est très sensible au prix du pétrole. Cette sensibilité varie cependant fortement selon les différents modes (maritime, routier, fluvial, ferroviaire). Ces facteurs ne concernent pas seulement le transport sur longues distances. Les échanges de proximité sont soumis aux mêmes contraintes : c'est le cas, par exemple, des flux qui ont lieu à l'entrée et à la sortie des exploitations (approvisionnements en intrants, collecte des produits). Les circuits courts de commercialisation de produits agricoles sont donc également concernés.

Des coûts de transport élevés peuvent notamment agir comme un facteur de concentration des activités de production à proximité des zones de consommation ou des ports. La recherche d'une plus grande efficacité énergétique au niveau des filières agricoles amène donc à considérer la répartition des activités agricoles sur les territoires.

7. AIE, *World energy outlook*, 2009.

8. <http://www.reuters.com/article/dUSTRE52j6AP20090320?sp=true>

9. IFP, *Perspectives de l'industrie gazière*, Panorama 2009.

10. AIE, *Energy Technology Perspectives*, 2010.

11. Graphagri 2009, *L'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires*, MAAPRAT-SSP.

Énergie et climat : des enjeux complémentaires

Les agriculteurs sont en mesure de produire des énergies renouvelables, en valorisant la biomasse à des fins non alimentaires (biocarburants, biogaz) ou encore en utilisant l'espace disponible (bâtiments, foncier) pour produire de la chaleur ou de l'électricité renouvelables (voir section 1.3). L'intérêt porté par les agriculteurs à la production d'énergies a d'ailleurs crû ces dernières années avec la mise en place d'une série de soutiens visant à accélérer les investissements et le développement de nouvelles filières (voir encadré 4). Cette nouvelle « fonction énergétique » des exploitations se trouve au centre des stratégies de développement de filières vertes capables d'assurer la transition vers une économie neutre en carbone et s'inscrit pleinement dans les objectifs des politiques climatiques. Par ailleurs, la production d'énergies renouvelables (EnR) peut permettre de renforcer l'autonomie énergétique des exploitations. Leur vente fournit aussi de nouveaux revenus, relativement stables car non soumis aux facteurs de volatilité des prix internationaux.

La question de la multifonctionnalité et la vocation des agriculteurs à fournir à la société des biens autres qu'alimentaires font débat au sein de la profession agricole, notamment au sujet des biocarburants. Le rendement énergétique final de ces cultures et leurs impacts environnementaux sont régulièrement mis en cause. Si la perspective de nouvelles activités et de nouveaux débouchés économiques conforte l'attitude entrepreneuriale d'une partie des agriculteurs, l'attachement à la fourniture quasi-exclusive de biens alimentaires est prégnant pour d'autres. Ce débat se retrouve au sein de la société comme dans les choix des décideurs, au niveau national comme local : certaines collectivités territoriales soutiennent l'approvisionnement en produits alimentaires de proximité alors que d'autres favorisent le développement de filières industrielles. Les deux logiques peuvent d'ailleurs cohabiter sur un même territoire.

Pour le devenir du secteur agricole, la thématique de l'énergie croise en outre celle du changement climatique. Quand bien même le prix du pétrole connaîtrait une stabilisation à un niveau supportable pour l'économie, donc pour les exploitations agricoles, des politiques nouvelles et ambitieuses pourraient renchérir le prix des énergies fossiles en internalisant le coût du carbone.

Le *think tank* anglais Chatham House¹² a ainsi formulé un ensemble de recommandations adressées aux acteurs économiques pour faciliter la transition vers une économie sobre en carbone. Ces recommandations portent d'une part sur les pratiques de production. Pour l'agriculture, une partie des postes de consommation d'énergies fossiles (directes et indirectes) correspondent précisément à des postes d'émissions de GES, si bien que les actions visant à réduire ces consommations d'énergies peuvent compléter les stratégies de réduction des émissions de GES agricoles. D'autre part, les investissements dans les technologies à haute performance énergétique, mais aussi la reconfiguration des modèles logistiques, souvent très dépendants des énergies fossiles, font partie des stratégies de développement de nouvelles filières vertes. ◆

12. Chatham House, *Lloyd's 360° risk insight. Sustainable energy security. Strategic risks and opportunities for businesses*, juin 2010.

1.2. LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DIRECTE ET INDIRECTE PAR L'AGRICULTURE

L'énergie *directe* correspond aux produits énergétiques consommés directement par l'activité agricole : il s'agit principalement du fioul domestique, de l'électricité et du gaz naturel utilisés pour les machines agricoles (tracteurs, équipements) et le chauffage des bâtiments d'élevage et des serres maraîchères. L'énergie *indirecte* correspond à celle consommée lors de la fabrication et du transport des intrants de l'agriculture : les fertilisants, les produits phytosanitaires, le matériel et les bâtiments. Le périmètre retenu pour estimer les consommations d'énergie indirecte en agriculture varie selon les études ou les sources de données. Le transport, par exemple, n'est pas toujours pris en compte de la même façon. Il en résulte que les estimations de consommation d'énergie indirecte en agriculture sont moins précises que celles concernant l'énergie directe.

Sources des données et méthodes d'estimation

Les enquêtes du Service de la statistique et de la prospective (SSP, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire) sur les consommations énergétiques en agriculture constituent la première source d'information sur les consommations énergétiques des exploitations agricoles. Les plus récentes datent de 1981 et 1992. Celle de 1992 porte sur un échantillon de 8 500 exploitations et 2 000 CUMA et ETA, et concerne les seules énergies directes. La prochaine enquête a débuté en novembre 2010 et les résultats sont attendus pour 2011. Une des difficultés de l'estimation des consommations d'énergie directe tient à la distinction entre les consommations professionnelles et les consommations personnelles des exploitations. Outre les grandes enquêtes nationales, le réseau d'information comptable agricole (RICA) fournit des résultats sur les dépenses en énergie directe pour un échantillon de 7 300 exploitations, qu'il est possible d'extrapoler à l'ensemble des exploitations professionnelles françaises.

Les enquêtes du SSP sur les pratiques culturales ainsi que les données de suivi de livraison par les professionnels fournissent aussi des éléments sur les consommations d'engrais (en unités fertilisantes), dont on peut estimer le contenu énergétique.

Une autre source de données provient des bilans PLANETE. Cette méthode d'analyse de la consommation totale d'énergie des exploitations a été élaborée au début des années 2000¹³. L'objectif est de mesurer l'efficacité énergétique de la ferme en calculant le ratio sorties sur entrées énergétiques des productions. La base de données PLANETE répertorie les bilans énergétiques de 950 exploitations en 2006 sur 70 départements et pour une large gamme d'orientations technico-économiques des exploitations (OTEX). Malgré l'intérêt de ces bilans pour estimer la consommation d'énergie indirecte et la dispersion de l'efficacité énergétique par orientation productive, la base ne peut être utilisée pour extrapoler les résultats à l'ensemble de l'agriculture française, l'échantillon étant trop faible et non représentatif¹⁴. L'outil de calcul des consommations d'énergie et des émissions de GES Climaterre¹⁵, développé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (voir section 2.2), fournit des données de consommation à l'échelle des territoires de production, en se basant sur les mêmes périmètres d'étude et coefficients de conversion que les bilans PLANETE (énergie directe et indirecte).

Enfin, une série d'études ciblées de l'ADEME sur certains procédés ou certaines filières agricoles fournit des données récentes sur les consommations d'énergie directe de ces activités (serres, bâtiments d'élevage, séchoirs agricoles¹⁶).

13. Avec le soutien de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), le programme a été élaboré par l'Établissement national d'enseignement agronomique de Dijon, le Centre d'études et d'échanges internationaux paysans et d'actions locales, le Centre d'études techniques agricoles Thiérache, le Centre d'étude pour un développement agricole plus autonome Nord-Pas-de-Calais et Solagro.

14. Des progrès sont attendus en la matière avec le nouvel outil de diagnostic Dia'terre. <http://www.solagro.org/site/256.html>

15. L'expérimentation «Climaterre» (nom de l'outil non définitif), menée par l'ADEME, est une démarche d'aide à la construction d'un plan d'action local de l'agriculture reprenant les enjeux énergétiques, climatiques et le potentiel de production agricole. Cette démarche s'inscrit en complémentarité avec le volet Agriculture du Bilan Carbone Territoire et l'outil Dia'terre de diagnostics énergie-effets de serre des exploitations agricoles en cours de développement.

16. L'étude sur les séchoirs agricoles paraîtra en 2011.

Consommation d'énergie directe par l'agriculture

En 2008, on estime à partir du RICA à 3,7 Mtep les consommations d'énergie directe par les activités agricoles en France (voir figure 3). L'agriculture représente donc 2,4 % de la consommation énergétique finale en France en 2009¹⁷. Sur les dix dernières années, le fioul est l'énergie directe la plus utilisée (2 450 ktep en 2008). L'électricité arrive au deuxième rang des consommations (560 ktep). Parmi les autres énergies utilisées, le gaz (propane et butane) représente 285 ktep, l'ensemble des autres énergies s'élevant à 455 ktep.

Ce bilan ne comptabilise pas les consommations de carburant des coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA) et des entreprises de travaux agricoles (ETA) qui sont estimées à 330 ktep¹⁸. De plus, la consommation des serres chauffées serait sous-estimée : 105 ktep sont ainsi à ajouter au bilan de la consommation d'énergie directe de la « ferme France »¹⁹. Enfin, les exploitations agricoles non professionnelles ne sont pas comptabilisées. La prise en compte de ces trois corrections conduit à estimer les consommations d'énergie directe de la « ferme France » à environ 5,3 Mtep.

La France fait partie des six pays de l'Union européenne les plus consommateurs d'énergie directe en agriculture avec l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, les Pays-Bas et la Pologne. Néanmoins, la part de l'énergie directe consommée par l'agriculture dans la consommation du pays est plus faible²⁰. En 2004, elle représentait en moyenne 2,5 % dans l'UE, contre 2,1 % en France. Cette part a même diminué pour se situer en dessous de 2 % en 2007²¹.

Le tableau 1 hiérarchise les consommations d'énergie directe par usage en agriculture pour 1992. Cette répartition reste valable aujourd'hui.

L'énergie utilisée par les tracteurs, automoteurs et autres moteurs représente la majorité de l'énergie directe consommée. Elle compte pour environ 70 % de l'énergie directe (et 27 % de l'énergie totale). Cette consommation a évolué avec l'accroissement du parc des tracteurs et de leur puissance, pour se stabiliser à partir des années 1980. Aujourd'hui, une baisse significative de la consommation de carburants dépendrait notamment d'un changement des choix d'investissement et de la disponibilité de machines agricoles économes ou fonctionnant avec des sources d'énergie alternatives. Les évolutions pourraient alors être analogues à celles observées sur la période récente

17. CGDD, SoeS, *Bilan énergétique de la France pour 2009*, MEDDTL, juin 2010.

18. ADEME, Rapport à paraître en 2011.

19. ADEME, *op. cit.*

20. MAAPRAT-ADEME (réalisée par Solagro), *Énergie dans les exploitations agricoles : état des lieux en Europe et éléments de réflexion pour la France*, mai 2007.

21. Ces comparaisons se basent sur les dépenses en euros et ne tiennent pas compte de corrections pour le climat.

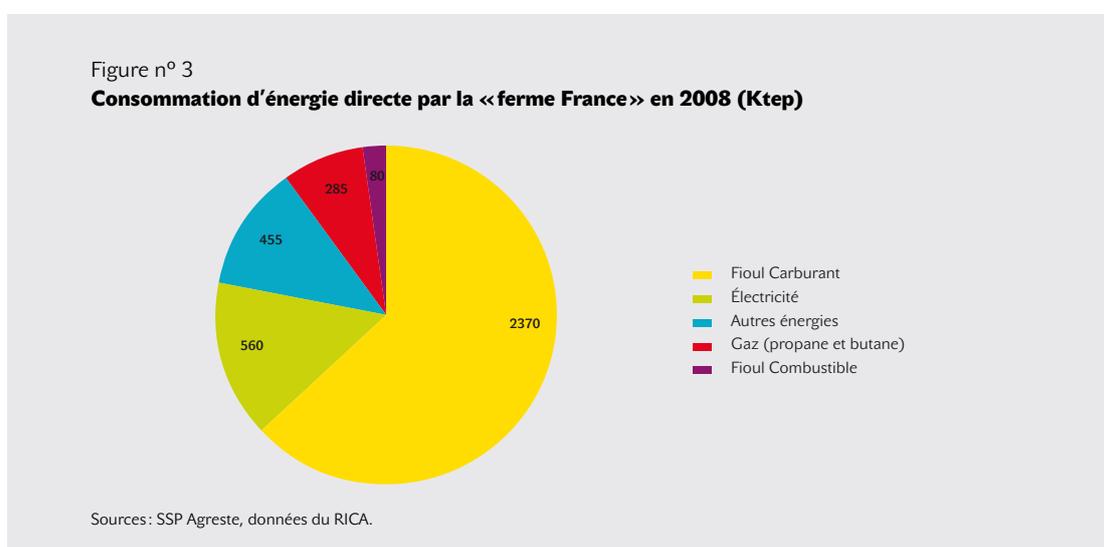


Tableau n° 1

Consommations professionnelles d'énergie par usage en ktep

TRACTION ET MOTEURS	tracteurs	2015	2535
	véhicules utilitaires légers	370	
	autres moteurs	150	
CHAUFFAGE ET ÉCLAIRAGE	locaux élevage	260	830
	serres	460	
	séchoirs	55	
	chauffage autres locaux	55	
AUTRES	irrigation	150	310
	atelier lait	110	
	autres	50	
TOTAL		3675	3675

Source : Agreste 1992 et Solagro

pour les véhicules automobiles destinés aux particuliers, à condition que le marché des machines agricoles soit suffisamment attractif. Un tracteur *flex-fuel*, c'est-à-dire pouvant utiliser plusieurs types de carburant, dont l'huile pure de colza, est par exemple en cours de développement pour le marché allemand. Par ailleurs, les pratiques de non labour qui se sont récemment développées de manière importante induisent des économies de carburant plus ou moins fortes selon les techniques utilisées (voir encadré 2). Le développement de ces pratiques à l'avenir pourrait contribuer à réduire les consommations de carburant de manière significative.

Le second poste de consommation d'énergie directe le plus important concerne les bâtiments agricoles : serres, locaux d'élevage, ateliers lait, séchoirs. La consommation des serres maraîchères s'élevait à 350 ktep en 2005. Elle croît en tendance avec l'augmentation du nombre de serres ces vingt dernières années. La consommation des serres horticoles représente 170 ktep en 2005, soit un total de 520 ktep²² pour l'ensemble des serres (460 ktep en 1992). Le chauffage des serres représente plus de 10 % de la consommation énergétique directe totale de l'agriculture. La consommation énergétique moyenne des serres varie fortement, de 200 à 500 kWh/m²/an pour le maraîchage en serres chauffées, de 70 à plus de 250 kWh/m²/an pour l'horticulture.

Les bâtiments d'élevage consommaient 260 ktep en 1992, dont 100 ktep pour les élevages de porcs, soit 7 % de la consommation d'énergie directe de l'agriculture. La première source d'énergie utilisée en élevage porcin est l'électricité (75 % du total). En 2005, ces consommations sont passées à 725 ktep²³. Pour les bâtiments d'élevage laitier avec les tanks à lait, la moitié des consommations concerne l'électricité, l'autre le fioul. Les estimations disponibles montrent que des équipements économes en énergie peuvent permettre de réduire la consommation d'électricité de 30 % environ²⁴. Pour les élevages porcins et de volailles, les économies d'énergie sont possibles par l'isolation des bâtiments et l'amélioration des systèmes de ventilation notamment²⁵.

Globalement, des années 1980 aux années 1990, la consommation d'énergie directe des exploitations agricoles professionnelles (hors ETA et CUMA) a augmenté de 6 % à 7 % ; elle est stable depuis une vingtaine d'années autour de 3,7 Mtep²⁶. Par ailleurs, la performance énergétique, mesurée par des ratios tels l'énergie consommée par unité

22. ADEME, *Utilisation rationnelle de l'énergie dans les serres : Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs*, 2007.

23. ADEME-MAAPRAT, op. cit., mars 2007.

24. ADEME, *Synthèse des bilans PLANETE*, 2006. Ces gains sont permis en particulier par l'installation d'un échangeur de chaleur et d'un pré-refroidisseur sur le tank à lait.

25. ADEME, op. cit.

26. Agreste n°58, *Les consommations d'énergie en 1992 dans les exploitations agricoles, les CUMA et les ETA*, MAAPRAT-SSP, 1994 ; SSP, RICA 2004.

Encadré n°2

TECHNIQUES DE NON-LABOUR : DES IMPACTS VARIÉS SUR LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

Le terme « non labour » regroupe une large variété de techniques culturales mettant en œuvre des outils divers et dont le dénominateur commun est la suppression du labour. Il s'agit d'un ensemble de techniques qui connaissent un essor important : un tiers des cultures annuelles sont en effet implantées sans retournement préalable du sol en 2006 contre 21 % en 2001¹. Ces pratiques sont plus répandues pour les cultures d'automne (47 % pour le colza, 44 % pour le blé tendre) que pour celles de printemps (moins de 20 % pour les betteraves ou le pois). Par ailleurs, elles se prêtent mieux à certains contextes pédo-climatiques (elles sont par exemple peu développées sur les sols très argileux).

La simplification du travail du sol peut être partielle. Il s'agit alors d'implanter tout ou partie des cultures de la rotation à l'aide d'un semoir classique et après un travail superficiel du sol (appareils à disques, herse rotative, etc.) ou un travail profond sans retournement du sol (appareils à dents). On parle alors de techniques culturales simplifiées (TCS).

Le travail du sol peut à l'inverse être totalement abandonné. Le semis se fait alors avec un semoir pneumatique spécifique dans les résidus de la culture précédente ou sous un couvert végétal ad hoc. Cette technique, désignée sous le terme de semis direct (SD), est très peu pratiquée en France (3 % pour le blé dur et moins de 1 % pour le colza ou le blé tendre, en 2006).

Divers facteurs expliquent le développement des TCS, la réduction du temps de travail et la préservation du sol constituant les motivations les plus fortes. Globalement, ces techniques permettent de préserver la microfaune et l'activité biologique des sols, de réduire l'érosion et le compactage (semelle de labour notamment), de diminuer les consommations d'énergie et les émissions de GES. En revanche, en ce qui concerne les pollutions diffuses (nitrates, phosphore, pesticides), les effets sont incertains et très influencés par le contexte local. Des problèmes de maîtrise des adventices et des organismes indésirables se posent notamment, conduisant le plus souvent à un recours accru aux produits phytosanitaires. Ces techniques nécessitent donc un apprentissage technique important et doivent prendre place dans une bonne rotation des cultures. Actuellement, en France, les agriculteurs qui les pratiquent alternent souvent labour et non-labour sur la même parcelle.

D'un point de vue énergétique, les TCS permettent une réduction de l'ordre de 15 %² de la consommation de fioul par hectare car elles nécessitent encore plusieurs passages pour chaque culture (travail superficiel, semis, désherbage, traitement anti-limace, etc.). **Le semis direct permet des baisses de consommation plus importantes, de l'ordre de 50 %.**

Le passage d'une « conduite conventionnelle » aux TCS est relativement aisé et ces techniques sont largement répandues en Amérique du Sud et aux États-Unis (notamment en raison de contextes pédo-climatiques sensibles à l'érosion), où elles reposent principalement sur l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM) tolérants aux herbicides avec un large recours au glyphosate. L'adoption du semis direct constitue en revanche une rupture agronomique qui modifie en profondeur le fonctionnement et la gestion de l'agrosystème³. Cette technique offre en retour des opportunités intéressantes de recours accru à des moyens biologiques de lutte contre les ravageurs et les adventices et de réduction des intrants par l'utilisation de couverts végétaux⁴.

1. Agreste, *Enquêtes sur les pratiques culturales*, MAAPRAT-SSP, 2001 et 2006.

2. ADEME, *Synthèse des bilans PLANETE*, 2006.

3. Triomphe B, Goulet F, Dreyfus F, de Tourdonnet S, *Du labour au non labour : pratiques, innovations et enjeux au Sud et au Nord*, Actes du colloque Techniques de travail de la terre, 25-28 octobre 2006.

4. Voir par exemple : www.maine-et-loire.chambagri.fr/iso_album/ac125vr_semis_sous_couvert.pdf

de production ou par hectare, s'est améliorée de 2 % par an depuis 1970, essentiellement grâce aux évolutions techniques des tracteurs et à l'isolation des bâtiments. Cependant, cet aspect de la performance énergétique ne tient pas compte des consommations indirectes, qui représenteraient environ 60 % des consommations totales de l'agriculture.

Énergie indirecte en agriculture

L'énergie indirecte consommée en agriculture est utilisée dans la fabrication des intrants et leur transport. Les estimations disponibles font l'objet d'incertitudes liées à la définition des coefficients de « contenu énergétique » appliqués aux diverses consommations prises en compte (engrais, aliments du bétail, etc.). L'estimation réalisée par Solagro avec l'outil Climaterre évalue à environ 5,3 Mtep en 2006 ces consommations d'énergie indirecte de la « ferme France ». Cette estimation prend en compte l'ensemble de l'énergie utilisée pour la fabrication des intrants (process, conditionnement) :

- 3,4 Mtep pour les engrais et amendements dont 2,95 Mtep pour les engrais azotés ;
- 830 ktep pour le matériel ;
- 740 ktep pour l'alimentation animale ;
- 350 ktep pour les produits phytosanitaires.

Les données comprennent aussi une estimation (forfait national) de l'énergie consommée pour le transport des intrants jusqu'à la ferme.

Pour la « ferme France », l'énergie indirecte consommée provient d'abord des fertilisants (64 %). Les fertilisants apportés sont pour moitié minéraux et principalement constitués d'engrais azotés. Les grandes cultures représentent la plus grande part de l'utilisation de l'azote minéral, dont 35 % pour la seule culture de blé tendre²⁷. Or, la fabrication de ces engrais nécessite une quantité d'énergie importante, provenant principalement du gaz naturel (environ 70 %) et du charbon (environ 25 %). Par conséquent, les consommations indirectes d'énergie en agriculture sont responsables d'une large part de la dépendance aux énergies fossiles du secteur agricole. Comme le montre la figure 4, l'utilisation de l'azote minéral a très fortement augmenté jusqu'à la fin des années 1990. La consommation est stabilisée depuis. Les apports d'engrais minéraux azotés pourraient néanmoins diminuer à l'avenir par la mise au point de nouvelles variétés, le recours accru aux protéagineux ou des évolutions dans les itinéraires techniques.

27. Agreste Primeur n°123, *Des nitrates agricoles à l'Ouest et dans les plaines céréalières*, MAAPRAT-SSP, 2003.

Figure n° 4
**Évolution de l'utilisation d'azote minéral (unités fertilisantes)
et du volume de la production végétale entre 1970 et 2008**



Moyenne triennale glissante (base 100 en moyenne 1970-71-72).

Sources : Agreste (Graphagri 2009) et INSEE (Compte national de l'agriculture).

La consommation d'énergie indirecte pour l'alimentation du bétail représente 14 % de l'énergie indirecte totale (un peu moins de 800 ktep par an). Elle dépend fortement de l'origine des aliments, avec un impact significatif sur la consommation énergétique finale des productions animales. Les consommations énergétiques correspondantes et les marges de progrès sont particulièrement difficiles à chiffrer compte tenu de la complexité de ce poste « car il concerne l'élevage, les cultures et le système fourrager, c'est-à-dire l'ensemble de l'exploitation dans ses choix stratégiques techniques, économiques et d'organisation du travail »²⁸.

L'énergie consommée indirectement par la fabrication des machines (15 % des énergies indirectes) est peu renseignée dans cet exercice. Peu de données sont disponibles, compte tenu de la lenteur du renouvellement du parc (environ 10 ans).

Des marges de progrès dans tous les systèmes de production

La figure 5 montre que les postes correspondant aux consommations d'énergie directe et indirecte varient fortement selon les OTEX. Ils représentent jusqu'à la moitié de la valeur de la production de l'exercice²⁹ et diffèrent fortement d'une production à l'autre.

Malgré les limites méthodologiques évoquées plus haut, les bilans PLANETE de 2006 mettent en évidence les fortes variations de consommations énergétiques pour un même niveau de production, ce qui suggère l'existence de marges de progrès importantes quels que soient les systèmes de production (figure 6).

En grandes cultures par exemple, pour un rendement égal à 5 tonnes de matière sèche par hectare (tMS/ha), les écarts de consommation vont de 30 à 100 équivalent-litres de fioul par tonne produite³⁰. Il n'y a pas de corrélation entre la consommation d'énergie par hectare et la consommation d'énergie par tMS : le rendement moyen de l'exploitation n'est donc pas un facteur déterminant de l'efficacité énergétique de la production. En production laitière, on constate de même que pour un rendement de 6 000 litres de lait par vache³¹, les écarts de consommation d'énergie varient du simple au triple (de 50 à 150 équivalent-litres de fioul).

28. ADEME, *Synthèse des bilans PLANETE*, 2006.

29. Dans la comptabilité agricole, la production de l'exercice désigne la somme des produits bruts élémentaires (animaux, produits animaux, végétaux, produits horticoles) et des produits issus de la production immobilisée (travaux, vente de produits résiduels, terres louées, agri-tourisme, etc.).

30. EQF: unité d'énergie correspondant au pouvoir calorifique inférieur d'un litre de fioul, soit 35 MJ/litre.

31. Le rendement moyen en France est de 6 200 litres par vache (SSP 2007).

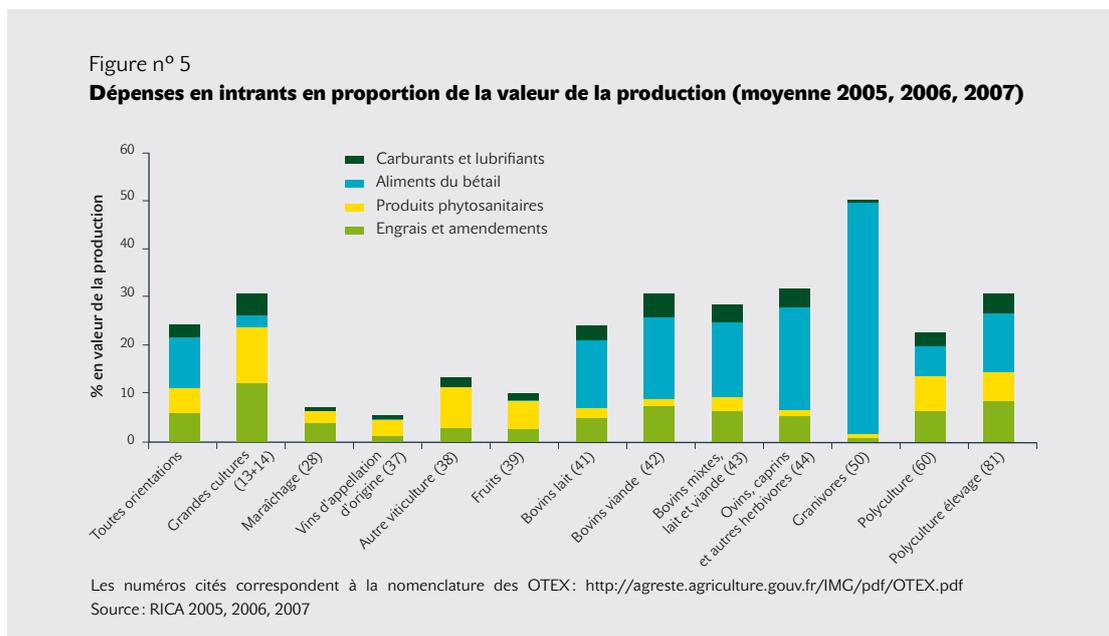
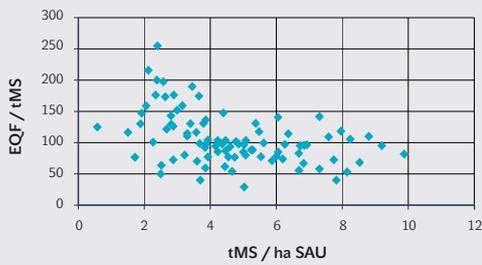


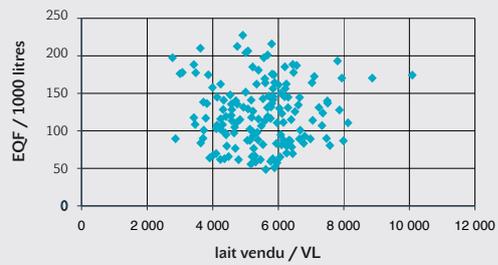
Figure n° 6
Répartition des exploitations selon la consommation d'énergie et le rendement moyen en grandes cultures



EQF : équivalent litres fioul
 tMS : tonnes de matière sèche
 VL : vache laitière

Source : ADEME, bilans PLANETE 2006.

Consommation d'énergie par volume produit et par unité de production de lait (filière bovins-lait)



Encadré n°3

ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DE LA « FERME FRANCE »

En résumé, l'agriculture française consomme environ 11 Mtep d'énergie directe et indirecte par an, soit une intensité énergétique d'environ 0,37 tep par hectare.

Les consommations d'énergie directe s'élèvent à environ 5,3 Mtep. Les principaux postes sont le fioul (3,2 Mtep), l'électricité (1,2 Mtep) et le gaz (0,9 Mtep).

Les consommations d'énergie indirecte sont estimées à 5,4 Mtep. La fertilisation azotée domine très largement ce bilan avec un peu moins de 3 Mtep. Les postes suivants sont le matériel agricole (0,8 Mtep) et les aliments pour animaux (0,7 Mtep).

Il est à noter que la production d'intrants et la transformation des produits agricoles hors des exploitations constituent une forme de transfert vers les agro-industries du contenu énergétique et de la valeur ajoutée associés. Cette frontière peut évoluer dans le temps et varier selon les études, avec des conséquences sur l'estimation des consommations énergétiques de l'agriculture.

1.3 L'AGRICULTURE FRANÇAISE PRODUCTRICE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les productions d'énergies renouvelables (EnR) par l'agriculture en France sont constituées des bioénergies (dont les biocarburants) et des EnR hors biomasse (photovoltaïque, éolien, géothermie). La production de bois-énergie (essentiellement sous forme de bois-bûches) est particulièrement difficile à estimer car l'activité se situe hors des circuits commerciaux (auto-consommation et vente directe) et n'a pas fait l'objet d'une analyse détaillée. Depuis les années 2000, le développement des énergies renouvelables bénéficie d'un contexte politique et économique favorable, lié notamment aux enjeux du changement climatique et aux craintes d'une dépendance trop forte aux ressources fossiles. Après avoir diminué dans les années 1990, la production d'énergies renouvelables augmente fortement et se diversifie depuis 2002. On note la montée en puissance des énergies d'origine agricole, notamment les biocarburants, mais aussi des énergies issues de la valorisation des déchets agricoles et agro-alimentaires. Par ailleurs, de plus en plus d'exploitations produisent de l'énergie photovoltaïque. Malgré des objectifs ambitieux de développement des bioénergies, la production d'EnR dans le secteur agricole reste soumise à plusieurs incertitudes. D'une part, aucune filière d'EnR d'origine agricole n'est actuellement viable économiquement sans soutien public. Leur avenir dépend donc d'une amélioration de leur efficacité énergétique, d'une augmentation des prix des autres énergies ou du maintien de politiques de soutien suffisamment incitatives. Par ailleurs, leur développement reste soumis à la démonstration de leur réelle plus-value environnementale, encore sujette à controverses pour certaines filières. Enfin, la production de biocarburants ou d'électricité photovoltaïque au sol est utilisatrice de terres agricoles et suscite des débats quant à leur impact sur la sécurité alimentaire future.

Évolution de la production d'énergie renouvelable en France

La production d'énergie renouvelable augmente fortement et se diversifie en France depuis une dizaine d'années (voir figure 7). La part des énergies renouvelables reste cependant faible dans le mix énergétique total. Elles ne représentent que 6,6 % de la production totale et 13 % de la consommation totale d'électricité pour des objectifs respectifs de 10 % et 21 % à l'horizon 2010.

Les deux principales sources d'EnR en France sont l'hydraulique et le bois-énergie. Si elles représentent toujours environ 70 % de la production d'énergie renouvelable, leur part diminue régulièrement compte tenu de l'augmentation de la production de biocarburants, de la valorisation énergétique des déchets urbains solides par incinération et du développement d'autres formes d'énergies renouvelables.

La part des énergies renouvelables issues de la biomasse agricole connaît une très forte progression depuis 2005 : + 443 % pour les biocarburants, + 340 % pour la valorisation des déchets d'origines agricole et agro-alimentaire, + 43 % pour le biogaz (dans ses diverses composantes : gaz de décharge, stations d'épuration urbaines, méthanisation de résidus agricoles, industriels ou ménagers)³². En 2009, les biocarburants, le biogaz et la valorisation des résidus agricoles représentent près de 50 % des énergies renouvelables hors bois et hydraulique. Plus généralement, cette production est amenée à s'intensifier car la France vise un doublement de la production d'énergie à base de biomasse à l'horizon 2020, porté par le bois-énergie, la co-génération (chaleur-électricité) et la production de biocarburants. Par ailleurs, le secteur agricole est concerné par la production d'énergies solaire et éolienne.

32. CGDD-SOeS, *Bilan énergétique de la France pour 2009*, MEDDTL, 2010.

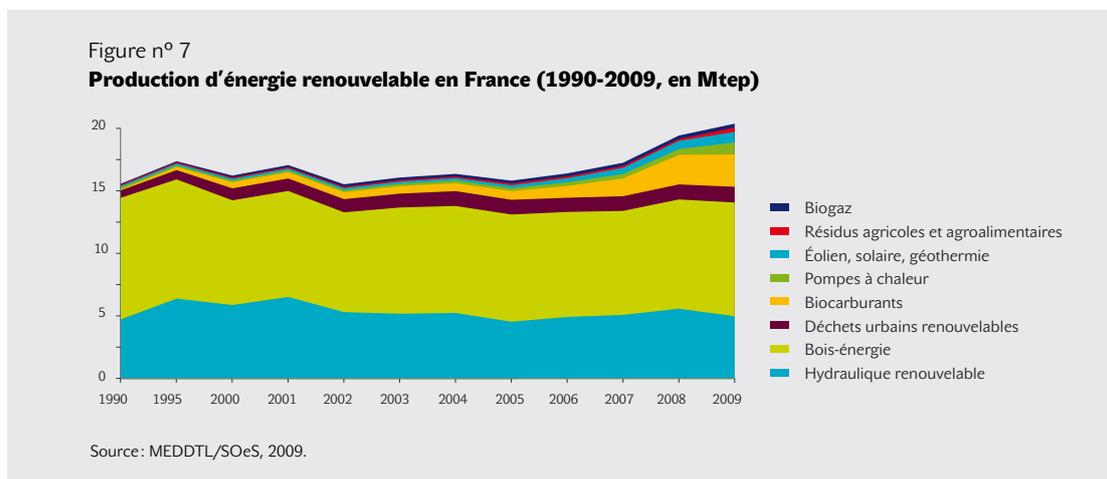
Production d'énergies renouvelables par le secteur agricole

Sous l'impulsion de politiques incitatives, les surfaces dédiées aux biocarburants de première génération ont été multipliées par 3 depuis 1998, dépassant 1 100 000 hectares en 2007. Environ un tiers est cultivé sur les jachères à vocation industrielle. La production totale de biocarburants en France était de 2 279 ktep en 2009 (dont 1 800 ktep de biodiesel)³³. De nouvelles cultures énergétiques sont depuis peu testées à titre expérimental (phalaris, switchgrass) ou en pré-développement (taillis à courte ou très courte rotation, miscanthus). Cet essor rapide a notamment été permis par un contexte politique très incitatif : autorisation de cultures non alimentaires sur les jachères, subvention aux cultures énergétiques instaurée en 2004 (supprimée depuis), dispositions fiscales incitatives, objectifs d'incorporation ambitieux.

La production de biogaz français est en revanche plutôt en retard par rapport à d'autres pays européens, mais un fort potentiel existe. La production d'énergie primaire sous forme de biogaz représentait 309,2 ktep en 2007 en France, en hausse de 3,7% par rapport à 2006. Les stations d'épuration urbaines et industrielles et les centres d'enfouissement représentaient 99% de cette production. Le 1% restant correspond à cinq unités de méthanisation des déchets et à huit petites unités de méthanisation à la ferme (capacité de traitement inférieure à 50 000 tonnes). Le Plan de performance énergétique (PPE) des exploitations agricoles s'est traduit par des efforts de développement, avec 200 projets recensés par l'ADEME en 2009. Leurs degrés d'avancement sont inégaux. Suite à l'appel à projets du PPE en 2009, 82 installations ont été retenues et sont en développement. La majorité sont des projets de codigestion à vocation agri-territoriale pour la valorisation de différentes formes de déchets organiques.

Plusieurs facteurs laissent penser que la production de biogaz et la méthanisation pourraient fortement s'étendre à l'avenir. En Allemagne, la production de biogaz est ainsi 8 fois plus importante qu'en France, avec une forte part de biogaz agricole produite à la ferme (plus de 4 000 unités représentant 71% de la production). Les politiques de développement et de soutien de la méthanisation en Allemagne et en France ne sont cependant pas comparables, et expliquent les écarts entre ces deux pays. En termes de potentiel, la quantité totale de déjections animales en France (fumier, lisier, fientes) dépasse 20 millions de tonnes de matière sèche. La productivité étant de l'ordre de 200 à 250 m³ de méthane par tonne de matière sèche, le potentiel énergétique est de l'ordre de 4 à 5 Mtep, soit un quart de l'objectif de production d'énergies renouvelables français à l'horizon 2020.

33. MEDDTL-SOeS, *Production primaire d'énergies renouvelables par filière jusqu'en 2009*.



Comme pour les autres filières bioénergétiques, un soutien public est nécessaire et se met progressivement en place : prix d'achat de l'électricité produite à partir du biogaz, prime à l'efficacité énergétique. Les contrats de vente à EDF seraient cependant insuffisants pour assurer le développement de la filière. L'injection du biogaz sur le réseau public de gaz naturel est étudiée et pourrait aboutir à un dispositif de soutien inspiré de celui de l'électricité renouvelable (tarif d'achat). L'injection dans le réseau ouvre par ailleurs la voie au biogaz carburant. Enfin, une autre piste intéressante, utilisée en Allemagne, consiste à mettre en place un bonus (0,02 euro/kWh) si le digesteur est alimenté avec plus de 50 % d'herbe fauchée provenant de l'entretien du paysage et des espaces protégés.

La création de tarifs d'achat de l'électricité, ainsi que les dispositifs de soutien aux investissements ont conduit à un net regain d'intérêt pour la production d'énergie hors biomasse, à la fois dans le monde agricole et chez des investisseurs. La production d'électricité photovoltaïque reste faible mais a été multipliée par 70 entre 2007 et 2009. Les projets d'investissements pour des installations photovoltaïques au sol se multiplient également³⁴. Les panneaux photovoltaïques en toiture, les séchoirs solaires de fourrages et la production d'eau chaude solaire constituent 41 % des EnR agricoles hors biocarburants.

De nombreuses incertitudes pour le développement futur des EnR agricoles

Finalement, malgré le maintien d'objectifs ambitieux de développement, de nombreux doutes subsistent quant au devenir des énergies renouvelables, en particulier agricoles. À l'heure actuelle, comme on l'a dit, les filières de production d'EnR ne sont pas rentables en l'absence de soutiens publics. Le seuil de rentabilité des biocarburants de première génération se situerait autour d'un prix du baril de pétrole de 70 à 110 \$ selon les filières³⁵. De même, la production d'énergie photovoltaïque n'est rentable que grâce à des tarifs d'achat élevés et garantis à 20 ans. Leur croissance future dépend donc d'une part des innovations technologiques qui devraient permettre un meilleur rendement énergétique à moindre coût, mais aussi du contexte économique et politique : maintien des dispositifs incitatifs, prix des autres énergies, poursuite de la défiscalisation des énergies fossiles en agriculture. Or, dans un contexte de forte tension sur les finances publiques, la forme et l'ampleur de ces soutiens restent incertaines. Un rapport récent de l'Inspection Générale des Finances préconise ainsi de limiter les volumes de production aidée, d'orienter la R&D vers les grands industriels français et de veoir à la baisse les tarifs d'achat³⁶. Le rapport prix du pétrole/prix agricoles est également très difficile à anticiper. Selon certains experts, on assisterait à un couplage de plus en plus net entre les deux, ce qui pourrait réduire l'intérêt d'utiliser des productions agricoles à des fins énergétiques. À moyen terme cependant, il reste très probable que le prix des énergies fossiles augmente sensiblement, améliorant la rentabilité de la production des bioénergies.

Les bilans écologiques et énergétiques de certaines EnR agricoles (biocarburants de première génération et photovoltaïque au sol notamment) font débat. La stabilisation de ces controverses sera déterminante pour l'avenir de ces productions. La crise alimentaire de 2008 a également contribué à relancer la discussion sur les impacts négatifs des biocarburants sur l'environnement (utilisation d'eau, d'intrants et de terres) et la sécurité alimentaire (disponibilité et prix). La directive 2009/28/CE du 29 avril 2009 sur les énergies renouvelables impose des conditions destinées à répondre à ces inquiétudes. Les biocarburants ne devront pas être produits sur des terres reconnues comme étant de grande valeur du point de vue de la diversité biologique ou constituant un important stock de carbone (zones humides ou forestières). Les filières de biocarburants doivent permettre une réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins

34. ADEME-MAAPRAT, *Les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et bâtiments agricoles*, 2009.

35. Voir par exemple : <http://www.farmpolicy.com/wp-content/uploads/2010/10/CRSCellulosic10Oct22.pdf>

36. Charpin J.-M., *Mission relative à la régulation et au développement de la filière photovoltaïque en France*, MINEI, 2010.

35% par rapport aux équivalents fossiles et de 50% à partir de 2017. Or, si le bilan des biocarburants est toujours positif en termes d'utilisation d'énergies non renouvelables (50% à 65% de réduction), la réduction des émissions de GES dépend fortement de la façon de prendre en compte les changements d'usage des sols³⁷. À l'inverse, l'utilisation pour l'alimentation animale des co-produits issus des biocarburants et le remplacement des exportations de produits bruts par des biocarburants pourraient contribuer à diminuer les tensions sur les terres agricoles.

L'occurrence de sauts technologiques permettant de réelles améliorations économiques et environnementales des bioénergies reste incertaine mais pourrait fortement modifier les tendances à l'œuvre. Le bilan des biocarburants serait par exemple amélioré par une meilleure densité énergétique, l'obtention de plantes moins exigeantes en intrants et l'accroissement progressif de la part des biocarburants de deuxième génération. Si 10% des déchets agricoles et forestiers étaient valorisés, les biocarburants de deuxième génération couvriraient entre 4% et 6% de la demande actuelle de carburants pour le transport³⁸. Or, la recherche publique et privée se mobilise sur le développement des bioénergies, en France comme à l'étranger. Les pôles de compétitivité mis en place à partir de 2005 joueront un rôle majeur en la matière. Mais la compétition internationale est intense dans ce domaine. Parmi les vingt pays ayant publié des résultats de recherches sur les biocarburants entre 1998 et 2008, la France se positionne au 17^e rang³⁹.

Enfin, les décisions des agriculteurs résulteront également des profits tirés de leurs différentes productions et donc de l'évolution relative des prix agricoles et du prix des énergies fossiles. Le développement des EnR agricoles dépendra également du degré et du type d'accompagnements technique et financier disponibles pour les exploitants, que ce soit par les banques, les industriels, les collectivités, les organisations professionnelles agricoles (OPA), etc. ◆

37. ADEME, *Analyses de cycle de vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France*, 2010.

38. Eisentraut A., *Sustainable Production of Second-Generation Biofuels - Potential and Perspectives in Major Economies and Developing Countries*, AIE, 2010.

39. Regalado A. « Race for Cellulosic Fuels Spurs Brazilian Research Program », *Science*, février 2010.

Encadré n° 4

ÉNERGIE ET AGRICULTURE : LES PRINCIPALES POLITIQUES PUBLIQUES EN FRANCE

La question énergétique dans le champ de l'agriculture fait l'objet de divers programmes et plans d'actions mis en œuvre notamment par le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Par ailleurs, la mécanisation du secteur s'est accompagnée d'un statut fiscal particulier sur les produits énergétiques à usage agricole.

Le Plan de Performance Énergétique 2009-2013

Le MAAPRAT a lancé en février 2009 le Plan de performance énergétique (PPE) pour répondre à l'objectif, défini lors du Grenelle de l'environnement, d'un tiers des exploitations françaises à faible dépendance énergétique d'ici 2013. Il se décline en 8 axes et son financement repose sur des enveloppes annuelles, en partie liées au 2^e pilier de la PAC (PDRH). En 2009, les actions engagées ont principalement consisté en :

- des subventions au diagnostic énergétique des exploitations. L'objectif est d'atteindre 100 000 diagnostics en 2013 (on estime que 4 500 diagnostics ont été réalisés entre 2006 et 2010, dont 2 000 ont été financés en 2009 par le PPE);
- une aide aux investissements économes en énergie (récupérateurs de chaleur sur tank à lait, chauffe-eaux solaires, échangeurs thermiques, éclairage, aménagements pour l'isolation des bâtiments, etc.) conditionnée à la réalisation préalable d'un diagnostic énergétique;
- un soutien à la méthanisation

agricole (82 projets d'installation de digesteurs individuels ou collectifs ont été financés ou cofinancés par le PPE en 2009 suite à un appel d'offres national).

<http://agriculture.gouv.fr/le-plan-performance-energetique>

Les certificats d'économies d'énergie (CEE)

Ce dispositif vise à encourager des économies d'énergie diffuses. Les obligés (fournisseurs d'énergie, distributeurs de carburant) peuvent soit réduire eux-mêmes leurs consommations, soit acheter des certificats aux non-obligés, soit payer une pénalité à l'État. En 2010, les exploitations agricoles ont la possibilité de vendre des CEE correspondant à 3 types d'opérations standardisées : contrôle et réglage du moteur des tracteurs (banc d'essai moteur), installation d'un ordinateur climatique pour les serres, installation d'un ballon de stockage d'eau chaude pour les serres. D'autres opérations sont à l'étude ou en cours de standardisation : diagnostic énergétique des exploitations, installation de récupérateurs de chaleur et de pré-refroidisseurs sur les tanks à lait, échangeurs de chaleur air-air ou air-sol pour les bâtiments d'élevage, chaudières à bois, etc.

<http://www.clubc2e.org/news/categoryfront.php/id/51/Principe.html>

Le plan protéines végétales

La relance de la production des protéagineux et autres légumineuses s'inscrit dans la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

L'insertion de ces cultures dans les rotations permet notamment de réduire les apports d'azote. Ces cultures présentent également un intérêt économique puisqu'elles permettent de réduire les importations de soja et le déficit commercial associé. L'objectif du plan est d'atteindre 400 000 hectares en 2012. Trois types de mesures y contribuent : une aide spécifique de 55,57 €/ha de protéagineux (pois sec, féverole et lupin doux) ; un soutien complémentaire au niveau français à partir de 2010 pour les protéagineux et les légumineuses fourragères avec une enveloppe annuelle de 40 millions d'euros, financée par redéploiement d'une partie des aides du 1^{er} pilier de la PAC (article 68) ; un soutien indirect par certaines mesures agro-environnementales encourageant la réduction de la fertilisation ou la diversité de l'assolement.

http://terres2020.agriculture.gouv.fr/article.php3?id_article=117

Le plan biocarburants français

Il fixe un objectif d'incorporation de 7 % en 2010 et de 10 % en 2015. Ces chiffres dépassent ceux de la directive européenne de 2003 (5,75 % en 2010). Ce plan repose sur un dispositif fiscal incitatif. Les unités de production agréées bénéficient d'une exonération partielle de la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TIC). Les distributeurs de carburants qui ne respectent pas les taux d'incorporation doivent payer un supplément au titre de la taxe générale sur les activités polluantes

(TGAP). Les huiles végétales pures (HVP) sont également exonérées de la TIC. L'autoconsommation est autorisée, ainsi que leur commercialisation comme carburant agricole ou pour l'avitaillement des navires de pêche.

<http://agriculture.gouv.fr/la-politique-francaise-de>

Les tarifs d'achat d'électricité renouvelable

Des tarifs spécifiques s'appliquent à la vente d'énergie renouvelable par les agriculteurs. Concernant l'électricité photovoltaïque, l'arrêté du 12 janvier 2010, revu en septembre 2010, fixe le tarif d'achat de l'électricité produite selon la région et le type d'installation de 27,6 à 58 ct€/kWh. Ces tarifs sont dégressifs (-10% par an à partir de 2012) pour prendre en compte la baisse du coût d'installation.

Le tarif d'achat de l'électricité éolienne terrestre est de 8,2 ct€/kWh pendant les dix premières années, puis entre 2,8 et 8,2 ct€/kWh selon le facteur de charge pendant les cinq années suivantes.

Des tarifs d'achat spécifiques à l'électricité produite par méthanisation sont en place depuis 2006 ; ceux relatifs au biogaz sont en cours de préparation au moment de la rédaction de ce rapport.

Les soutiens publics à la recherche et à la formation

Le réseau « Performance énergétique des exploitations de l'enseignement agricole » animé par le MAAPRAT (DGER) est chargé de diffuser les

principales innovations et techniques en renforçant les liens entre recherche, développement agricole et formation des agriculteurs. Il fédère les initiatives et joue un rôle d'impulsion et de démonstration.

<http://www.chlorofil.fr/territoires/reseaux-et-partenaires/reseau-performance-energetique-des-exploitations.html>

Les fonds du Compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural » (CASDAR) financent entre autres des projets de recherche et développement visant à améliorer les performances énergétiques des exploitations ou des systèmes de production, notamment via certains Réseaux Mixtes Technologiques (RMT) comme « Agro-équipement-énergie » ou « Biomasse, énergie, environnement et territoire », ou encore via des appels à projets annuels.

La fiscalité des produits énergétiques pour le secteur agricole et les agro-fournisseurs

Le secteur agricole bénéficie de mécanismes d'allègement des prélèvements fiscaux sur les consommations intermédiaires énergétiques. Il s'agit d'une part d'un taux réduit de 5,66€/hl (le taux normal est de 42,84 €/hl) de TIC applicable au fioul domestique utilisé comme carburant. Cette mesure a été introduite dans les années 1970 pour encourager la mécanisation. D'autre part, les agriculteurs sont partiellement remboursés de la même TIC sur les produits énergétiques, à hauteur de 5 €/hl. Cette mesure a été mise en place en 2004 avec

la hausse du prix du pétrole. Elle est annuellement prolongée en loi de finances. Cette détaxation quasi-complète du carburant à usage agricole génère un avantage de l'ordre de 3 000 euros par exploitation et par an¹.

Concernant le gaz naturel, les exploitants agricoles bénéficient d'un remboursement partiel de la taxe intérieure sur la consommation de gaz naturel (TICGN) acquittée pour le chauffage des serres (0,71 € / Kwh)². L'industrie de fabrication des engrais minéraux est également exonérée de la TICGN, au titre d'entreprises faisant un « double usage du gaz » (matière première et énergie). La vente de certains engrais à usage agricole et des aliments pour le bétail est soumise à une taxe sur la valeur ajoutée (TVA) de 5,5% depuis 1966.

D'autres programmes sectoriels de modernisation

contribuent également à l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur agricole : plan serres-énergie, plan végétal environnement, plan de maîtrise des pollutions d'origine agricole, etc. Le fonds chaleur, géré par l'ADEME, finance des projets de production de chaleur à partir d'énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire, etc.) et notamment des projets de méthanisation agricole.

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=96&m=3&catid=23403>

1. Projet de loi de finances pour 2010 - Agriculture, pêche, alimentation, forêt et affaires rurales.

2. Cour des comptes, Fiscalité et environnement, 2005.

1.4. AGRICULTURE ÉNERGIE 2030: UNE DÉMARCHÉ COLLECTIVE ET SYSTÉMIQUE

L'énergie dans les exercices de prospective sur l'agriculture

Les thématiques « agriculture » et « énergie » ont séparément fait l'objet de nombreuses études prospectives, mais l'analyse de leurs liens est plus rare. Si l'environnement a été pris en compte depuis plusieurs années déjà dans les travaux de prospective sur l'agriculture (notamment ceux du groupe dit « de la Bussière »⁴⁰), la question énergétique y a occupé une place bien plus discrète. Elle n'y a fait son apparition que récemment et encore sans être toujours considérée comme une variable structurante : elle n'apparaît pas de manière systématique dans les scénarios élaborés et ne constitue souvent qu'un scénario de « rupture », considéré a priori comme moins probable que les autres.

Ainsi, le groupe d'experts créé par la DG Recherche de la Commission européenne⁴¹ pour appuyer la réflexion prospective du *Standing Committee on Agricultural Research* (SCAR) sur les priorités à long terme de la recherche a, dans ses hypothèses de rupture, imaginé un scénario *Energy Crisis* : un *peak oil* arrive autour de 2020, non anticipé par l'Europe, qui y est par conséquent très vulnérable. Après plusieurs années difficiles, la production de biocarburants parvient à assurer 20 % de la demande en utilisant 20 à 30 % des terres agricoles. Les agriculteurs développent également leurs propres outils de distillation pour atteindre l'autosuffisance à l'échelle locale ou même familiale. Les économies d'énergie se généralisent dans la vie quotidienne comme dans les pratiques agricoles. Les circuits de distribution se raccourcissent, l'économie devient davantage décentralisée, rurale et écologique.

Seule, à notre connaissance, l'Académie d'agriculture de France a mené une réflexion prospective sur l'impact d'un coût de l'énergie élevé sur l'agriculture française⁴². Le groupe a toutefois limité ses réflexions au moyen terme, soit les 10 à 15 prochaines années. Cet horizon conduit à écarter l'hypothèse d'un épuisement des réserves de pétrole, mais aussi d'un remplacement significatif des énergies fossiles par de nouvelles sources d'énergie. Il n'a pris qu'une hypothèse concernant le prix du pétrole, soit une hausse progressive jusqu'à 150\$ le baril, ce qui n'exclut pas d'importantes variations autour de ce prix, voire des situations de crise. Après avoir fait le bilan énergétique global de l'agriculture française (consommations directes et indirectes) et évoqué l'influence des pratiques agricoles, le groupe est arrivé à la conclusion que toute hausse de 1 % du coût de l'énergie et des engrais réduit de 0,4 % à 0,5 % le revenu net des agriculteurs (toutes choses égales par ailleurs). Avec un baril à 150 dollars, les dépenses d'énergie dans les exploitations augmenteraient ainsi de l'ordre de 60 %. Le revenu agricole serait amputé d'au moins 2,5 milliards d'euros, soit 20 %. Ceci ne représenterait toutefois qu'un accroissement de moins de 10 % du prix de revient des produits agricoles.

Les scénarios de Chatham House⁴³, l'institut britannique des relations internationales, se situent à un niveau mondial. Deux d'entre eux explorent les conséquences de contraintes énergétiques (et climatiques) fortes, sur deux produits agricoles (le blé et le lait) :

- « Vers une nouvelle ère » est un scénario où les prix du pétrole poursuivent leur envolée, le pic de production pétrolière est atteint et la demande en biocarburants explose. Les effets du changement climatique influent de plus en plus sur les récoltes, la production agricole par habitant diminue.

- Dans « Crise alimentaire », le baril de pétrole dépasse les 200 \$, ce qui se répercute directement sur les prix des matières premières agricoles, déjà tirés à la hausse par la spéculation financière. Les stocks mondiaux de céréales s'effondrent et la demande mondiale n'est plus satisfaite.

40. Poux X., (coord.), *Agriculture, environnement et territoires : quatre scénarios pour 2025. Un exercice de prospective du Groupe de la Bussière*, La Documentation française, 2006.

41. Commission européenne-DG Recherche, *The foresight expert group FFRAF Report: Foresighting Food, Rural and Agri-futures*, 2007.

42. Bazin G., (rapporteur), *L'agriculture française face à une forte augmentation du coût de l'énergie. Synthèse des travaux du groupe intersections de l'Académie d'Agriculture de France*, 2008.

43. Chatham House, *Food futures: Rethinking UK Strategy*, 2009.

D'autres travaux ont exploré, même si ce n'était pas leur objectif premier, les liens entre agriculture et énergie, par exemple par le biais de la mobilité et de la localisation des activités de production dans *Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030* de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA)⁴⁴. Dans le scénario 3, les solutions techniques de substitution n'ayant pas permis de limiter la hausse du prix de l'énergie, l'augmentation significative des coûts de transport tend à redistribuer les productions agricoles relativement près des villes, selon leur sensibilité à ces coûts (aspects pondéreux, contraintes sanitaires, périssabilité). Ceci encourage la constitution de bassins de production plutôt autonomes (organisation en « marguerite » autour des aires urbaines). L'agriculture doit ré-organiser des complémentarités et des synergies avec son environnement proche, pour limiter sa dépendance vis-à-vis de territoires lointains (matière organique, protéines pour l'alimentation animale, production locale d'énergie).

L'énergie, dans les exercices de prospective, n'est pas toujours considérée sous l'angle de la contrainte ou de la crise, mais aussi comme une opportunité. L'Institut de l'élevage a ainsi imaginé, parmi cinq scénarios sur l'avenir de l'agriculture⁴⁵, celui d'une « agriculture qui s'adapte à un contexte d'énergie chère dans la durée » : la mise en œuvre de productions agricoles alternatives aux énergies fossiles permet d'établir un consensus autour de l'utilité sociale de l'agriculture. Celle-ci redevient une composante majeure de l'économie nationale. Les efforts des organismes de recherche et développement sont tournés vers l'optimisation énergétique et la mise au point de nouvelles technologies. Les collaborations entre filières animales et végétales sont renforcées, dans le cadre d'une agriculture plus raisonnée à l'échelle des territoires.

L'analyse de la bibliographie prospective montre que la question énergétique en agriculture n'est au mieux abordée que de façon indirecte ou partielle, en limitant les hypothèses sur le contexte énergétique ou bien en ne s'intéressant qu'à un type de production agricole.

Pourquoi la méthode des scénarios ?

Au vu de la dimension technique affirmée du sujet, nous aurions pu opter pour des méthodes de prévision : prévisions technologiques (progrès attendus des moteurs, des biocarburants, de l'efficacité énergétique des bâtiments, du solaire, etc.), prévisions sur l'évolution du cours du pétrole (par exemple celles de l'Agence internationale de l'énergie) et sur les prix des productions agricoles. Mais le souhait de départ n'était pas de voir ce qui se passerait avec un baril à 80, 100 ou 150 dollars, comme si la relation était « mécanique », comme si les acteurs ne modifiaient par leurs stratégies en fonction des situations, sans rétroactions susceptibles d'amortir ou d'amplifier le phénomène. L'objectif était d'envisager les interactions entre l'agriculture française et l'énergie non comme une relation causale, isolée et à sens unique, mais comme une partie d'un système plus complexe, faisant intervenir d'autres facteurs et pas seulement des facteurs techniques ou économiques. Il ne s'agissait pas seulement d'anticiper les conséquences d'un pic pétrolier, mais de considérer différents contextes énergétiques possibles (y compris un contexte sans contrainte énergétique forte) et différentes réactions des acteurs concernés.

La prospective se distingue ainsi nettement de la prévision par son caractère pluridisciplinaire et systémique⁴⁶. Elle évite la réduction des problèmes à un ensemble de dimensions thématiques ou disciplinaires traitées séparément pour privilégier, à l'inverse, une étude de l'ensemble des jeux d'acteurs, des facteurs et de leurs interrelations. La prospective prête une attention particulière au temps long afin de s'abstraire des inerties ou des fluctuations conjoncturelles de certaines variables et d'envisager les dynamiques profondes et les transformations futures des systèmes étudiés.

44. Mora O., (dir), *Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030*, INRA, 2008.

45. Institut de l'élevage, *Les transformations du métier d'agriculteurs : conséquences pour la recherche développement*, 2007.

46. Jouvenel H. de, *Invitation à la prospective - An Invitation to Foresight*, Édition Futuribles, 2004.

Encadré n° 5

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE AGRICULTURE ÉNERGIE 2030

Delphine Antolin	Coop de France
Arnaud Camuset	
Gilles Bazin	AgroParisTech, Académie d'agriculture de France
Pascal Blanquet	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement - DGEC
Aurélien Million	
Fabrice Bouin	Fédération Nationale des Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural (FNCIVAM)
Michael Chariot	
Martin Bortzmeyer	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement - CGDD
Antonin Vergez	
Lucien Bourgeois	Conseil économique, social et environnemental (CESE)
Karine Brulé	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire - DGPAAT
Christine Fortin	
Xavier Cassedanne	Arvalis
Hélène Chambaut	Institut de l'élevage
Karine Daniel	École supérieure d'agriculture (ESA) Angers
Marie de Lattre-Gasquet	Agence Nationale de la Recherche (ANR)
Marc Delporte	Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL)
Ariane Grisey	
Marie Dubois	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire - DRAAF Bretagne (SRISE)
Alain Féménias	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement - CGEDD
Laurent Klein	Société des Agriculteurs de France (SAF)
Valéry Elisseeff	
Édouard Forestie	
Marc Gillmann	Total
Jacques Blondy	
Pierre Guiscafré	Fédération nationale des coopératives d'utilisation de matériel agricole (FNCUMA)
Jean-Luc Gurtler	FranceAgriMer
Florence Jacquet	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
Jean Jaujay	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire - CGAER
Catherine Macombe	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (Cemagref)
Michel Marcon	Institut du porc (IFIP)
Jérôme Mousset	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)
Cédric Garnier	
Pierre Papon	Professeur émérite à l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la ville de Paris (ESPCI)
Jean-Luc Pelletier	Association nationale des industries alimentaires (ANIA)
Xavier Poux	Bureau d'études AscA
François Purseigle	École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) Toulouse
Étienne Regnaud	Assemblée Permanente des Chambres d'agriculture (APCA)
Tayeb Saadi	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire - SSP
Sébastien Treyer	Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (IDDRI)
Dominique Tristant	AgroParisTech - Ferme Grignon énergie positive
Lionel Vilain	France Nature Environnement (FNE)
Anne-Sophie Wepierre	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire - DGPAAT
Julie Colomb	

Équipe projet du Centre d'études et de prospective (MAAPRAT) :

Marie-Aude Even, Bruno Héroult, Céline Laisney, Thuriane Mahé, Fabienne Portet, Julien Vert

Contrairement à la prévision qui repose principalement sur l'analogie, la continuité et l'extrapolation du passé, la prospective intègre explicitement des discontinuités et des ruptures, qu'elles soient politiques, technologiques, culturelles, économiques, sociales, juridiques, etc.

Les scénarios constituent de ce point de vue l'une des méthodes les plus caractéristiques de la prospective⁴⁷. Mise en œuvre et expérimentée dans des contextes très différents depuis les années 1960 (travaux pionniers d'Herman Kahn à la *Rand Corporation*⁴⁸, scénarios Shell, travaux internationaux sur l'environnement, Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR) et Commissariat général du Plan en France, etc.), cette méthode a bénéficié d'améliorations successives et recouvre aujourd'hui des pratiques assez homogènes. À la définition des scénarios donnée par Kahn et Wiener (1967) comme « séquences d'événements hypothétiques construites pour mettre en évidence les processus causaux et les enjeux de décision » s'est ajoutée au cours des décennies 1970 et 1980 l'idée d'une exploration plus systématique des sujets étudiés et d'une recherche de cohérence formelle et logique dans les images du futur ainsi produites⁴⁹. Ni trop rudimentaire ni trop sophistiquée, la méthode des scénarios est bien adaptée aux sujets socio-économiques, d'une part, et à la prise en compte des crises et ruptures d'autre part. Un autre de ses avantages est de permettre, même plusieurs années après l'exercice, de replonger dans les analyses qui ont été faites et de retrouver les liens qualitatifs et les variables à prendre en compte, ce qui est impossible avec une modélisation, qui n'a de validité que dans le « périmètre paramétrique » choisi pour les différentes simulations.

La méthode des scénarios nous a permis, par exemple, de constater que l'hypothèse d'un prix du pétrole durablement très élevé était difficilement tenable. En effet, à court ou moyen terme, selon les capacités de mobilisation collective et les ressources financières et humaines disponibles, des forces de rappel entrent en action, sous la forme d'une crise économique ou de stratégies de réduction de la consommation énergétique, ce qui a pour effet de faire baisser la demande globale et donc le prix.

Les scénarios *Agriculture Énergie 2030* auraient pu être fait « en chambre », par l'équipe du CEP ou par des spécialistes externes au ministère ou bien encore en recueillant des « dire d'experts » en utilisant la méthode DELPHI. Mais s'agissant d'une prospective publique animée par un service ministériel et visant explicitement des déclinaisons stratégiques, il semblait plus judicieux de privilégier la réflexion collective, les échanges de savoirs et de points de vue, la discussion et la confrontation des idées. La méthode des scénarios permet cette expression des divergences, ainsi qu'une acculturation collective aux enjeux. Elle permet aussi de dégager une vision commune sur les pistes de solutions, validées par ceux-là mêmes qui devront mettre en œuvre de nouvelles mesures politiques pour relever les défis identifiés : formations, conseils aux agriculteurs, investissements, programmation de la recherche, etc.

Le groupe *Agriculture Énergie 2030*

Agriculture Énergie 2030 a mobilisé au total une quarantaine d'acteurs d'origines, de disciplines et de sensibilités diverses (voir encadré 5) capables de refléter les nombreuses facettes du monde agricole en 2010 et de proposer des visions nuancées et non linéaires de l'évolution de l'agriculture face au contexte énergétique. L'expertise collective convient à la démarche prospective engagée, qui cherche non pas à pré-voir ou pré-dire l'avenir le plus certain mais à imaginer l'éventail des avènements probables.

Ainsi constitué, le groupe *Agriculture Énergie 2030* s'est réuni à treize reprises entre mai 2009 et juin 2010, sous le pilotage de l'équipe projet du Centre d'études et de prospective du MAAPRAT.

47. Laurent Mermet et al., *Prospectives pour l'environnement*, 2003.

48. Voir par exemple Kahn H, Wiener A. J., *L'an 2000*, 1968.

49. Poux X, « Fonctions, construction et évaluation des scénarios prospectifs », dans Mermet L., (dir), *Étudier des écologies futures*, 2005.

Le cadrage de l'exercice et le système *Agriculture Énergie 2030*

Élaborer des scénarios suppose de bien identifier l'objet de la prospective, ce dont on souhaite observer l'évolution, en l'occurrence l'ensemble des enjeux énergétiques pour l'agriculture française au cours des 20 prochaines années. Une telle démarche ne se conçoit qu'au prix d'une simplification de l'objet en question. En accord avec les membres du groupe, il a donc été très tôt décidé de clairement délimiter le champ de l'exercice.

Comme on l'a vu, la thématique de l'énergie chevauche de plus en plus celle du climat, avec les risques de confusion qui en découlent. Il a donc été choisi de ne prendre en considération le changement climatique que dans la mesure où il est directement lié à l'énergie : émissions de gaz à effet de serre découlant des consommations d'énergie directe et indirecte et production d'énergies renouvelables. D'autres aspects ont ainsi été mis à l'écart, tels la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. Cela ne signifie pas que ces questions ont été éludées, mais qu'elles ont seulement été considérées comme des éléments de contexte.

Le choix a également été fait de se centrer sur l'agriculture, plus précisément sur les conditions et modalités de production et de première transformation à la ferme des ressources agricoles, ainsi que sur l'ensemble des fonctions sociales, économiques, culturelles et environnementales de l'agriculture. L'exercice n'inclut donc pas la pêche, dont les problématiques sont trop différentes pour être appréhendées dans le même cadre. La sylviculture, les industries agroalimentaires et la distribution sont également exclues du cœur de l'exercice. Les enjeux liés à la production de biomatériaux et de bioproduits n'ont pas non plus fait l'objet d'une analyse détaillée. Là encore, cela ne signifie pas que ces secteurs sont absents de la réflexion. Il a enfin été décidé de limiter l'analyse au territoire métropolitain, les problématiques agricoles et énergétiques des territoires d'Outre-mer étant très différentes.

Dans ce type d'exercice, le choix de l'horizon temporel est déterminant. 2030 constitue un compromis entre, d'une part, la volonté de s'affranchir des effets de conjoncture souvent présents dans les contextes agricole et énergétique et, d'autre part, la nécessité de travailler à une échelle de temps suffisamment proche pour être maîtrisable. Par ailleurs, il coïncide avec l'horizon temporel retenu dans plusieurs études de prospective concernant l'agriculture ou l'énergie.

À partir du diagnostic sur les liens entre activités agricoles et enjeux énergétiques (voir sections précédentes), le groupe a d'abord identifié les variables utiles pour comprendre l'évolution du système agriculture-énergie. Il s'agissait d'aboutir à une liste de variables pertinentes, clairement définies, ni trop agrégées ni trop spécifiques et assez nombreuses pour broser un tableau nuancé du sujet, sans pour autant alourdir l'analyse. Trente-trois variables⁵⁰ ont finalement été retenues (encadré 6), regroupées ensuite en cinq composantes (figure 8).

Les grandes composantes qui réunissent ces variables, en délimitant des sous-systèmes, sont schématisées dans la figure 8. Au cœur du système agriculture-énergie, on trouve naturellement les variables de la production agricole, en distinguant celles ayant un lien direct avec l'énergie de celles qui sont de nature plus agronomique. Une autre composante, intitulée « Agriculteurs et société », se situe plutôt en amont de ce noyau. Elle regroupe des variables comme la population agricole, l'organisation des filières ou les comportements des consommateurs. La composante « Transports, logistique et

50. Ces variables ont fait l'objet d'analyses détaillées : voir les fiches-variables en annexe.

Encadré n° 6

LISTE DES VARIABLES RETENUES

CONTEXTE GLOBAL

Géopolitique internationale
 Négociation climatique internationale
 Accords commerciaux internationaux
 Croissance économique mondiale, européenne et française
 Prix du baril de pétrole
 Prix agricoles internationaux
 Changement climatique et environnement pédo-climatique

AGRICULTEURS ET SOCIÉTÉ

Population agricole
 Accompagnement technique et économique des agriculteurs
 Modes d'organisation collective des agriculteurs
 Organisation verticale des filières
 Dialogue entre les agriculteurs et la société
 Modes de vie et comportements des consommateurs

TRANSPORTS, LOGISTIQUE ET LOCALISATION

Logistique et transport de marchandises à l'échelle internationale
 Division internationale du travail en agriculture
 Modalités et coûts du transport de marchandises en Europe
 Urbanisation et mobilité
 Localisation des activités et services agricoles et agroalimentaires

PRODUCTION AGRICOLE

Aspects énergétiques

Performance énergétique du machinisme agricole
 Gestion de l'azote
 Alimentation du bétail
 Performance énergétique des bâtiments agricoles
 Développement des énergies renouvelables sur les exploitations
 Production de bioénergies

Aspects non énergétiques

Évolution des structures et rapport capital / travail en agriculture
 Surface agricole utile en France
 Assolement et rotations de la « ferme France »
 Systèmes de production

POLITIQUES PUBLIQUES ET ACTION COLLECTIVE

Politiques environnementale et climatique
 Politique énergétique
 Politiques d'aménagement du territoire
 Politique agricole européenne
 Politiques agricole et de développement local des régions

localisation » se situe elle plutôt en aval de la production agricole, avec des variables comme la localisation relative des activités de production et de transformation ou le transport de marchandises. Deux composantes de nature plus générale viennent compléter le schéma. Il s'agit d'une part de l'ensemble des variables de contexte, parmi lesquelles le prix du pétrole, les prix agricoles ou les grandes négociations internationales et d'autre part de l'ensemble des politiques publiques et des modes d'action collective aux échelles régionale, nationale et européenne.

La variable « prix du baril de pétrole » est retenue comme une approximation du prix de l'ensemble des énergies fossiles car c'est la source d'énergie dominante et son prix est directeur sur le prix des autres énergies. En particulier, on considère que le prix du gaz naturel continuera de suivre celui du pétrole à l'horizon 2030. Cette hypothèse pourrait être infléchiée par un très fort développement de nouvelles ressources gazières (voir encadré 1), ce qui constituerait une rupture majeure qui n'a pas été explorée dans le cadre de l'exercice. ◆

Figure n° 8
Schéma du système *Agriculture Énergie 2030*



CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE

Le diagnostic des liens entre activités agricoles et facteurs énergétiques a permis de révéler quelques grands enjeux pour l'agriculture française des prochaines décennies. Enjeux pour l'économie agricole tout d'abord, avec le poids des consommations énergétiques dans les charges des exploitations, très différent selon les productions et les systèmes de production. Globalement, pour la « ferme France », on retient notamment l'intérêt de prendre en compte les consommations indirectes dans les bilans énergétiques (l'énergie utilisée pour fabriquer les engrais minéraux ou pour produire et transporter les concentrés pour l'alimentation animale par exemple).

Enjeux à l'échelle internationale ensuite, avec la dépendance du secteur à des événements très exogènes, comme les investissements dans la production pétrolière ou gazière, ou encore l'évolution des prix agricoles. Les liens entre consommations d'énergie directe et indirecte et émissions de gaz à effet de serre posent également des questions d'ordre environnemental. La transition énergétique en cours amène en outre à s'intéresser aux circuits d'approvisionnement et à la répartition des activités agricoles sur les territoires.

2.

QUATRE SCÉNARIOS À L'HORIZON 2030

2.1. La méthode des scénarios

Les étapes de la méthode des scénarios
Le statut des scénarios

2.2. Outil de chiffrage des scénarios

Présentation de l'outil
La ferme France en 2006 (valeurs de référence)
Paramétrage des scénarios

2.3. Les quatre scénarios

Scénario 1. Territorialisation et sobriété face à la crise
Scénario 2. Agriculture duale et réalisme énergétique
Scénario 3. Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte
Scénario 4. Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie
Synthèse des scénarios

2.

QUATRE SCÉNARIOS À L'HORIZON 2030

Sur la base du diagnostic, la deuxième étape de notre exercice a consisté à se projeter dans l'avenir pour explorer le champ des probables. Le travail réalisé sur chaque variable, puis le croisement des variables, ont permis de construire des micro-scénarios puis des scénarios globaux d'évolution de l'agriculture à l'horizon 2030.

La construction des scénarios est une étape centrale de toute réflexion prospective. Cette construction répond à un certain nombre de critères et l'utilisation des scénarios produits réclame elle-même certaines précautions (section 2.1). Nous avons ensuite procédé au chiffrage des différents scénarios, en les passant au crible d'un outil basé sur des paramètres techniques de natures agronomique et énergétique (section 2.2). Cette deuxième partie se termine par une présentation détaillée des quatre scénarios ainsi construits: «Territorialisation et sobriété face à la crise», «Agriculture duale et réalisme énergétique», «Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte» et «Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie» (section 2.3).

2.1. LA MÉTHODE DES SCÉNARIOS

On peut définir un « scénario » comme un récit plausible des évolutions futures du système étudié, reposant sur une analyse systémique des variables en jeu et construit sur la base de procédures transparentes, défendables comme rationnelles et visant à assurer la cohérence de ce récit aux différentes étapes de son élaboration. Un scénario est constitué :

- d'une base, qui est la représentation que l'on se fait de la réalité actuelle du système appréhendée au travers de sa dynamique longue ;
- d'une image, description synchronique du système à l'horizon de temps considéré ;
- et d'une trajectoire, succession d'événements futurs hypothétiques qui constituent le cheminement entre la base et l'image.

Les étapes de la méthode des scénarios

La méthode des scénarios mise en œuvre dans le cadre d'*Agriculture Énergie 2030* a comporté cinq étapes.

- Construction d'une représentation commune du système

Il s'agit dans un premier temps de délimiter le système étudié, de déterminer l'horizon temporel et de clarifier les objectifs et le mode opératoire de la démarche. Dans un

second temps, il s'agit de construire un état de référence synthétique du système étudié (voir section 1.4). Cette phase de diagnostic se base notamment sur des analyses rétrospectives et vise à identifier les modes de fonctionnement du système étudié et les forces qui s'exercent sur lui.

- Exploration du champ des probables

L'élaboration des fiches-variables constitue le point charnière entre le diagnostic et la phase exploratoire (voir encadré 7).

- Élaboration des scénarios

Il s'agit de décrire et de documenter plusieurs images contrastées du futur ainsi que les cheminements logiques qui y conduisent depuis la situation actuelle. Pour cela, on procède par combinaison des hypothèses formulées sur chaque variable.

- Dégager des orientations stratégiques

La construction des scénarios n'est pas une fin en soi. Elle doit permettre d'identifier les conclusions et enseignements qui se dégagent d'une lecture transversale des évolutions futures possibles, afin d'élaborer des orientations stratégiques.

- Valoriser les travaux

Les scénarios sont un excellent point de départ pour une discussion sur les évolutions souhaitables et les défis à relever aujourd'hui. Il faut pour cela favoriser leur appropriation et leur mise en discussion.

Les variables, les acteurs et les processus considérés sont extrêmement divers par leur nature et leurs modes d'action sur le système. La prise en compte explicite de comportements et de décisions humaines dans les facteurs d'évolution ajoute encore de la complexité à la démarche. La force de la méthode des scénarios réside précisément dans sa capacité à embrasser, ordonner et inscrire dans le temps cette mosaïque. La mise en récit agit en effet comme une « médiation entre des événements ou des incidents individuels et une histoire prise comme un tout »⁵¹ et permet de construire, de manière fine et complexe, des images et des dynamiques à partir d'éléments très hétérogènes⁵². Le récit permet enfin d'articuler différentes formes de transformation d'un système par le travail du temps (évolution des institutions, enchaînements de causes et d'effets, accumulations et basculements, dynamiques naturelles)⁵³.

Le croisement des hypothèses internes à une composante, effectué en séance par les

51. Ricoeur P., *Temps et récits*, Seuil, 1983.

52. Mermet L., « Des récits pour raisonner l'avenir. Quels fondements théoriques pour les méthodes de scénarios ? », dans Mermet L. (dir), *Étudier des écologies futures*, Peter Lang, 2005.

53. Mermet L., *op. cit.*

Encadré n°7

LES FICHES-VARIABLES

Chaque variable a fait l'objet d'une fiche-variable de six à huit pages précisant la définition de la variable, les indicateurs permettant de la mesurer, les acteurs concernés, son évolution passée et ses hypothèses d'évolution, sur la base d'une documentation fournie (séries statistiques, exercices de prévision et de prospective, littérature scientifique). La rétrospective dégage les tendances lourdes (phénomènes à forte inertie, dont on peut raisonnablement anticiper l'évolution) caractérisant la variable, ainsi que les tendances émergentes. La partie prospective met en évidence les incertitudes majeures, c'est-à-dire des phénomènes qui ont un fort impact sur le système mais dont l'occurrence ou l'évolution est incertaine. Ces incertitudes permettent de formuler des hypothèses d'évolution contrastées mais néanmoins probables

à l'horizon étudié. Ces hypothèses ont été choisies de manière à être ni trop contrastées (plausibilité) ni trop restrictives (pour intégrer des discontinuités ou ruptures).

Toutes les fiches-variables sont disponibles en annexe du rapport dans sa version électronique (deux fiches-variables sont présentées en annexe à titre d'exemple dans la version papier). Elles ont fait l'objet d'un important travail de documentation et d'expertise réalisé par les membres du groupe et l'équipe-projet. Les hypothèses prospectives formulées ont été discutées et validées collectivement. Cet ensemble constitue ainsi une large base de connaissance mobilisable au-delà de la démarche *Agriculture Énergie 2030*.

membres du groupe et validé collectivement, a permis d'élaborer des micro-scénarios propres à cette composante. Ces micro-scénarios sont des récits cohérents et plausibles du futur, mais restreints au seul sous-système étudié. Les micro-scénarios ont fait l'objet de fiches synthétiques, permettant leur manipulation lors des étapes ultérieures du travail et présentées en annexe du rapport dans sa version électronique⁵⁴. Le croisement de ces micro-scénarios a ensuite permis de construire des scénarios globaux, au nombre de quatre (voir section 2.3).

Le statut des scénarios

À chaque étape, le groupe a validé collectivement les combinaisons retenues, qui ont constitué les trames des micro-scénarios et des scénarios élaborés. Ces trames ont été ensuite développées par l'équipe projet entre les séances, en articulant les hypothèses entre elles, en vérifiant leur cohérence et en précisant leurs chronologies respectives. Le nombre de combinaisons est potentiellement très important puisque l'on dispose de trois à quatre hypothèses en moyenne pour chacune des 33 variables.

Trois critères essentiels guident ce processus et restreignent les possibilités : la cohérence, la plausibilité et la pertinence. Certaines hypothèses sont en effet mutuellement incompatibles et certains ensembles d'hypothèses peuvent s'avérer contradictoires. Les images produites doivent également être vraisemblables, ce qui conduit à exclure certaines combinaisons hautement improbables. Les scénarios construits doivent aussi bien évidemment être cohérents avec les grandes lois de la physique, de la chimie ou de l'économie. Par exemple, certaines hypothèses qualitatives et quantitatives à l'origine des scénarios ont dû être amendées pour rééquilibrer les bilans azotés et fourragers de la « ferme France » (voir section 2.2). Les scénarios produits ont vocation à éclairer le débat public et la décision politique sur les enjeux étudiés ; certaines combinaisons d'hypothèses sont ainsi naturellement écartées car elles n'apportent pas d'éléments intéressants ou ne se distinguent pas suffisamment des scénarios déjà produits. Il convient de même d'éviter les combinaisons qui conduiraient à des scénarios trop caricaturaux (« tout noir » ou « tout rose »). Le processus comporte cependant une dimension subjective irréductible qui ressort bien dans la définition des scénarios proposée par Van Asselt et al.⁵⁵ comme « descriptions archétypales d'images alternatives du futur, issues de représentations mentales ou de modèles qui reflètent des appréhensions différentes du passé, du présent et du futur ». Cette dimension subjective est amoindrie par le recours à une démarche collective et ne constitue pas un problème dans la mesure où l'exercice ne vise pas une analyse exhaustive de ce qui pourrait advenir ni *a fortiori* un pronostic sur l'avenir le plus probable, mais doit déboucher sur un ensemble d'images contrastées et étayées du futur, susceptible d'éclairer la décision publique.

Les scénarios d'*Agriculture Énergie 2030* sont des scénarios exploratoires, c'est-à-dire destinés à explorer le champ des probables, qu'ils soient souhaitables ou non. Il ne s'agit pas de scénarios normatifs, qui partent d'un objectif fixé à l'horizon considéré et remontent dans le temps, établissant à rebours le cheminement (notamment les actions à entreprendre) pour l'atteindre (à l'image par exemple de la prospective Agrimonde⁵⁶). La description des scénarios contient de nombreux événements futurs hypothétiques destinés à illustrer des dynamiques ou des ruptures pouvant advenir. Il ne s'agit en aucun cas de pronostics sur ce qui va se produire ou d'expression des préférences du ministère de l'Agriculture ou des organismes dont sont issus les membres du groupe. De même, les scénarios ne sont ni probabilisés ni hiérarchisés : le soin est laissé à chacun de juger les évolutions qui lui semblent les plus souhaitables ou d'estimer les tendances les plus probables.

Ni prophétie ni prévision, la méthode des scénarios n'a pas pour objet de prédire l'avenir, de le dévoiler comme s'il s'agissait d'une chose déjà faite, mais d'aider à le

54. Dans la version papier du rapport, seuls sont présentés les micro-scénarios de la composante « Production agricole ».

55. Marjolein B.A. Van Asselt C, Storms N, Rijkens-Klomp et Rotmans J., *Towards visions for a sustainable Europe: an overview and assessment of the last decade in European scenarios studies*, University of Maastricht, 1998.

56. INRA-CIRAD, *Prospective Agrimonde*, 2009.

construire. Elle constitue donc un « travail discipliné d'extension des conjectures spontanées », c'est-à-dire un effort pour d'une part étayer, chiffrer et mettre en cohérence les évolutions que l'on peut imaginer de manière informelle et d'autre part pour identifier les conséquences et les mutations qu'elles peuvent entraîner à leur tour⁵⁷. Les scénarios contrastés invitent donc à considérer l'avenir comme à bâtir, plutôt que comme quelque chose qui serait déjà décidé et dont il conviendrait seulement de percer le mystère. Si le passé est « le lieu des faits sur lesquels je ne puis rien et, du même coup, le lieu des faits connaissables », l'avenir est à l'inverse « pour l'homme, en tant que sujet agissant, domaine de liberté et de puissance et, pour l'homme en tant que sujet connaissant, domaine d'incertitude »⁵⁸. Qu'il se réalise ou pas n'est donc pas un critère complètement pertinent pour évaluer un scénario. L'exercice n'a en effet pas pour objet d'aboutir à une connaissance scientifique vérifiable mais à une réflexion partagée sur les enjeux et les leviers d'action. « L'effort-pour-prévoir est précieux parce qu'il éclaire le présent. En nous imposant de rechercher des signaux faibles, d'identifier les grandes tendances, de nous lancer dans un exercice d'imagination, les travaux de prospective enrichissent notre compréhension du monde »⁵⁹. Les scénarios constituent ainsi « un panorama des futurs possibles d'un système destiné à éclairer les conséquences des stratégies d'action envisageables »⁶⁰.

2.2. OUTIL DE CHIFFRAGE DES SCÉNARIOS

Afin d'améliorer leur cohérence et pour qu'ils puissent mieux éclairer les enjeux énergétiques en agriculture, les scénarios ont fait l'objet d'une quantification à l'aide de l'outil Climaterre mis à disposition par l'ADEME. L'objectif de ces chiffrages est d'évaluer la production, les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la « ferme France » en 2030 dans chacun des quatre scénarios.

Présentation de l'outil

Jusqu'à présent, les questions d'énergie et d'effet de serre en agriculture n'ont fait l'objet que de peu de travaux. L'expérimentation Climaterre vise à mettre au point un outil permettant d'analyser finement les aspects énergétiques et climatiques du secteur agricole sur un territoire donné. Climaterre s'appuie sur le travail méthodologique réalisé avec A. Riedacker (INRA, 2007) pour l'analyse climat-énergie de l'agriculture et de la forêt à l'échelle d'un territoire (voir figure 9).

L'analyse distingue deux niveaux : une première étape de production végétale (production de biomasse par la photosynthèse) et une deuxième étape de conversion de la biomasse par les animaux d'élevage. Les étapes ultérieures de transformation des produits agricoles ne sont pas considérées. Les principales données d'entrée de l'outil sont des paramètres agronomiques comme les surfaces, les rendements, les apports d'engrais, les cheptels, la consommation de fioul par hectare, la composition des rations animales, etc. Les principales sorties de l'outil sont :

- la production agricole ;
- la consommation d'énergie directe totale par poste et par usage (cultures, serres, séchage, irrigation, élevage, etc.) ;
- la consommation d'énergie indirecte totale par poste (engrais, produits phytosanitaires, aliments pour animaux, matériels, etc.) ;
- les émissions de GES par type d'élevage (bovins lait, bovins viande, ovins, porcins, etc.) et par culture.

De plus, deux calculs de bouclage sont réalisés par l'outil et permettent de vérifier la cohérence des chiffrages et le respect des grands équilibres agronomiques. D'une part,

57. Mermet L., « La prospective générale, des ressources à mobiliser pour les recherches environnementales », dans Mermet, *Étudier des écologies futures*, Peter Lang, 2005.

58. Jouvenel B. de, *L'art de la conjecture*, Éditions du Rocher, 1964.

59. Mermet L, *op. cit.*

60. Godet M., *Prospective et planification stratégique*, Économica, 1985.

un bilan azoté du territoire de type CORPEN⁶¹ est réalisé, ce qui permet de s'assurer d'une cohérence entre les apports et les exportations d'azote. D'autre part, l'outil réalise un bilan fourrager qui permet de vérifier que les besoins des animaux sont couverts par la production de fourrages sur le territoire (pour des raisons de volumes de matière sèche à transporter, les fourrages ne sont ni importés ni exportés) et les productions végétales disponibles pour l'alimentation animale (tout en vérifiant que la part des céréales oléagineux et protéagineux (COP) correspondant à l'alimentation humaine est préservée).

La «ferme France» en 2006 (valeurs de référence)

Les résultats de l'outil pour la «ferme France» sont disponibles sur la base des données de l'année 2006⁶². Les paramètres d'entrée ont été renseignés à partir des données statistiques nationales annuelles (Agreste 2006, enquête pratiques culturales 2006). La cohérence des valeurs estimées en sortie a été vérifiée par rapport aux statistiques agricoles et énergétiques nationales, ainsi qu'aux inventaires d'émissions de GES du CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique).

Les résultats pour les principales productions de la «ferme France» en 2006 sont :

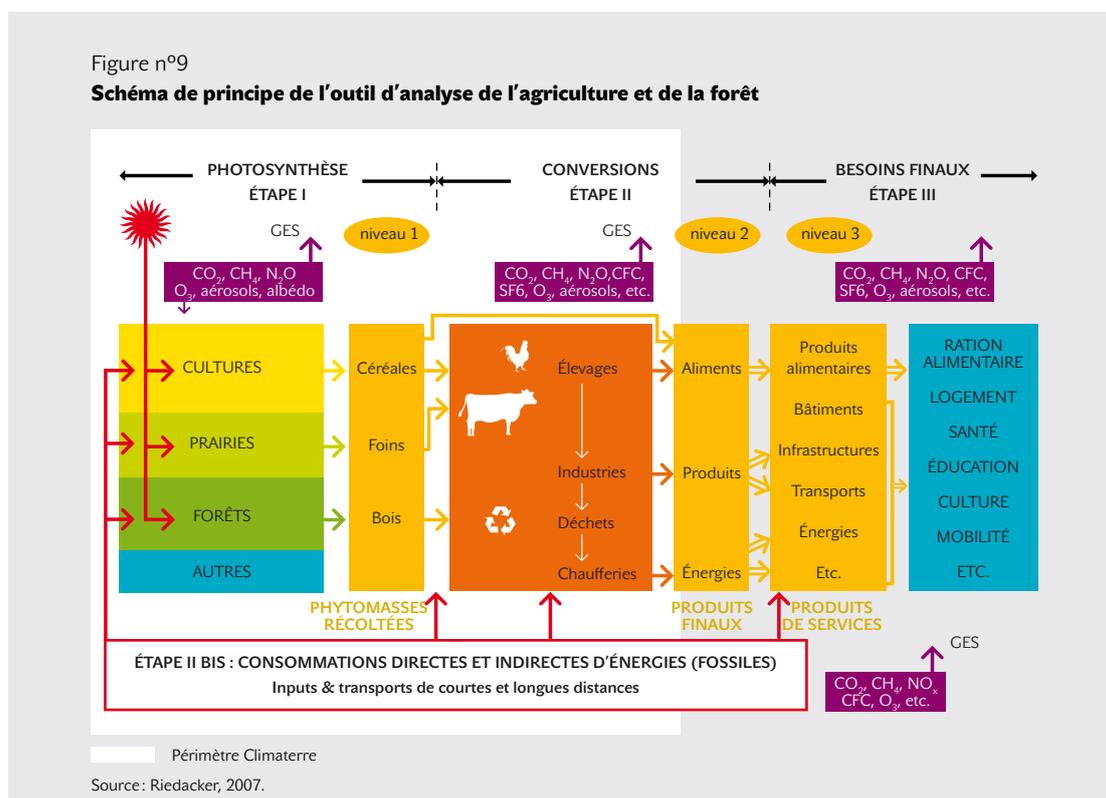
- 81 Mt de fourrages (consommés en totalité par le cheptel)
- 59 Mt de COP (dont 46 % sont exportés, 40 % destinés à l'alimentation du bétail et 14 % destinés à l'alimentation humaine)
- 48 Mt de paille
- 9,6 Mt de viande
- 26 Mt de lait

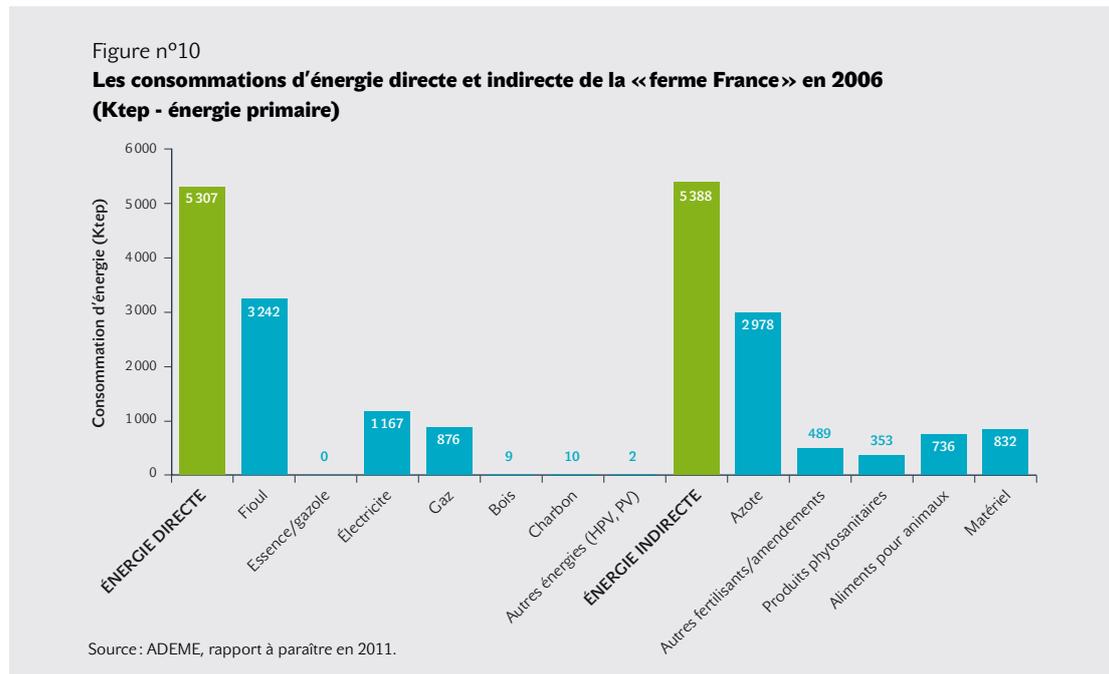
Le solde du bilan azote pour le cas France 2006 est de 920 000 tonnes. Ce résultat est cohérent avec les résultats du modèle NOPOLU-Agri (1 107 000 tonnes d'azote en surplus pour la France).

Pour les aliments concentrés, les besoins pour les animaux sont estimés à 30 millions

61. Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Solde entre les entrées d'azote au champ et les sorties d'azote via les exportations par les plantes.

62. ADEME, Rapport à paraître en 2011.





de tonnes. L'importation de concentrés est de 6,2 millions de tonnes dont 3,5 millions de tonnes de tourteaux de soja. Les exportations s'élèvent à 27 millions de tonnes. Le solde (7,9 millions de tonnes) correspond à la part de céréales et d'oléo-protéagineux pour l'alimentation humaine (valeur cohérente avec les données statistiques⁶³).

En matière de consommations d'énergie et d'émissions de GES, les résultats peuvent différer légèrement de ceux du SSP basés sur le RICA (voir section 1.3). Les principales différences tiennent à la prise en compte dans l'expérimentation Climaterre des consommations énergétiques des CUMA et des ETA (330 ktep), des exploitations non professionnelles (180 ktep), ainsi qu'à une réestimation à la hausse des consommations des serres (105 ktep)⁶⁴.

En outre, l'outil prend en compte les consommations d'énergie directe et indirecte (voir figure 10). Les consommations d'énergie indirecte incluent l'ensemble de l'énergie nécessaire en amont de l'exploitation pour produire et mettre à disposition les intrants utilisés. La consommation d'énergie directe s'élève à 5 300 ktep, dont 3 240 ktep de fioul (soit 62%). Le secteur de l'élevage représente 28% de ces consommations. Les utilisations d'énergie indirecte représentent 5 400 ktep. Le principal poste est l'azote (3 000 ktep soit 55% des dépenses énergétiques). Les autres postes importants sont le matériel (832 ktep) et l'alimentation du bétail (700 ktep, soit 14% du total). Les émissions de GES liées aux activités agricoles s'élèvent à 117 millions de tonnes d'équivalent CO₂ (voir figure 11 page suivante), dont 56% pour les productions végétales et 44% pour les élevages.

Paramétrage des scénarios

L'estimation des paramètres d'entrée de l'outil dans chacun des quatre scénarios a été réalisée « à dire d'experts » lors d'une réunion technique restreinte du groupe. Les principaux paramètres estimés sont, pour chaque scénario :

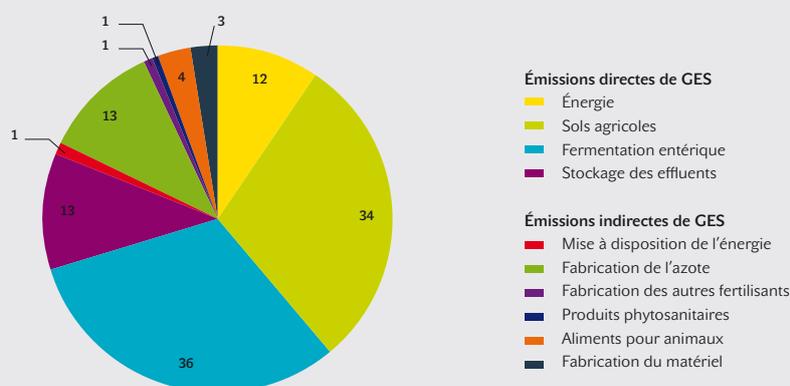
Productions végétales :

Répartition de la SAU (blé, maïs grain, maïs ensilage, protéagineux, oléagineux, prairies temporaires dont luzerne, prairies naturelles), apports de produits fertilisants (azote, phosphates), rendements à l'hectare.

63. Source: MAAPRAT-SSP.

64. ADEME, Rapport à paraître en 2011.

Figure n°11

Les émissions de GES par la «ferme France» en 2006 (Mteq CO₂)

NB: les émissions de GES dues aux changements d'affectation des sols hors France ne sont pas prises en compte.

Source: ADEME, rapport à paraître en 2011.

Productions animales :

Cheptels (bovins lait, bovins viande, porcs, volailles), importations de tourteaux et production de lait par vache.

Autres données énergétiques :

Consommations d'énergie pour le chauffage des bâtiments (serres maraichères et bâtiments d'élevage), consommation de fioul par hectare, part des huiles végétales pures, unités de méthanisation installées, *mix* énergétique français, etc.

Pour chacun de ces paramètres, les valeurs du cas France 2006 ont servi de référence. Le paramétrage des scénarios a donc consisté à décrire l'évolution de ces paramètres par rapport à 2006 dans chacun des scénarios. Toutes les valeurs d'entrée et de sortie de l'outil Climaterre dans les quatre scénarios sont disponibles en annexe.

Sur cette base, le bureau d'études Solagro a effectué un premier calcul pour la «ferme France» en 2030 dans chaque scénario. Les estimations des paramètres d'entrée et les résultats de l'outil ont été restitués à l'ensemble des membres du groupe et ont fait l'objet d'une discussion critique. La valeur de certains paramètres d'entrée a ainsi pu être ajustée et les scénarios amendés, notamment afin de garantir leur cohérence.

En effet, le premier chiffrage conduisait dans certains scénarios à des bilans azotés fortement déficitaires ou à des productions de fourrage très insuffisantes. La modification des hypothèses de rendements des protéagineux, l'ajustement du nombre d'animaux ou le rééquilibrage des surfaces arables et en herbe ont permis de corriger ces problèmes. L'utilisation d'un outil de quantification permet ainsi de formaliser la phase de test de cohérence des scénarios, tout en facilitant leur appropriation par la fourniture de données chiffrées illustratives. De manière générale, cette étape de chiffrage contribue également au processus dynamique de construction des scénarios, en poussant à analyser davantage les effets des changements décrits.

Ces chiffrages ont donc permis de boucler la phase exploratoire de l'exercice, en dotant chaque scénario d'un certain nombre de données agronomiques et énergétiques clés.

L'intérêt de ce genre de démarche est de disposer de bases solides pour comparer les consommations d'énergie par la « ferme France », non seulement entre les scénarios, mais aussi par rapport à la situation actuelle (voir section 3.1).

En revanche, les chiffrages des scénarios sont limités à ces seules données agronomiques et énergétiques. Des données complémentaires auraient enrichi l'analyse, notamment en termes économiques : revenus des agriculteurs, création d'emplois, solde commercial. L'absence de modèle facilement mobilisable pour un tel exercice et les très fortes incertitudes entourant les paramètres d'entrée d'une telle quantification (prix agricoles, montant des aides, etc.) n'ont pas permis de mener à bien ce type de chiffrages.

De même, il aurait été intéressant de quantifier dans chaque scénario le « bouquet énergétique agricole », c'est-à-dire la part respective de l'ensemble des énergies produites et consommées par la « ferme France ». Mais là encore, le manque de données de référence, les fortes incertitudes technologiques et l'absence d'outil de chiffrage pertinent n'ont pas permis d'effectuer les calculs.

Il convient enfin de souligner que ces chiffrages restent très sensibles aux hypothèses d'entrée qui ont été élaborées à « dire d'experts ». Ils ne sauraient donc constituer des projections des consommations d'énergie, des émissions de GES ou de la production de la « ferme France » à l'horizon 2030, mais ont seulement vocation à illustrer les scénarios.



2.3. LES QUATRE SCÉNARIOS

Pour les quatre scénarios « Territorialisation et sobriété face à la crise », « Agriculture duale et réalisme énergétique », « Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte » et « Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie », une présentation synthétique sur une double page précède la version intégrale comprenant le récit, l'image de la « ferme France » à l'horizon 2030 et des encadrés sur les signaux faibles ou les ruptures possibles. Rappelons que les scénarios ne sont en aucune manière des pronostics sur ce qui va advenir, encore moins l'expression des préférences du groupe *Agriculture Énergie 2030* ou du MAAPRAT. Il s'agit d'outils permettant d'illustrer les évolutions possibles de l'agriculture face au contexte énergétique.

SCÉNARIO 1

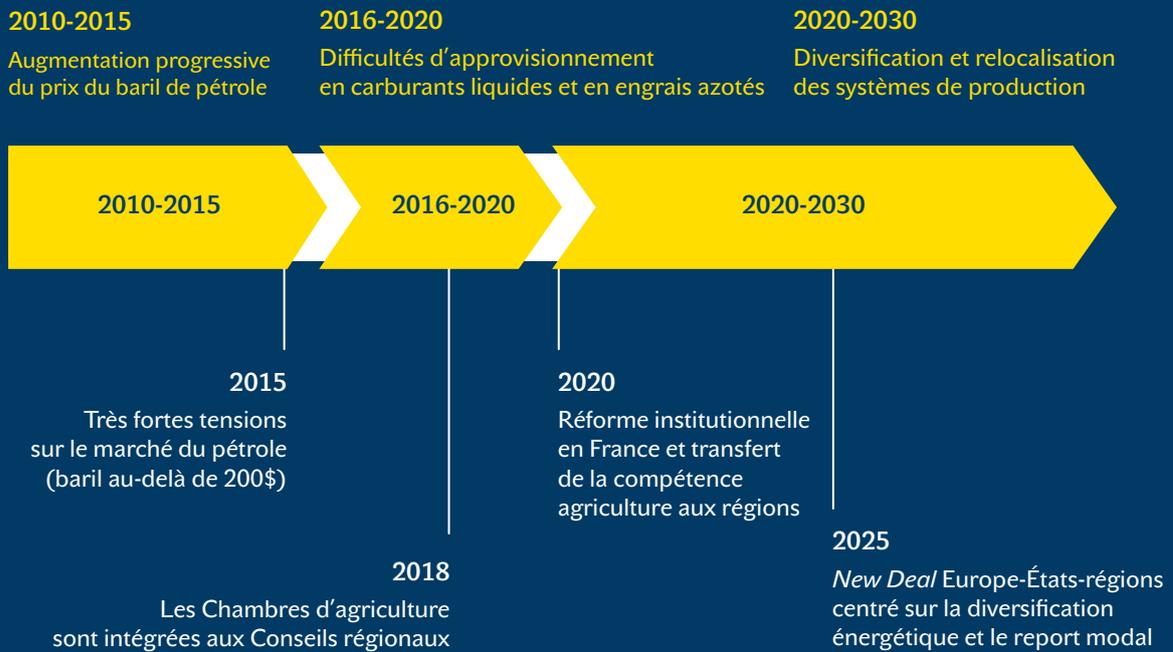
Territorialisation et sobriété face à la crise

Ce scénario procède d'un double mouvement de crise profonde affaiblissant les modèles économiques conventionnels et de montée en puissance d'une gouvernance régionale. Le contexte international est tendu et orienté vers le repli régional marqué par des restrictions aux exportations. Vers 2020, le pilotage des politiques publiques est plus largement confié aux régions, considérées comme plus proches des problématiques de développement des territoires. L'image qui en résulte en 2030 est celle d'une agriculture profondément transformée qui, face à un ensemble de contraintes externes (prix durablement élevé de l'énergie, crise budgétaire et délégitimation de l'État, repli régional et contraction des échanges commerciaux internationaux), s'adapte dans l'urgence en adoptant une stratégie orientée vers le local, nécessairement accompagnée de réformes institutionnelles majeures. L'autonomie croissante des

systèmes de production passe par la réduction des intrants, l'extensification de l'élevage, la diversification des productions. La recherche de complémentarités culture-élevage ou entre cultures, à l'échelle des exploitations ou des territoires, se généralise. La déspecialisation et la baisse de la production entraînent une faible capacité à l'export. À l'horizon 2030, cette transformation n'est pas harmonisée sur l'ensemble du territoire français et il existe de fortes disparités régionales. Les énergies renouvelables produites à la ferme fournissent un complément de revenu mais leur développement dépend du potentiel et des dynamiques locales. La méthanisation et le bois-énergie sont fortement mobilisés, en revanche l'essor des biocarburants reste limité compte tenu des prix agricoles élevés.



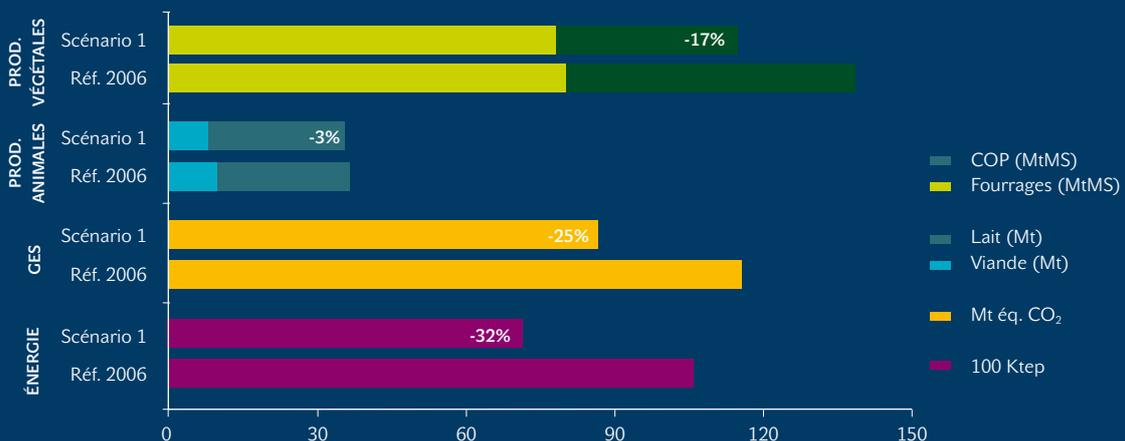
LES GRANDES ÉTAPES DU SCÉNARIO



LES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES ET ÉNERGÉTIQUES

- Croissance des surfaces en herbe au détriment des grandes cultures
- Forte augmentation des surfaces en protéagineux (multipliées par 3)
- Forte réduction des apports en azote minéral (- 40 %)
- Diminution sensible des rendements (- 20 %)
- Fort développement de la méthanisation et des huiles végétales pures (HVP)

LES CHIFFRES CLÉS



2010-15 : le temps des crises

Une série de crises dès la première moitié des années 2010 déstabilise le système institutionnel en place et conduit à une crise politique interne en France et en Europe. Dans un premier temps, le contexte international est à la relance économique suite à la crise financière de 2008, caractérisée en Europe par des plans de relance orientés vers les industries traditionnelles pourvoyeuses d'emploi, sans vraie transition vers des technologies plus propres. Globalement, en l'absence de politiques énergie-climat fortes, les pouvoirs publics incitent peu à l'amélioration de l'efficacité énergétique, font peu d'efforts financiers pour la recherche et n'encouragent pas efficacement le développement de technologies vertes.

L'Europe pèse peu dans les négociations internationales, comme en témoigne l'impossibilité de fixer des objectifs de réduction des gaz à effet de serre lors des négociations de Copenhague en 2009. La reprise des négociations à Cancún fin 2010 se solde par un second échec. Malgré les efforts du Vieux Continent pour atténuer les effets du changement climatique, l'Europe et les États-Unis se prêtent à un « attentisme climatique » qui finit par saper la dynamique collective. Le fossé se creuse entre les pays en développement et les pays de l'OCDE, notamment l'Europe qui critique vivement les politiques d'achat de terres agricoles en Afrique par certains pays émergents. Des crises régionales en Afrique et au Moyen-Orient favorisent un climat international propice à une crise énergétique grave autour de 2015.

La hausse du prix des énergies fossiles est soutenue tout au long de la décennie 2010. Dans un contexte international marqué par le repli sur soi, la reprise économique des BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine) est bien réelle et leur croissance économique forte pèse sur le marché du pétrole. La demande mondiale en produits pétroliers ne cesse d'augmenter jusqu'à atteindre 100 millions de barils/jour vers 2015. Parallèlement, les investissements en exploration et production ont été négligés et les technologies alternatives aux énergies fossiles ne sont pas au rendez-vous. Des problèmes climatiques et géopolitiques persistent dans certaines zones de production, ce qui aggrave encore la tension sur le marché du pétrole et vient troubler les approvisionnements en produits pétroliers, propulsant alors durablement le baril au-delà de 150 \$. Le monde est contraint d'apprendre à vivre avec un prix des énergies fossiles très élevé en cherchant dans la précipitation des solutions partielles (réorganisations subies, énergies de substitution). Le pétrole est majoritairement réservé aux transports, secteur pour lequel on ne dispose pas d'alternative utilisable à grande échelle.

Face à la crise énergétique et suite aux difficultés du multilatéralisme, les négociations sur les accords commerciaux internationaux s'enlisent. L'Organisation mondiale du commerce (OMC) perd de son influence et on assiste à une cristallisation autour de blocs régionaux qui développent des mesures plus ou moins distorsives pour protéger leurs espaces économiques. Le coût élevé de l'énergie et ses répercussions sur les coûts de production, ainsi que la forte croissance des BRIC et la pression qui en résulte sur les marchés mondiaux, favorisent des prix agricoles durablement hauts. Dans ce contexte, l'Union européenne, qui se trouve particulièrement isolée, met en place des stratégies orientées vers la baisse des prix intérieurs (taxes à l'export, subventions).

Dans un premier temps (2010-15), l'augmentation du prix du pétrole ne suscite que peu de changements des pratiques culturales. La hausse des prix des engrais minéraux ne s'accompagne pas d'une baisse de leur utilisation compte tenu de prix agricoles porteurs. Les systèmes de production et les filières ne connaissent pas de réelles modifications pour réduire leur dépendance aux énergies fossiles.

Mais rapidement les conséquences de l'explosion des prix de l'énergie (baril à 200\$

en 2015) ainsi que l'absence de réaction conduisent à une situation très difficile. Au niveau des exploitations, les charges liées à l'énergie augmentent très fortement (+50 % pour le poste énergie, +30 % pour les engrais par rapport aux valeurs 2006), ce qui se traduit par une baisse du revenu agricole de 20 %⁶⁵. À partir de 2015, l'augmentation du prix de l'énergie est plus rapide que celle des prix agricoles : les charges augmentent et les bilans économiques des exploitations se dégradent.

Les systèmes les plus durement touchés sont ceux qui dépendent de consommations intermédiaires intensives en énergie : les élevages intensifs (aliments concentrés), les grandes cultures (engrais azotés), les cultures sous serre (chauffage). Les filières d'élevage hors sol souffrent fortement de la hausse des prix de l'alimentation animale et des coûts de chauffage des bâtiments. À l'inverse, les systèmes à bas niveau d'intrants et l'élevage extensif s'en sortent mieux. Une crise aiguë intervient en 2015, avec une rupture d'approvisionnement en engrais azotés.

Crise institutionnelle et régionalisation

Face aux difficultés économiques des exploitations, l'absence d'anticipation et de réponse de l'État est fortement dénoncée. Les plans de relance mis en œuvre au début de la décennie 2010 sont vivement critiqués en Europe car ils n'ont rien fait pour empêcher l'occurrence de la crise énergétique, ni pour protéger efficacement l'économie européenne des aléas extérieurs. On dénonce ainsi l'image d'une France qui gère son propre déclin. Les discours sur la croissance verte sont considérés comme des coquilles vides : « *En clair, ce que l'on demande au politique, c'est de fixer un cap et des moyens d'y parvenir, pas de faire croire que des effets de manche sans lendemains peuvent tenir lieu de stratégie* »⁶⁶. L'État fait d'ailleurs face à de lourdes contraintes budgétaires qui empêchent de vraies interventions publiques.

Ce discrédit de l'État s'inscrit dans un mouvement parallèle de montée en puissance des régions. En effet, l'absence d'intervention étatique face à la crise est compensée partiellement par les régions, qui jouent un rôle de « pompiers de l'économie⁶⁷ » et mobilisent les moyens dont elles disposent notamment pour venir en aide aux exploitations en crise. Les collectivités multiplient les plans de soutien aux filières locales au nom du maintien de l'emploi et de l'autonomie alimentaire. Au-delà de ces interventions de crise, les Conseils régionaux parviennent à imposer un type d'action qui se démarque de la gestion court-termiste, en conditionnant leurs soutiens à des enjeux de structuration des filières et d'orientation stratégique des systèmes de production (agriculture biologique ou à haute valeur environnementale), fondés sur des visions territoriales.

Le système de cogestion de l'agriculture, fortement contesté, s'érode. Le repli de l'État fait suite à une série de déceptions de la part du monde agricole pour qui il apparaît de plus en plus clair que la défense des intérêts de la profession et de l'activité ne se trouve plus à l'échelon national. La crise suscite des réorganisations au sein des syndicats agricoles dès 2015. Les jeux d'acteurs se reconfigurent autour des régions, d'organisations de producteurs locales et d'associations d'environnement. En 2018, une réforme majeure des chambres d'agriculture intervient, qui conduit à les intégrer au sein des Conseils régionaux, ce qui marque un pas important vers une nouvelle gouvernance de l'agriculture en France.

Par ailleurs, après une période d'enlisement des négociations sur la révision du budget européen (négociations en vue de la PAC après 2013), la crise constitue un catalyseur de l'action européenne : les stratégies de relance vont dans le sens d'un recentrage européen. L'« autonomie régionale » s'impose comme maître mot pour faire face aux défis de la sécurité alimentaire, du respect des préoccupations environnementales, sanitaires et sociétales. L'envolée des prix du pétrole s'est fait durement sentir *via* les

65. Voir Académie d'agriculture de France, 2007, op. cit.

66. *Les Échos*, éditorial, 23/02/10.

67. Berriet-Sollicec M., « Décentralisation et politique agricole », *Économie rurale* n° 268-269, 2002.

coûts de transport des marchandises en Europe, alors que les chargements maritimes longue distance restent compétitifs, ce qui permet l'arrivée sur le marché européen de produits importés à bas prix. Mais la colère des producteurs trouve un écho politique à Bruxelles et les mesures protectionnistes se renforcent.

En contrepartie, l'Union européenne décide de transférer une part importante des dépenses de la PAC sur les budgets nationaux ou régionaux, *via* des mécanismes de cofinancement. Presque partout en Europe, le contexte de décentralisation pousse à transférer ces dépenses aux régions dès 2020. L'Europe conserve un rôle de définition des normes tandis que chaque région définit et applique sa politique agricole et de développement local (sur le modèle des *Länder* allemands).

En France, le contexte de décentralisation initié par la réforme des chambres pousse au transfert des compétences « agriculture » et « développement rural » aux régions. Cela passe par la mise en place de dispositifs impliquant l'ensemble des acteurs concernés : Conseils régionaux et collectivités, services de l'État (dont une part des effectifs est transférée aux régions), profession agricole, associations locales, etc. L'État accompagne ces dispositifs en transférant des moyens humains et financiers et exerce essentiellement des fonctions de contrôle. Le ministère de l'Agriculture est supprimé en 2022. Le système de distribution des aides basé sur les références historiques et géré au niveau national est réformé. Les références sont territorialisées et l'attribution des aides est pilotée au niveau régional. La montée en puissance des régions est accélérée par une réforme institutionnelle renforçant leur autonomie fiscale et leur capacité d'action.

Accompagnement des régions et sursaut européen

68. Un «signal faible» est un fait (événement, annonce, décision, etc.) ayant eu lieu récemment et qui semble confirmer le scénario décrit. C'est un avertissement, un indice, qui paraît annoncer certaines réalités nouvelles. Néanmoins, tous les symptômes avant-coureurs ne se transforment pas en tendances d'avenir.

Les régions agissent sur la relance des installations pour maintenir l'emploi dans les zones rurales : les subventions régionales à l'installation prennent le relais des DJA, des politiques foncières régionalisées (Schémas régionaux d'aménagement du territoire) limitent la taille des exploitations et conditionnent l'accès au foncier et aux aides à un certain nombre de pratiques liées aux modèles agricoles territorialisés. Pour valoriser leurs agricultures, les régions assurent des débouchés locaux, ce qui permet aux producteurs de viser des rendements inférieurs. Elles poussent le développement des filières locales et des circuits locaux (rayons dédiés dans les grandes et moyennes surfaces, ventes directes sur les parkings, etc.). Ces dispositifs contribuent à assurer de



SIGNAL FAIBLE⁶⁸

Les régions investissent dans l'agriculture

Le Conseil régional de Poitou-Charentes soutient, à hauteur de 40% du coût des investissements, des projets collectifs mobilisant les agriculteurs qui souhaitent augmenter leur indépendance énergétique et protéique : équipements de pressage d'huile végétale, équipements de filtration et de stockage en vue de la production d'huile brute végétale comme carburant ou combustible, équipements de valorisation de co-produits (tourteaux) et de produits issus de la biomasse en alimentation animale.

Le Conseil régional du Nord-Pas-de-Calais encourage les installations de toitures photovoltaïques sur les bâtiments d'exploitation : il subventionne à hauteur de 30% les 100 000 premiers euros investis par projet dans le cadre de l'Arpam, une aide régionale de soutien à la réalisation de projets agricoles de diversification.

Le Conseil régional du Centre a créé, le 1^{er} mars 2010, la Société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) «SelfBio-Centre», qui sera chargée d'alimenter les 120 restaurants des lycées et CFA de la région en produits bio. L'objectif est de servir plus de 1,5 million de repas bio en 2013. Parallèlement la région a ouvert un fonds pour accélérer la conversion des exploitations agricoles au bio.

nouveaux débouchés à des productions en difficulté. Les entreprises agroalimentaires accompagnent d'ailleurs ces démarches (et dans certains cas, les régions les poussent à le faire) en jouant également sur cette stratégie de proximité (origine locale des approvisionnements, adaptation de l'offre aux spécificités locales, etc.). En effet les régions interviennent fortement dans la structuration des filières (appui aux entreprises locales, restauration collective approvisionnée par les productions locales, etc.). La répartition des marges parmi les acteurs des filières dépend donc des politiques régionales. Cette tendance s'accompagne d'un retour à des pratiques alimentaires et des comportements d'achat davantage tournés vers des produits locaux et de saison.

Les régions opèrent une ré-interprétation des politiques agricoles à partir des besoins des territoires et de leurs populations et favorisent la transition vers une agriculture de proximité productrice d'aménités. D'autre part, elles favorisent la diversification des activités agricoles en inscrivant ce mouvement de relocalisation des échanges dans une « philosophie » plus générale visant à rapprocher les citoyens de leurs terroirs (accueils à la ferme, actions d'éducation au territoire, etc.).

Dix ans après le coup d'arrêt de la construction européenne des années 2010, un sursaut se produit à l'initiative des États membres. Un *New Deal* tripartite Europe-États-régions, qui conforte le renforcement des stratégies locales en coopération étroite avec l'Europe, se met en place et fixe des objectifs partagés en matière de politique environnementale (quotas de CO₂ notamment), énergétique (soutien renforcé et cohérent aux énergies renouvelables) et de transports (infrastructures). Les contours des régions sont par ailleurs repensés. En France, on passe ainsi de vingt-deux à une petite quinzaine de régions, avec de forts liens transfrontaliers. Le renforcement des institutions européennes s'exprime par la mise en œuvre de politiques fortes visant les transports et l'efficacité énergétique. Le fer de lance de ces politiques est le report modal, au cœur de la stratégie européenne de « relance relocalisée ». Des investissements massifs sont apportés pour développer de nouvelles infrastructures en faveur du report modal. Les Régions sont parties prenantes des décisions, les tracés des autoroutes ferroviaires et des canaux fluviaux sont négociés entre elles à Bruxelles. La réorganisation des transports est adossée à un marché européen des droits à polluer rénové. En effet, la pénurie énergétique suscitée par la hausse des prix constitue une raison suffisante pour étendre les outils politiques visant à inciter les acteurs à réduire leurs émissions. En matière d'énergie, l'Europe mise sur un bouquet énergétique diversifié et poursuit les efforts de soutien de l'offre en investissant dans les énergies renouvelables, en partenariat avec les régions, dans une optique de décentralisation de la production. Un large plan d'économies d'énergie, soutenu par le marché du carbone, est également lancé à destination des particuliers et des entreprises.

Vers l'autonomie des systèmes de production

Les chambres régionales d'agriculture diffusent de nouveaux modèles d'agriculture énergétiquement autonome et inscrite dans des projets de territoires. Un dispositif de conseil agricole rénové et centré sur une approche globale de l'exploitation est la cheville ouvrière de cette transition. Les enjeux posés par la nécessité d'un renouveau agronomique contribuent à éroder le paysage syndical traditionnel : le contenu des débats se déplace d'une orientation principalement militante et sectorielle (dans les instances syndicales) au profit d'actions techniques, prises en charge par les coopératives, les réseaux d'agriculteurs et les prestataires de services. L'enjeu pour les Régions est de parvenir à mutualiser ces initiatives en définissant un cadre d'action commun, par le biais des chambres régionales.

Celles-ci prennent en charge le développement agricole et s'affranchissent de la diffusion de références techniques nationales pour assurer la diversification des produc-

tions et des filières, la recherche de complémentarités entre productions animales et végétales et l'autonomie accrue des exploitations et des territoires. Certaines régions font figure de pionnières et sont parvenues à créer un contexte favorable à l'autonomie énergétique des exploitations au niveau territorial : en freinant la spécialisation, en soutenant ou en lançant de nouvelles filières (polyculture-élevage, valorisation énergétique, relance des légumineuses), en favorisant les échanges entre les exploitations (projets de méthanisation à l'échelle d'exploitations voisines, fabrication des aliments à la ferme, etc.).

La sobriété des exploitations passe aussi par un redimensionnement du parc matériel. À l'horizon 2020, les machines sont remplacées par des engins plus légers et plus polyvalents, capables de valoriser les carburants produits à la ferme (HVP) et le plus souvent gérés et utilisés de manière collective (CUMA). En 2030, les consommations de fioul des engins agricoles ont ainsi diminué de 30 %. Les stratégies d'autonomie visent avant tout la réduction des charges opérationnelles. Elles vont dans le sens de la diversification impulsée par les chambres régionales. Les besoins en azote sont largement assurés par des éléments fertilisants produits sur l'exploitation ou dans une zone proche. Les sous-produits agricoles deviennent des facteurs de production sur l'exploitation ou à proximité : le fumier remplace une partie des engrais, la culture des légumineuses se substitue aux importations de soja et aux engrais minéraux, etc. Face à la forte demande de substituts aux engrais azotés, certaines régions développent des plans ambitieux de relance des protéagineux en soutenant l'ensemble de la filière (unités de déshydratation). La part des protéagineux atteint 20 % de la sole arable nationale ; des cultures à valorisation non alimentaire (chanvre dans l'Est par exemple) complètent la diversité de l'assolement, dans une logique d'autonomie énergétique. Par ailleurs, les techniques de semis direct se développent et permettent des économies de carburant, modérément toutefois car elles nécessitent l'acquisition de connaissances et de compétences qui n'ont pas été bien anticipées. Il s'agit donc d'une double diversification, au niveau des exploitations et au niveau des territoires, qui contribue à rendre les systèmes de production plus autonomes et plus sobres.

À l'échelle de la France, on trouve ainsi « un peu de tout partout ». La contrainte énergétique favorise la diversification des territoires et la déconcentration des activités de production pour être au plus près des demandes locales. L'accès aux marchés « lointains » est pénalisé par le coût des transports (notamment routiers). L'arbitrage entre amélioration des techniques existantes et reconfiguration des systèmes de production varie entre les filières et entre systèmes de production au sein des filières. Il dépend aussi de l'arbitrage entre économies d'échelle et coûts du transport. Dans les zones céréalières, les stratégies d'adaptation consistent à diversifier et allonger les rotations en y introduisant des légumineuses pour réduire les apports d'azote, à adopter des variétés et des itinéraires permettant de réduire fortement les intrants et parfois à se convertir en systèmes de polyculture-élevage pour faire jouer les synergies entre productions. Les formes de polyculture-élevage et d'élevage extensif se développent et la surface en prairie croît par rapport à 2010. Les cultures trop gourmandes en intrants (maïs) ne sont plus compétitives et font place à de nouveaux assolements : la surface en protéagineux est multipliée par trois en 20 ans, alors que les surfaces en céréales diminuent. Globalement, les apports d'azote minéral diminuent de 40 % par rapport à 2010 et les rendements baissent d'environ 20 %. Mais pour certaines filières telles que le lait, les investissements consentis dans les outils de production et de transformation sont un facteur d'inertie et les opportunités de diversification sont limitées. Le cheptel bovin reste dans l'ensemble stable, l'élevage s'extensifie et se tourne davantage vers l'herbe. L'élevage de granivores diminue compte tenu de l'impact de la hausse du prix de l'énergie, surtout sur les systèmes les plus intensifs. Concernant les élevages hors sol, seuls les producteurs qui ont investi sur le long terme dans des stratégies de fabrication d'aliment à la ferme ou d'efficacité énergétique parviennent à maîtriser leurs coûts et à

se maintenir. L'augmentation des charges conduit également à une forte diminution du cheptel porcin. Mais des élevages moins intensifs apparaissent dans d'autres territoires où ils contribuent aux échanges entre exploitations. Ceci s'accompagne d'une diminution de la consommation de viande et d'un report sur des protéines d'origine végétale. D'autres filières au contraire, comme les fruits et légumes, trouvent des opportunités de développement importantes, en lien avec l'augmentation de la demande de denrées produites localement. Appuyés par les Conseils régionaux, les circuits courts s'organisent et se multiplient, ce qui garantit des débouchés variés et permet dans une certaine mesure les reconversions et installations. Enfin, les rares serres maraîchères qui subsistent sont de grandes unités qui ont investi dans la production d'énergie pour diversifier leur revenu ou qui valorisent des sources de chaleur fatale.

La production agricole totale diminue sensiblement mais les charges opérationnelles sont réduites : la rentabilité est davantage fondée sur la baisse des consommations intermédiaires plutôt que sur la maximisation des produits. Cette approche repose sur la valorisation des ressources locales et la diversification. Malgré cette baisse de la production, l'autonomie alimentaire française est maintenue, voire améliorée puisque les systèmes de production sont plus résilients et moins dépendants des énergies fossiles ou des importations de protéines végétales. En revanche, la capacité à l'export de la « ferme France » diminue très fortement.

La production d'énergie pour la vente à partir du photovoltaïque et de l'éolien sur les exploitations est favorisée par le contexte de prix des énergies fossiles très élevés. Par ailleurs, la décentralisation de la production de l'énergie et le renforcement de nombreuses petites et moyennes entreprises dans ce secteur (acteurs industriels locaux, installateurs, conseil) facilitent les investissements dans les équipements, qui sont le plus souvent partagés avec l'apport de capitaux extérieurs. La parité réseau⁶⁹ est

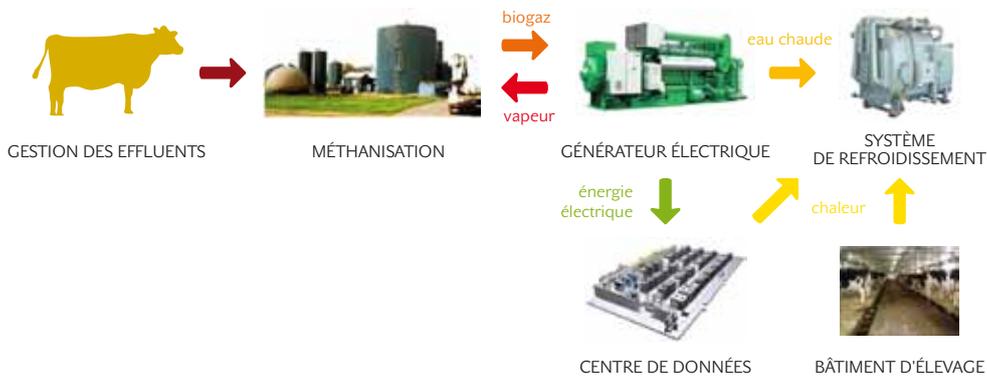
69. Pour une source d'énergie renouvelable donnée, on dit que le marché est en « parité réseau » lorsque cette source d'énergie peut produire de l'électricité au même prix que l'énergie électrique achetée au réseau, hors subventions et tarifs d'achat.

•)) SIGNAL FAIBLE

Le mariage inattendu de l'informatique et du purin

Un rapprochement de l'informatique et de l'agriculture est possible : des éleveurs peuvent louer des terres pour l'installation de centres de données et fournir de l'énergie à ces derniers, très gourmands en électricité. Selon une étude

réalisée par Hewlett-Packard, 10 000 vaches pourraient ainsi alimenter un centre de données d'un mégawatt, soit l'équivalent d'une petite « ferme » de serveurs utilisée, par exemple, par une banque.



atteinte vers 2015 et, combinée à la baisse des coûts de production des équipements, elle crée des conditions favorables pour les investissements. L'auto-construction, les kits solaires thermiques et photovoltaïques, la valorisation locale du bois-énergie ou de l'huile de colza (carburant) se développent, ces démarches assurant une partie des besoins internes de l'exploitation. La production d'EnR permet également de compenser les baisses de revenus des agriculteurs mais leur développement reste conditionné par le potentiel des territoires (ensoleillement, proximité d'élevages, etc.).

Le développement de la méthanisation agricole ainsi que de la filière bois-énergie apparaît comme une opportunité à l'échelle locale, permettant de produire de la chaleur et de l'énergie, mais aussi d'assurer partiellement les besoins en fertilisation des exploitations. Le développement d'unités de méthanisation collectives (effluents d'élevage, récupération des pailles et fourrages, récupération des boues d'épuration) est encouragé par les collectivités territoriales. Le traitement et la valorisation des effluents sont facilités par la mise en place de coopératives dédiées. Des débouchés nouveaux apparaissent ou se généralisent : biogaz carburant, fabrication d'engrais organiques.

70. Une «rupture» est un fait inattendu (événement, annonce, décision, etc.) qui pourrait avoir lieu et infléchir le scénario décrit. Son degré de probabilité est plus ou moins élevé selon les périodes et les domaines. Cette rupture peut être négative et se transformer en crise, ou bien être positive et prendre la forme du changement accéléré d'un système donné.

La production de biocarburants dépend en revanche des stratégies mises en œuvre dans les régions. Globalement, la production au niveau national ne décolle pas, principalement du fait des prix agricoles tendanciellement à la hausse et de la priorité accordée à l'alimentation. Par ailleurs, les politiques d'économies d'énergies (impulsées en fin de période par l'Europe), notamment dans le secteur des transports, la re-densification des centres urbains liée aux contraintes énergétiques, contribuent à réduire la demande. L'essor des huiles végétales pures est soumis aux mêmes contraintes sur les prix, mais elles se développent néanmoins comme solution de substitution facilement disponible à court terme sur les exploitations. ◆



RUPTURES 70

Le baril à 380 \$ en 2015

Le scénario 1 envisage de profondes évolutions techniques et organisationnelles dans le secteur agricole, notamment sous l'effet d'un prix du pétrole durablement élevé. On pourrait cependant imaginer des tensions beaucoup plus fortes sur les marchés pétroliers, conduisant à une augmentation plus radicale des prix. Ces tensions pourraient résulter d'un plafonnement de la production de pétrole dans un contexte de reprise économique soutenue et de hausse de la demande. Une telle envolée est susceptible d'approfondir la crise et d'accélérer les mutations envisagées dans ce scénario. Néanmoins, on peut douter de la capacité de nos économies

à encaisser un tel choc pétrolier sans récession économique majeure.

P. Artus et M. Kaabi (2005), « Le prix du pétrole dans 10 ans : 380 dollars/baril », *Flash Ixis*.
The Association for the Study of Peak Oil and Gas.

L'éclatement de l'Union européenne

Les hypothèses retenues dans le cadre d'*Agriculture Énergie 2030* envisagent dans le pire des cas une Europe durablement affaiblie sur la scène internationale et très en retrait par rapport à ses États membres. On pourrait cependant faire l'hypothèse d'un éclatement de l'Union, sous l'effet notamment de la crise des dettes souveraines et des divergences profondes sur les politiques de sortie de crise.

« Europe, le dernier train avant l'enfer », *Telos*, 21/05/2010.
« Comment va-t-on recréer le franc? », *Le Monde*, 17/06/2010.

SCÉNARIO 2

Agriculture duale et réalisme énergétique

Dans un contexte de forte volatilité des prix de l'énergie et de libéralisation accrue des échanges, on assiste à une baisse des soutiens publics à l'agriculture et à un recentrage sur la rémunération des biens publics fournis par les activités agricoles. Ces évolutions ont un impact très différent sur les exploitations agricoles, selon qu'elles se mettent en capacité ou pas de répondre aux demandes locales en matière d'approvisionnement de proximité et de fourniture d'aménités. Deux types d'agriculture co-existent en 2030 :

- Une « agriculture d'entreprise » (principalement dans les régions de plaines du nord, du centre et de l'ouest). Ces exploitations recherchent la compétitivité et se positionnent à l'export. L'intensification et la restructuration conduisent à un modèle d'agriculture de précision à fort niveau d'intrants. L'optimisation

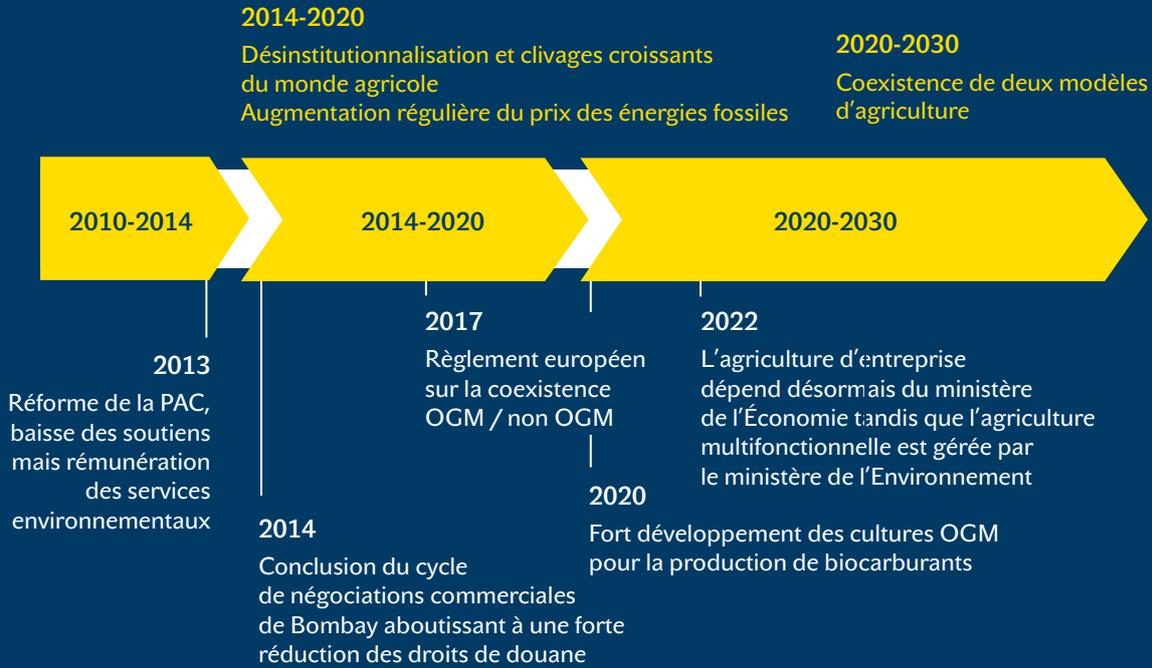
énergétique de ces exploitations répond à une logique économique et bénéficie d'une offre technologique et de conseil privée.

- Une « agriculture multifonctionnelle » : ces exploitations diversifient leur activité et bénéficient de la rémunération des services environnementaux qu'elles rendent (eau, biodiversité, paysage, stockage du carbone). Il s'agit principalement d'élevage extensif, d'agriculture biologique et de polyculture-élevage. Ces exploitations adoptent des stratégies d'autonomie et de sobriété proches de celles du scénario 1.

Globalement, les consommations d'énergies directes et indirectes diminuent peu. Les énergies renouvelables connaissent une croissance modérée, la volatilité des prix freinant les investissements. Les biocarburants se développent plus fortement dans le cadre de filières industrielles intégrées et innovantes.



LES GRANDES ÉTAPES DU SCÉNARIO



LES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES ET ÉNERGÉTIQUES

Augmentation de 18 % des surfaces en céréales et oléagineux (biocarburants) au détriment des prairies

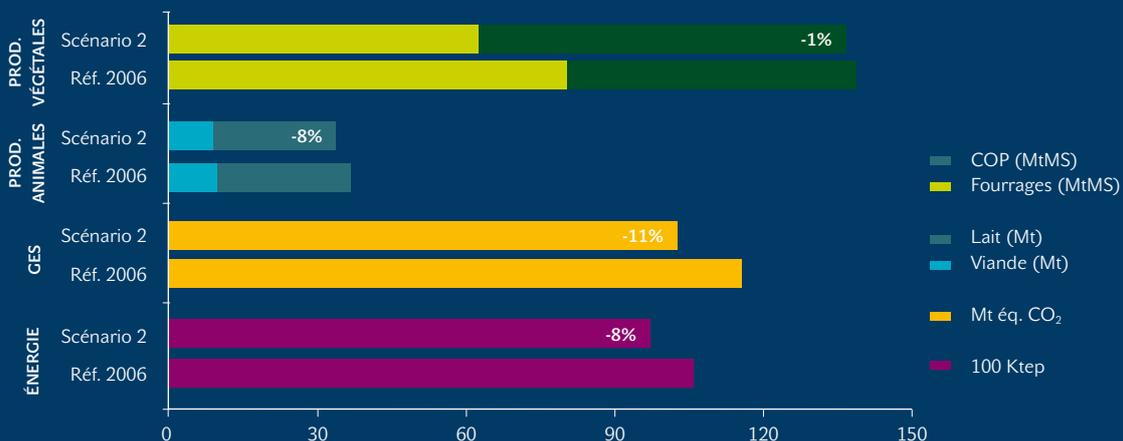
Stabilité des apports en azote minéral

Augmentation des rendements en céréales (environ 1 % par an)

Baisse du cheptel bovin (- 17 %)

Fort développement des OGM et des biocarburants

LES CHIFFRES CLÉS



Le retour rapide à une croissance conventionnelle

Le début de période est marqué par la hausse du prix du pétrole et un contexte de compétition entre les régions économiques. La croissance est majoritairement tirée par les BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine) et l'Europe perd de l'influence sur la scène internationale. Sur le plan des accords commerciaux internationaux, les négociations vont dans le sens d'une plus grande libéralisation des échanges, à l'initiative des BRIC. Le cycle de Doha, conclu en 2014 et le cycle de Bombay aboutissent à une forte réduction des droits de douane. Les pays du Vieux Continent, la France en particulier, mettent en place des stratégies commerciales pour profiter de la croissance des BRIC et renforcer leurs positions d'exportateurs de produits agricoles. Le contexte international impulse et entretient la course à la compétitivité des grandes régions économiques, dans laquelle les critères environnementaux et sociaux sont laissés de côté. La mondialisation est dominée par les grands groupes et il n'y a pas de réelle réforme du système de gouvernance économique.

L'absence d'accord à Copenhague puis à Cancún fait passer les politiques climatiques au second plan. Les engagements de lutte contre le changement climatique sont de plus en plus difficiles à tenir et le consensus autour des objectifs du paquet énergie-climat s'érode en l'absence d'un dispositif international ambitieux de réduction des émissions de GES. Malgré l'augmentation du prix du pétrole, qui s'inscrit comme un tendance lourde, les mesures envisagées, notamment en matière de « signal prix environnemental » sont bloquées par les acteurs économiques ou ne progressent que très lentement. Dans l'UE, aucun pays ne souhaite entraver sa croissance par des contraintes sur la production et plusieurs secteurs restent exclus du système d'échange de quotas d'émissions européen (dont le secteur agricole). Le prix du carbone sur un marché des quotas anémié est peu incitatif. La Commission européenne perd son *leadership* en matière de politiques environnementales : les États se replient sur des politiques nationales et les contentieux communautaires se multiplient. En France, la dépense publique pour l'environnement croît en valeur absolue mais à un rythme inférieur à celui du PIB. Les politiques de protection des milieux restent partielles et non coordonnées : les enjeux environnementaux les plus vifs sont traités au niveau local, sans remettre en cause les mesures de politique générale.

La libéralisation des échanges internationaux a des répercussions sur l'évolution des politiques agricoles et d'aménagement du territoire en Europe. Les institutions européennes et l'État français se contentent d'accompagner le changement en matière agricole, sans véritable stratégie face à l'arrivée de produits en provenance des BRIC. Les soutiens à l'agriculture sont en diminution et l'intervention publique est faible, centrée sur la gestion des crises. Les politiques d'aménagement du territoire donnent quant à elles la priorité à la compétitivité et l'accent est mis sur les infrastructures de réseaux. Certaines régions sont en perte de vitesse et le développement rural ne peut que compenser partiellement ces tendances. Le dynamisme des villes constitue l'un des seuls leviers d'action du développement rural. Les acteurs locaux du développement s'emparent dans certaines zones de la question pour valoriser leur image et leurs terroirs. Les territoires, lancés dans une course à la compétitivité pilotée par l'Europe, utilisent leurs identités rurales et agricoles quand ils ont un intérêt économique à le faire.

La politique agricole commune est réformée en cohérence avec les accords commerciaux internationaux, aboutissant à la réduction et au découplage total des aides ainsi qu'au démantèlement des soutiens jugés les plus distorsifs. L'action publique dans le secteur de l'agriculture diminue et se réoriente vers la limitation des impacts négatifs de l'agriculture sur l'environnement. Lors de la réforme de 2013, la PAC évolue fortement. Le budget communautaire baisse nettement (l'objectif est une réduction de 40 % en 2018 par rapport à 2009). Les droits à paiement unique (DPU) sont réduits de

moitié entre 2013 et 2017, avec une aide de transition à la charge des États membres. Le montant des aides diminue et converge entre les pays européens, vers le niveau des montants actuellement dédiés aux nouveaux États membres. Dans un premier temps, des aides de l'État français viennent accompagner la transition, puis sont peu à peu abandonnées. En parallèle, les mesures de soutien du deuxième pilier baissent de manière plus limitée. Les débats sur la rémunération des services environnementaux ont en effet fait leur chemin et des mécanismes incitatifs sont mis en place auprès des agriculteurs pour rémunérer la production de « biens publics » et de services environnementaux liés à un certain nombre de « bonnes pratiques » agricoles. On parle désormais de la PAEC : Politique Agro-Environnementale Commune. En France, cette réorientation de la politique agricole a de fortes conséquences sur l'organisation du monde agricole. Ce changement de cap radical provoque de nombreuses tensions au sein de la profession.

Le prix du baril de pétrole, tiré par la demande des pays émergents, tend à augmenter, sans que cela soit accompagné d'efforts supplémentaires pour l'exploitation de nouveaux gisements. Par conséquent, les prix des énergies fossiles restent durablement élevés (entre 100 et 150 \$). La hausse des prix du pétrole et du gaz a un impact direct sur les charges des agriculteurs et entraîne également un renchérissement des engrais minéraux azotés, dès la campagne 2011-2012.

Face à cela, les investissements dans les technologies propres ou les économies d'énergie sont faibles. Il n'y a aucun plan ambitieux de rénovation thermique des bâtiments et les tarifs préférentiels des EnR baissent. Il en va de même pour les incitations à investir dans des moyens de production innovants, ce qui conduit à une absence de percées techniques et d'innovations dans les économies d'énergies. Le *mix* énergétique français continue à reposer principalement sur le nucléaire et l'hydraulique pour l'électricité. La dépendance aux produits pétroliers reste forte malgré une progression significative des biocarburants. Les économies d'énergie ne sont soutenues que par un système volontaire de certificats.

En l'absence d'intervention publique au niveau international, la volatilité des prix agricoles continue de marquer les échanges. L'accroissement du prix de l'énergie contribue tendanciellement à maintenir des prix agricoles élevés en augmentant les coûts de pro-



SIGNAL FAIBLE

Scénarios de remise en cause de la PAC

Le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux a mené en 2010 un exercice de prospective sur l'avenir de la PAC dans le cadre d'un groupe interministériel. Parmi six scénarios envisagés, le deuxième dit de « remise en cause de la PAC », conduit à une baisse drastique du budget de la PAC, malgré une légère augmentation des moyens du développement rural (réduction très forte des paiements directs ramenés en 2020 à 60 euros par hectare).

La Commission européenne a publié en 2010

une étude intitulée « Scenar 2020-II » qui étudie les conséquences de trois scénarios d'évolution de l'agriculture européenne. Le premier, appelé « scénario de référence », table sur une baisse de 20 % en termes réels du budget de la PAC, un découplage total en 2013 et un basculement d'une partie des aides du premier pilier vers le second pilier. Le troisième est un « scénario libéral » avec une ouverture des échanges, une réduction de 75 % du budget en termes réels et une suppression des aides directes. Seul le deuxième scénario, qualifié de « conservateur », envisage un premier pilier qui garde une certaine importance. Le nombre d'exploitations diminuerait d'un tiers dans l'UE dans le scénario de référence (-25 % dans les quinze anciens États membres et -40 % dans les douze nouveaux).

duction. Le rapport entre les prix agricoles et les prix de l'énergie reste cependant très fluctuant. Ce contexte économique incertain fragilise les capacités d'investissement des exploitations et le secteur agricole a un fort besoin de filets de sécurité, privés et publics.

Dualité entre « agriculture d'entreprise » et « agriculture multifonctionnelle »

Les agriculteurs européens sont donc confrontés à des signaux économiques et politiques contradictoires. L'évolution des exploitations est très différente selon qu'elles cherchent ou pas à bénéficier des aides de la PAEC et qu'elles se mettent en capacité de répondre aux demandes locales en matière d'approvisionnement de proximité et de fourniture d'aménités. Les modèles agricoles varient également en fonction des territoires, notamment de leur niveau de spécialisation, de la proximité ou l'accès à des débouchés pour les circuits courts de vente et du patrimoine naturel, paysager et culturel existant. Ces éléments conduisent à un éclatement du monde agricole et à une dualisation des modèles.

L'augmentation de la demande mondiale en produits agricoles et le contexte de prix favorables sur plusieurs années incitent à produire en quantité et à exporter, dans un environnement économique toutefois incertain marqué par le renchérissement de plusieurs intrants et la baisse des soutiens publics aux filières. Une partie des agriculteurs français choisit de se maintenir et de se renforcer sur les marchés européens et internationaux. Recherche de productivité dans les systèmes et spécialisation des bassins de production sont les maîtres mots de ce premier type d'agriculture. De multiples facteurs contribuent à cette évolution : la recherche de simplification du travail, la division du travail le long des filières, la baisse des soutiens publics, la restructuration permise par la disparition des exploitations les plus fragiles et la volonté des IAA de renforcer leur compétitivité et de se tourner davantage vers l'exportation.

Alors que les budgets publics alloués au développement agricole baissent, les filières investissent dans la mise au point de références techniques et la diffusion de pratiques visant à accroître l'efficacité économique des entreprises agricoles. Ce système est efficace en termes économiques : les rendements augmentent pour la plupart des productions. La standardisation des systèmes de production facilite la diffusion du conseil agricole, pris en charge par le secteur privé (coopératives, bureaux d'études). Cela favorise la dynamique vers l'intensification des systèmes de production. Dans les grandes plaines céréalières, la majorité des surfaces est exploitée par une agriculture semi-



SIGNAL FAIBLE

L'agriculture de précision par satellite, l'exemple de Farmstar

Le service d'agriculture de précision Farmstar (Infoterra-Arvalis) propose à ses clients en France un outil de conseil et de pilotage pour la culture du blé, permettant notamment d'optimiser les doses d'azote au stade fin de montaison (période de développement de l'épi). Seule la quantité d'azote

nécessaire à la plante est apportée, limitant ainsi les charges et le risque de pollution diffuse.

Les acquisitions d'images satellites, effectuées à des stades clés de la croissance des cultures, permettent une mesure précise des paramètres biophysiques caractérisant l'état de la culture.

À l'aide de modèles agronomiques, ces informations sont traduites en conseils directement utilisables pour le pilotage des cultures.

www.farmstar-conseil.fr

industrielle. La plupart de ces exploitations se restructurent et les parcelles s'agrandissent. Appuyée par les filières, une agriculture de précision fortement informatisée se développe, intégrée à la gestion de l'entreprise.

La fertilisation est assurée majoritairement *via* l'azote minéral, dont l'usage est raisonné à travers l'adaptation des doses au cycle des plantes, le fractionnement des épandages et, dans une moindre mesure, l'apport d'éléments fertilisants des élevages intensifs jouxtant des structures céréalières. L'apport en fertilisants est avant tout raisonné sur le plan économique (décision en fonction du coût des intrants et du prix de vente des cultures). La productivité globale de ces exploitations augmente (doublement à l'horizon 2030), avec une forte mécanisation.

Les principaux débouchés de ces productions sont les industries agro-alimentaires et l'exportation. Les politiques d'aménagement du territoire, essentiellement orientées vers la compétitivité, favorisent le développement des régions de production les plus performantes par des projets d'infrastructures routières et portuaires qui optimisent la logistique des échanges. En France, le mode routier conserve son *leadership* pour le fret et bénéficie d'avancées technologiques (biocarburants, nouveaux véhicules, technologies de l'information et de la communication).

Les biocarburants suscitent un vif intérêt dans le contexte de hausse du prix des énergies fossiles. Ces filières bénéficient de partenariats dès le début des années 2010 avec les industriels. Les efforts en recherche et développement sont importants, ce qui permet notamment d'augmenter les rendements pour les oléagineux. La production se développe aussi bien avec les technologies actuelles (première génération) qu'avec l'émergence de la deuxième génération à partir de 2020. Les biocarburants deviennent un élément important du paysage agricole français et offrent un débouché qui tend à stabiliser les marchés soumis à une volatilité mondiale.

Profitant des prix agricoles favorables sur plusieurs années, les filières hors sol investissent dès 2015-2016 pour atténuer leur dépendance à l'énergie directe en réponse à l'accroissement des charges. De nouvelles technologies permettent d'éviter les déperditions thermiques. Globalement, serristes et horticulteurs restent fragilisés face à la concurrence internationale : la restructuration s'applique aussi à ces filières. L'intensification concerne également les systèmes d'élevage, y compris les exploitations en polyélevage de l'ouest de la France. Dans certaines zones, le développement des filières de biocarburants profite aux élevages voisins qui récupèrent des co-produits pour l'alimentation. Les prix agricoles incitent à retourner les prairies et aucune politique ne vient contrarier cette tendance pour une partie des exploitations.

SIGNAL FAIBLE

Futurol

En septembre 2008 a été officiellement lancé le projet Futurol. Pendant huit ans, l'usine pilote de Bazancourt, dans la Marne, expérimentera le développement et la commercialisation de bioéthanol de deuxième génération, issu de plantes entières ou de biomasse lignocellulosique. Onze partenaires de la recherche, de l'industrie

et de la finance sont engagés dans ce projet, labellisé par le pôle de compétitivité à vocation mondiale Industries et Agro-Ressources (IAR). Le projet comporte une phase pilote suivie d'une phase prototype. La production industrielle est attendue entre 2015 et 2020.

Le ratio prix agricoles / prix de l'énergie variable selon les années et le manque d'incitation politique ne poussent pas les agriculteurs à se lancer massivement dans la production d'énergies renouvelables hors biomasse. Cependant, les entrepreneurs agricoles recherchent des solutions pour réduire leur facture énergétique, notamment par des investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments ou la production d'énergie pour l'autoconsommation ou la revente (photovoltaïque sur les toits principalement). La performance énergétique est également un critère important lors de la construction de bâtiments neufs. La méthanisation agricole se développe là où elle est rentable, c'est-à-dire principalement sous la forme de grosses unités disposant de ressources importantes.

À partir de 2020, les efforts de R&D dans les pôles de compétitivité sur les biotechnologies amènent à de très bons résultats et mettent sur le marché des semences OGM à haute performance, principalement destinées aux productions énergétiques. Le prix de l'énergie est tel que les biocarburants issus d'OGM sont acceptés, malgré de violents débats. L'arrivée des cultures OGM ne se fait toutefois pas sans mal et cristallise davantage encore les clivages au sein de la profession nés de la réforme de la PAC. En 2030, près d'un tiers des exploitations est concernée par ce mouvement de spécialisation et d'intensification, soit près de la moitié de la SAU totale.

Une agriculture multifonctionnelle

Une deuxième catégorie d'agriculteurs ne peut ni ne cherche à se positionner sur les segments économiques de l'« agriculture d'entreprise » et bénéficie des soutiens du deuxième pilier de la PAEC rémunérant les « bonnes pratiques » agricoles, respectueuses de l'environnement et productrices d'aménités : gestion des ressources en eau, en quantité pour certains bassins versants ou nappes mais surtout en qualité à proximité des zones de captage ; gestion et maintien des paysages agricoles, au-delà des zones classées à handicap naturel qui bénéficient fortement d'aides ; stockage du carbone dans le sol, avec un soutien aux élevages à l'herbe et le maintien de surfaces en prairies permanentes ; préservation de la biodiversité et contribution à la trame verte et bleue ; etc.

Une partie des exploitations (deux tiers en nombre, pour environ la moitié de la SAU) se maintient grâce à ces soutiens, en développant des fonctions autres que seulement productives (« exploitations multifonctionnelles »). Elles contractualisent souvent des services avec les collectivités : certains services d'entretien des paysages et de maintien de la qualité environnementale (protection des zones humides, des zones de captage d'eau, mesures anti-érosion, etc.) sont financés par les collectivités, notamment les agglomérations qui misent sur les espaces verts et l'agro-tourisme pour leurs habitants. L'agriculture biologique se développe, en particulier à proximité des périmètres de captage. La recherche du label biologique est un moyen de se prémunir des effets de l'augmentation des prix des intrants. En 2030, l'agriculture biologique occupe 7 % de la surface agricole et la balance commerciale française pour les produits bio est équilibrée. La polyculture-élevage et l'élevage extensif bénéficient également des aides de la PAEC qui maintiennent la rentabilité de ces exploitations.

Les circuits courts d'approvisionnement se développent modérément, avec d'une part des consommateurs dans les pôles urbains et d'autre part des contrats avec les collectivités locales pour la restauration collective (cantines scolaires, hôpitaux). La viabilité de ces exploitations de taille moyenne est parfois délicate et nécessite des soutiens sur des enjeux tels que l'agro-tourisme, la conversion à l'agriculture biologique, la commercialisation, etc. Les agriculteurs pluri-actifs recherchent du conseil hors des circuits habituels : *forums* internet, associations, collectifs, etc. Les réseaux de partage mixtes et ascendants sont les outils les mieux reconnus par ces agriculteurs,

en partenariat avec les autres acteurs des territoires. Ils bénéficient du soutien des collectivités locales. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) représentent une source d'information importante : les agriculteurs y trouvent des références techniques complètes et partagent leurs expériences. La presse agricole, mais aussi les fournisseurs (coopératives et négoce) développent leurs services en ligne (*newsletters*, etc.) et de plus en plus de conseils liés à la gestion des exploitations sont accessibles sur le net. Les missions des chambres d'agriculture se centrent sur les aspects réglementaires et de contrôle. Le bilan énergétique de ces exploitations n'est pas toujours au rendez-vous : de faibles investissements limitent l'arrivée d'équipements ou de bâtiments moins énergivores ; la hausse des prix de l'énergie et des intrants incite à la sobriété en matière de consommation directe et indirecte mais les effets sont limités.

Globalement, la «ferme France» connaît une augmentation des surfaces en grandes cultures, le plus souvent au détriment des prairies. L'élevage herbager est relégué dans quelques zones spécialisées, les surfaces en herbe régressent significativement. Dans les espaces intermédiaires, certaines exploitations connaissent d'importantes difficultés et il n'est pas rare de voir des terres agricoles abandonnées, gagnées par la forêt ou la friche. L'évolution des exploitations dépend fortement des zonages retenus pour la rémunération des services environnementaux. On assiste ainsi à une déprise agricole ou au développement des EnR dans les zones qui n'ont pas ou peu d'opportunités pour la fourniture d'aménités environnementales. Le cheptel bovin diminue fortement compte tenu de la réduction des barrières douanières ainsi que de la priorité donnée aux exportations de céréales et à la production de biocarburants. L'Europe reste importatrice de concentrés pour l'alimentation animale et développe pour ce marché des partenariats avec les États-Unis et l'Amérique Latine. L'intensification en capital est générale et la taille moyenne des structures augmente, en particulier dans les zones d'agriculture intensive. Le nombre d'actifs agricoles diminue et la productivité du travail augmente fortement. Mais la viabilité des exploitations ne passe pas uniquement par leur agrandissement, l'adaptation aux marchés accessibles (avec des opportunités créées à proximité des métropoles) et la fourniture de services environnementaux étant également des stratégies efficaces. ♦



RUPTURES

L'éclatement du syndicalisme agricole

L'éclatement du syndicalisme agricole constitue un facteur institutionnel susceptible d'accélérer la dualisation de l'agriculture envisagée dans ce scénario. L'impossibilité croissante de maintenir une unité de représentation et d'intérêts au sein de la profession agricole conduit en effet de nombreux observateurs à prédire un affaiblissement progressif de l'unité agricole. La réorientation des aides lors du bilan de santé de la PAC en 2008 a ainsi suscité de très fortes tensions au sein même du syndicat majoritaire.

«Syndicalisme agricole : de l'unité paysanne proclamée au pluralisme», *Transrural* n° 310 (2006).
«Le syndicalisme doit peut-être regarder les choses un peu autrement», interview de Jean-Michel Le Métayer, *AgraPresse*, 15/02/2010.

Forte hausse des prix agricoles

Une hausse des prix agricoles plus rapide et plus soutenue que celle envisagée dans ce scénario pourrait accélérer l'intensification des exploitations les plus compétitives et le développement des surfaces en céréales. Plusieurs prévisions conjoncturelles tablent en effet sur une hausse significative des prix agricoles au cours de la prochaine décennie.

Perspectives agricoles OCDE-FAO 2010-2019.

SCÉNARIO 3

Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte

En 2030, les consommateurs urbains, plus nombreux et influents, relayés par la grande distribution, ont réussi à imposer une réduction forte de l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture, pour des raisons de préservation de la santé plutôt que de protection de l'environnement. En l'absence de contrainte énergétique, et dans un contexte de politiques environnementales faibles, l'étalement urbain, la prédominance du transport routier et la concurrence entre métropoles se poursuivent. Le pilotage des filières est dominé par l'aval, les labels et cahiers des charges se faisant très prescriptifs en matière de réduction de l'usage des phytosanitaires. Les producteurs s'adaptent plus ou moins bien, certaines filières subissant négativement cette nouvelle contrainte. Les espaces ruraux les plus isolés connaissent une déprise agricole marquée. À l'inverse, les métropoles investissent dans l'agriculture périurbaine pour

répondre aux demandes d'espaces verts et d'approvisionnement alimentaire de proximité des urbains. Il se développe un modèle d'agriculture intégrée, spécialisée et à forte technicité, visant des niveaux élevés de production tout en réduisant significativement le recours aux pesticides. L'agriculture biologique connaît en parallèle un développement significatif. En l'absence de contrainte forte de nature politique ou sur le prix de l'énergie, le résultat est une légère baisse de la consommation énergétique globale, la réduction des intrants étant partiellement compensée par une utilisation accrue du machinisme agricole. Les biocarburants connaissent un fort développement permis par l'arrivée précoce des technologies de deuxième génération.



LES GRANDES ÉTAPES DU SCÉNARIO

2010-2020

Forte montée en puissance des préoccupations alimentation-santé

2020-2030

Progression par à-coups vers un modèle de production intégrée



LES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES ET ÉNERGÉTIQUES

Forte réduction de l'usage des phytosanitaires et baisse modérée des livraisons d'azote (-15 %)

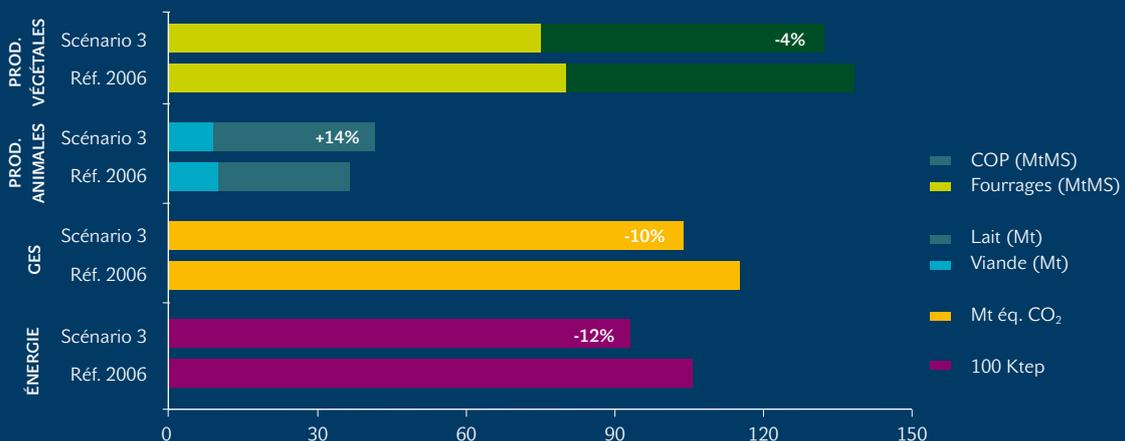
Stabilité des assolements avec une progression des oléo-protéagineux

Stabilité des rendements

Réduction du cheptel bovin (- 10 %) mais augmentation des rendements en lait

Fort développement des biocarburants de deuxième génération et des HVP

LES CHIFFRES CLÉS



2010-2015 : une demande de santé qui s'affirme dans le domaine de l'alimentation

Les consommateurs attachent une importance croissante à la dimension « santé » de l'alimentation, à l'instar des pays anglo-saxons. Cette demande concerne les aliments qu'on ingère, mais également l'environnement dans lequel on vit : les Français sont de plus en plus sensibles aux problématiques de pollution de l'eau, de l'air, etc. Cette évolution est impulsée et accompagnée par une médiatisation croissante de ces enjeux. Les sujets consacrés à l'environnement au journal télévisé de 20h se multiplient et leur traitement se « durcit », se faisant de plus en plus catastrophiste. La vogue des « choc docs » (documentaires engagés et grand public comme *Le cauchemar de Darwin*) sur l'agriculture, ses conditions de production, de transformation et de distribution mettent sous le feu des projecteurs les agriculteurs et leurs pratiques. Ceux-ci sont désormais obligés de rendre des comptes, de fournir des informations sur leurs pratiques, etc. Des associations environnementales gagnent quelques procès retentissants montrant la responsabilité des pesticides dans la mortalité des abeilles et les occurrences de cancers professionnels.

Parallèlement, les recommandations nutritionnelles en faveur d'une consommation plus importante de fruits et légumes, notamment, sont de plus en plus suivies. En effet, les pouvoirs publics mènent des actions en la matière pour réduire les coûts de santé engendrés par les maladies liées à l'alimentation : obésité, maladies cardiovasculaires, diabète. Cependant, des études sur l'impact des résidus de pesticides dans les fruits et légumes se multiplient, créant de fortes controverses sur l'utilisation de phytosanitaires par l'agriculture.

La demande croissante d'aliments sains et équilibrés, produits dans des conditions environnementales plus sûres, est renforcée par le mouvement d'urbanisation et de périurbanisation. En effet, les urbains ont des modes de vie et de consommation différents, marqués par une nature quelque peu idéalisée et une vision nostalgique du rapport à l'environnement. Plus et mieux formés et informés, leur sensibilité au risque est également plus forte.

La consommation de fruits et légumes est encouragée par une baisse de la TVA sur



SIGNAL FAIBLE

Montée des préoccupations sanitaires autour de l'agriculture

En 2004 un agriculteur charentais a été intoxiqué par un herbicide Monsanto. Le 28 janvier 2010, la chambre sociale de la cour d'appel de Bordeaux a confirmé la condamnation des assurances-exploitants à l'indemnisation du plaignant.

A l'occasion de la Journée mondiale contre le cancer, le 4 février 2010, la Ligue contre le cancer a annoncé l'existence d'un lien de causalité avéré entre l'exposition aux pesticides et l'origine de certains cancers chez les agriculteurs. Selon la Ligue, le nombre de nouveaux cas a globalement

progressé de 35 % chez l'homme et 43 % chez la femme ces vingt-cinq dernières années en France. Des travaux de recherche menés par le Centre d'immunologie de Marseille-Luminy ont mis en évidence des biomarqueurs qui témoignent d'un lien moléculaire entre l'exposition des agriculteurs aux pesticides, l'anomalie génétique et la prolifération de ces cellules, qui sont des précurseurs de cancer.

L'Institut de veille sanitaire (InVS) a annoncé en février 2010 le lancement, en partenariat avec la Mutualité sociale agricole (MSA), d'une grande étude permettant de décrire et de surveiller l'état de santé de la population au travail dans le monde agricole. La phase test concerne 10 000 agriculteurs de cinq régions avant la généralisation nationale en 2012.

ces denrées, la taxation des produits gras/sucrés, les campagnes d'information nutritionnelles et les distributions de fruits dans les écoles et cantines, qui sont les piliers du « Plan national alimentation santé » lancé dès 2016. Ces mesures favorisent avec succès la consommation des aliments à forte qualité nutritionnelle et à faible densité énergétique (en termes de calories). Dans un contexte de compétition accrue entre les métropoles, certaines jouent la carte de la santé en favorisant par exemple l'offre de produits alimentaires de bonne qualité dans la restauration collective, sans que cette tendance avantage forcément les agricultures locales.

L'aménagement du territoire guidé par la concurrence entre les métropoles et leurs zones d'influence

En l'absence de contrainte énergétique et dans un contexte de politiques environnementales faibles, les tendances à l'étalement urbain et à la métropolisation se poursuivent. Concernant le développement territorial et les politiques d'aménagement du territoire, l'accent est mis sur la compétitivité des grandes métropoles et le développement économique : les métropoles ne privilégient pas forcément leurs agricultures proches.

Les villes continuent de s'étendre sur les zones périurbaines, ce qui crée des tensions avec le secteur agricole. Des terres agricoles fertiles aux abords des villes sont converties en zones de loisirs ou de commerce. Cependant, certains espaces agricoles péri-urbains sont protégés pour répondre à la demande d'espaces verts des urbains et aux enjeux d'approvisionnement alimentaire de proximité. Ils font l'objet, de la part des métropoles ou des régions, de politiques actives de maîtrise foncière, d'aides à l'installation et au maintien des agriculteurs, notamment en système biologique. On assiste ainsi à un phénomène de « diffusion métropolitaine », avec un tissu urbain peu dense laissant de nombreux espaces naturels et agricoles interstitiels. « L'agriculture, localisée dans les espaces ouverts du tissu métropolitain, s'organise de manière assez concentrique à partir des pôles urbains, répondant à de fortes concurrences sur les usages du sol. Loin de ces enjeux fonciers, en dehors des aires métropolitaines, des espaces intermédiaires, peu peuplés, sont dévolus à divers types d'agriculture sous faible contrainte environnementale. Des espaces de nature sanctuarisés, gérés selon une logique descendante par la Région, se sont développés ça et là pour répondre aux demandes de nature des urbains »⁷¹.

L'offre de transports alternatifs à la route s'accroît modérément sous l'impulsion des villes et grâce à l'intervention d'opérateurs privés, ce qui contribue à faire baisser le coût des transports en commun. Les villes développent des réseaux de transports entre elles et avec leurs périphéries et jouent la carte de la multi-modalité. Le transport routier reste cependant prépondérant. La demande énergétique française continue de progresser, sous l'effet d'une croissance économique retrouvée, à l'instar des autres pays développés. La demande de mobilité des urbains reste forte et la croissance entraîne des tensions sur le marché mondial du pétrole et du gaz. Les bioénergies et en particulier les biocarburants progressent sensiblement dans la consommation finale car leur rentabilité est forte et leurs limites environnementales ne font plus débat (émergence rapide de la deuxième génération). Des investissements massifs sont portés dès 2010-15 par les pouvoirs publics, en synergie avec le secteur privé, pour développer des sites pilotes, ce qui accélère le développement de la deuxième génération de biocarburants.

Les prix de l'énergie et les prix agricoles ne connaissent pas d'envolée sur la période, le contexte international restant stable, les échanges internationaux se poursuivant et l'offre de pétrole parvenant à satisfaire la demande grâce à des investissements soutenus en exploration, production et raffinage. Les couches moyennes et aisées n'ayant,

71. Mora O. (dir), *Les nouvelles ruralités en France en 2030*, INRA, 2008.

dans ce contexte, pas de problème de pouvoir d'achat, la préoccupation « santé » passe en tête de leurs motivations et critères d'achat. La sensibilité des consommateurs au risque sanitaire s'en trouve nettement accrue.

Les IAA et la grande distribution s'emparent de la demande de santé et dominant les filières

Dans un premier temps, les politiques publiques restent en retrait de ce mouvement. L'État est peu interventionniste, se repliant sur des missions régaliennes, notamment en agriculture où prédominent les logiques de marché et de régulation privée. La politique agricole commune a été significativement réduite en 2013. La baisse des soutiens n'a permis qu'un durcissement modéré des exigences en matière de santé et d'environnement. En France, le plan Ecophyto 2018 ne s'est traduit que par des actions sur base volontaire ou des mesures faiblement incitatives. La publication de très mauvais chiffres de réduction des consommations de pesticides en 2014, à mi-chemin du plan Ecophyto, provoque une vive réaction des associations de consommateurs et de protection de l'environnement, avec un puissant écho médiatique. Les agriculteurs sont pointés du doigt pour l'absence de changements effectifs des pratiques.

La forte demande pour des produits « plus sains » est largement relayée par la grande distribution et les industries agro-alimentaires, qui font pression sur les producteurs et leurs fournisseurs pour qu'ils réduisent l'usage des produits phytosanitaires. Le label Agriculture Biologique (AB) et les labels privés (comme le label « Zéro pesticide » lancé en 2014 par un grand distributeur) font l'objet d'une importante utilisation marketing et gagnent en reconnaissance. Certains industriels incluent la réduction des pesticides dans leur contrat d'approvisionnement et communiquent sur cette exigence. Les ONG profitent de cette situation pour mobiliser autour de l'idée que ce que les pouvoirs publics n'ont pas su réaliser, les consommateurs peuvent l'obtenir par leurs décisions d'achat.

Le bilan de santé de la PAC en 2016 permet de réorienter une partie importante des soutiens vers la réduction des intrants : taxation des pesticides, forte hausse du degré d'exigence des bonnes conditions agro-environnementales (BCAE), aides à la conversion vers des systèmes à bas niveau d'intrants et biologiques, etc. Les exigences croissantes des consommateurs et des acteurs de l'agro-alimentaire incitent les producteurs conventionnels à réduire significativement leur utilisation de produits phytosanitaires. L'agriculture s'engage donc dans la voie d'une utilisation de plus en plus intégrée des intrants et en particulier des pesticides.



SIGNAL FAIBLE

Rôle prescriptif de la grande distribution sur la production agricole

Au Royaume-Uni, des enseignes comme Tesco ou Sainsbury ont recruté des agronomes qui contrôlent dans les exploitations ou chez les organismes stockeurs les matières premières agricoles et elles le font savoir dans les rayons des supermarchés.

Le groupe Bonduelle vient de lancer un programme expérimental de réduction des phytosanitaires pour

sa production de légumes de plein champ.

Il devrait conduire à diminuer le recours aux molécules de synthèse, notamment grâce à des techniques pointues de désherbage mécanique.

Le programme fait aussi la part belle aux outils d'aide à la décision, à la diversification des assolements et à la génétique. Ces bonnes pratiques ont été mises en place dans huit fermes-pilotes de Picardie. Au-delà de la période test, durant cinq ans, le programme sera étendu à l'ensemble des terres cultivées par le groupe Bonduelle : 100 000 hectares de légumes, répartis pour un tiers en France, un tiers dans le reste de l'Union européenne et un tiers ailleurs dans le monde.

Pour ce faire, les stratégies des exploitations sont très hétérogènes. Affaiblies, les chambres d'agriculture ne parviennent plus à se positionner comme médiateurs au niveau local et perdent de plus en plus de légitimité. Le conseil est principalement réalisé par les agro-fournisseurs, les coopératives et les industriels de la transformation, qui se positionnent dans une logique de filières économes en phytosanitaires. Les bureaux d'études prennent une place croissante dans ce champ du conseil agricole et la concurrence entre acteurs de ce domaine s'accroît. Les intérêts commerciaux des industries agro-alimentaires prennent le pas sur les activités d'accompagnement et les producteurs perdent une partie de leur autonomie dans la gestion de leur exploitation. Dans un contexte de baisse des dépenses publiques pour la recherche agronomique, c'est le secteur privé qui investit dans les technologies pour répondre aux nouveaux défis adressés à l'agriculture. Ce système est relativement efficace en termes d'innovation mais il favorise les inégalités d'accès parmi les producteurs. Des réseaux se créent localement, associant le secteur privé, les collectivités et les agriculteurs, pour le développement des filières. Cette configuration fait émerger une pluralité de pratiques agricoles innovantes.

Certaines métropoles se montrent plus dynamiques que d'autres dans la mise en œuvre de dispositifs de médiation entre les citadins et les campagnes, incluant le développement agricole. Pour celles-ci, l'agriculture périurbaine constitue un outil d'aménagement du territoire au service des urbains et assure une partie de leurs approvisionnements alimentaires.

Segmentation accrue des produits agricoles et inégalités sociales

Les progrès vers la réduction des intrants se font sous l'influence d'une succession de crises portant sur tel ou tel produit ou filière, crises sanitaires mais aussi médiatiques, qui engendrent d'abord beaucoup de perturbations et de pertes financières (*boycott* de certains produits, augmentation des importations de produits jugés plus sûrs, etc.). Dans un contexte de désengagement de l'État, la concentration se poursuit aux différents échelons de la filière, mais avec les limites posées par la réglementation de la concurrence qui reste forte. L'agroalimentaire et la distribution dominent la filière, le partage des marges se fait davantage en leur faveur. La contractualisation par l'aval se développe et la segmentation des produits se poursuit. Différents types de marques et de normes correspondant à différents groupes de consommateurs se déclinent en différents produits : produits « haut de gamme » plus ou moins localisés ou de qualité, labels sous contrats tels que l'Appellation d'origine contrôlée (AOC), le Label rouge, etc., produits plus standardisés, à moindre coût, basés sur les filières françaises les plus compétitives et répondant à des cahiers des charges privés exigeants en matière sanitaire.

Un nombre non négligeable de producteurs a du mal à s'adapter et à abandonner l'agriculture productiviste, soit qu'ils ne le veulent pas (rejetant l'idée d'avoir à s'adapter à une demande urbaine), soit par manque de moyens ou de compétences. Les filières comme les grandes cultures ou l'élevage porcin, soumises à de fortes critiques et davantage observées voire scrutées, connaissent des difficultés.

De même, l'évolution n'est pas uniforme sur tout le territoire, des régions étant beaucoup plus avancées dans le développement de l'agriculture biologique ou la réduction des pesticides, d'autres y parvenant plus tardivement et partiellement.

L'accent mis sur la qualité sanitaire des produits a pour conséquence, du moins dans un premier temps, de les renchérir, ce qui inverse la tendance à la baisse de la part de l'alimentation dans le budget des ménages. Si ce n'est pas un problème pour les

couches aisées ou moyennes supérieures, on assiste à un « décrochage » des populations moins favorisées, qui continuent de consommer des produits importés moins chers et moins contrôlés.

La « Ferme France » en 2030 : agriculture intégrée et spécialisation

Le modèle qui tend à se généraliser est celui de systèmes très spécialisés, à fort niveau de capital, à haute technicité, avec un recours aux intrants plus efficace, recherchant une forte efficacité et une sécurisation de la production. Les charges opérationnelles sont fortes mais le modèle permet une dilution des charges structurelles, en misant sur la productivité de la main-d'œuvre. De par la spécialisation, les performances économiques sont très variables et liées aux prix de vente des produits et des intrants. L'agriculture recourt à une main-d'œuvre salariée de plus en plus qualifiée. De bons résultats techniques permettent une meilleure efficacité énergétique.

Avec la reprise des cours des céréales (croissance de la demande mondiale et fort développement des biocarburants), l'impératif de production reste d'actualité. Les systèmes de production se spécialisent davantage en grandes cultures à usage industriel, dont les débouchés sont en grande partie l'alimentation animale et les biocarburants de première génération. Les surfaces en protéagineux doublent entre 2010 et 2030. L'Europe – et la France en particulier – continue de jouer la carte céréalière et importe du soja brésilien. La perception négative des organismes génétiquement modifiés (OGM) dans l'alimentation animale constitue un levier supplémentaire pour le développement de l'élevage biologique.

En grandes cultures, on assiste à une limitation du recours aux pesticides par le raisonnement des traitements en fonction de seuils, puis à des progrès supplémentaires par la mise en œuvre de méthodes prophylactiques et alternatives à l'échelle de chaque culture. Avec une évolution des prix des produits agricoles très favorable par rapport à celle de l'azote minéral, en particulier pour les céréales et les oléagineux (forte croissance de la demande mondiale, biocarburants), les agriculteurs ne sont pas incités, sur le plan économique, à avoir une gestion « moins intensive » de la fertilisation. Les contraintes environnementales ont été faiblement renforcées, en lien avec la politique de lutte contre le changement climatique ou celle relative à l'utilisation des produits phytosanitaires. Les progrès environnementaux se font donc surtout par la généralisation des pratiques de protection phytosanitaire et de fertilisation « intégrées », combinées à la généralisation des bandes enherbées le long des cours d'eau. En 2030, les apports d'azote minéral ont diminué de 15 % par rapport à 2006.

Les tendances relatives à l'alimentation animale sont contradictoires : les céréales deviennent plus coûteuses, mais les tourteaux co-produits de la filière diester baissent les coûts. L'élevage industriel, notamment les volailles qui bénéficient des recommandations de la politique de nutrition, se développe en marge des grands bassins de production végétale. L'élevage se concentre dans quelques zones herbagères spécialisées et fortement productives (sur le modèle des pays de l'Europe du nord). Les surfaces en herbe diminuent de manière sensible entre 2010 et 2030 et les prairies naturelles relictuellenes sont confiées aux conservatoires régionaux d'espaces naturels. On assiste donc à une réduction tendancielle du cheptel et une concentration de l'élevage. La déprise est particulièrement forte dans les zones de montagne et les zones intermédiaires les plus isolées. Les productions de légumes hors sol trouvent des opportunités de développement via les productions sous serres chauffées, qui permettent de réduire fortement l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires grâce à une meilleure maîtrise du climat, de l'irrigation et l'utilisation d'auxiliaires biologiques. Les débouchés sont assurés par la dé-saisonnalité des produits qui accompagne l'urbanisation de la société.

L'agriculture biologique se développe fortement, tirée par une demande soutenue et bénéficiant d'importants techniques (surtout du côté du secteur privé) qui ont permis d'accroître les rendements. Ces systèmes sont soutenus par les pouvoirs publics dans les zones de captage. Ils bénéficient également des politiques des métropoles favorisant l'agriculture périurbaine pour développer un approvisionnement de proximité.

Les tendances en matière de machinisme sont doubles. D'un côté la recherche de la productivité du travail favorise la diffusion des techniques culturales simplifiées qui permettent un gain de temps sur les exploitations. Mais les contraintes sur l'utilisation des produits phytosanitaires imposent la diffusion de pratiques mécaniques de lutte contre les adventices en remplacement des produits phytosanitaires. Le renouvellement du parc met à la disposition des exploitants des dispositifs d'électronique embarquée qui augmentent la productivité du travail, améliorent les conditions d'utilisation, facilitent le respect des normes de sécurité, permettent d'optimiser les apports d'intrants et de réduire les émissions polluantes. La diffusion de ces nouvelles machines est amorcée par les plus grandes exploitations, puis les achats en commun assurent le relais. Les consommations de fioul diminuent de 10 % grâce à ces avancées technologiques.

Les énergies renouvelables à la ferme connaissent un développement modéré visant à un complément de revenus. Les soutiens à ces filières ont en effet été largement réduits. Dans les régions disposant des plus forts potentiels, des projets d'installations solaires photovoltaïques et de micro-éolien se multiplient. La méthanisation connaît un développement tendanciel avec l'installation d'une centaine de digesteurs par an, principalement sous la forme de petites unités à la ferme. Les biocarburants en revanche connaissent un très fort essor grâce à l'arrivée à maturité des technologies de deuxième génération et à une réorientation des soutiens aux filières les plus innovantes et une forte mobilisation des gisements de biomasse. ♦



RUPTURES

Ruptures technologiques en matière d'énergie

Le scénario 3 se déroule sur une toile de fond marquée par une faible contrainte énergétique et par des progrès limités en matière de sobriété et d'efficacité énergétique. Des innovations technologiques de rupture dans le domaine de l'énergie faciliteraient un tel scénario. On peut imaginer notamment des avancées rapides du côté des biocarburants de deuxième et troisième générations, ou la mise au point de piles à combustible à haut rendement. Des ruptures sont aussi possibles grâce au génie génétique et à la biologie synthétique (bactéries modifiées produisant des enzymes permettant la transformation de la cellulose par exemple). De même, le principal problème des scientifiques travaillant dans le domaine de l'énergie solaire a toujours été d'augmenter le rendement des panneaux photovoltaïques. En effet, ce dernier oscille toujours entre 10 et 20 %, ce qui reste faible au regard du potentiel de cette énergie

renouvelable. Une rupture technologique améliorant significativement ce rendement augmenterait la rentabilité de cette technologie et ses perspectives de déploiement à grande échelle.

« Rendement record pour une nouvelle pile à combustible », Bulletin de veille technologique internationale du MAEE, 2009. Recherche en cours au CEA sur les biocarburants de 3^e génération

Nouvelles perspectives en matière de fertilisation

Les scénarios 1, 2 et 3 reposent sur des schémas agronomiques assez traditionnels, en particulier en matière de fertilisation. Les évolutions envisagées concernent les sources d'éléments fertilisants (organiques, minéraux, symbiotiques) et l'optimisation des apports. On pourrait cependant imaginer des innovations de rupture en matière d'amélioration des sols et de croissance des plantes grâce aux biotechnologies. Des recherches en cours à l'Ecole nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT) visent ainsi à combiner et à réintroduire dans le sol différents micro-organismes complémentaires, afin de développer des synergies plante-bactéries-champignons permettant de réduire le recours aux fertilisants chimiques.

Projet Néofertil (Agronutrition, Oxalliance, CNRS, ENSAT)

SCÉNARIO 4

Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie

Vers 2015, la nécessité de réduire fortement l'impact environnemental des activités humaines et les opportunités ouvertes par ce nouveau défi font consensus dans les pays développés et commencent à s'imposer dans les pays émergents. Les ménages européens et français adaptent leurs comportements de consommation par souci de préserver l'environnement et en réponse à des prix qui incluent désormais le coût environnemental des produits. La mise en place en 2016 d'un marché commun du CO₂ États-Unis-Union européenne, avec compensation carbone aux frontières, enclenche un vaste mouvement de modernisation écologique. Dans ce contexte, l'agriculture, comme l'ensemble des secteurs économiques, évolue vers de nouveaux modèles de production à plus faible impact climatique et environnemental, soutenue par une politique agricole réformée. Le changement de modèle reste cependant difficile et progressif ; il

suscite des réticences au sein du monde agricole et nécessite des évolutions de l'ensemble des filières. Dès 2020, l'agriculture française s'oriente vers un modèle écologiquement intensif dans les grandes plaines céréalières en recourant notamment à la diversification des assolements, à la généralisation des cultures fixatrices d'azote en tête de rotation et au semis direct. Dans les zones intermédiaires et de montagne, les agriculteurs sont rémunérés pour la fourniture de services environnementaux et sont encouragés à rechercher une plus grande autonomie à l'échelle de l'exploitation (systèmes plus diversifiés basés sur la polyculture et l'élevage) ou à l'échelle du territoire (complémentarités entre exploitations). La méthanisation et les biocarburants connaissent un très fort développement.



LES GRANDES ÉTAPES DU SCÉNARIO



LES CARACTÉRISTIQUES AGRONOMIQUES ET ÉNERGÉTIQUES

Très forte augmentation des surfaces (multipliées par 6) et des rendements en protéagineux

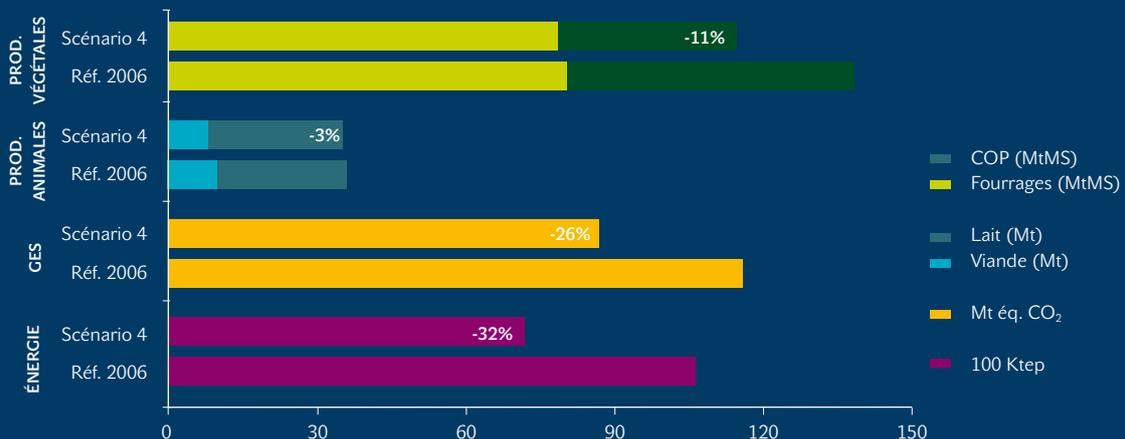
30% des surfaces de céréales en semis direct

Très forte réduction des apports en azote minéral (- 60%)

Stabilité des rendements et des cheptels

Très fort développement des énergies renouvelables, notamment la méthanisation

LES CHIFFRES CLÉS



Un duo États-Unis - Europe pour la croissance verte et la protection aux frontières

La première moitié de la décennie 2010 est marquée par un fort attentisme politique vis-à-vis des enjeux énergétiques, climatiques et environnementaux. L'échec de Copenhague, la reprise économique hésitante et une gouvernance mondiale qui se cherche ne permettent pas d'avancer sur ces sujets au niveau mondial comme au niveau européen. Les plans de relance privilégient des secteurs économiques et des modèles industriels conventionnels.

En 2012, la Politique agricole commune n'est pas réformée en profondeur. La baisse tendancielle du budget, la hausse modérée de la modulation et un début d'harmonisation des aides entre États membres et entre exploitations apparaissent comme le plus petit dénominateur commun en l'absence de consensus sur les réorientations nécessaires.

La montée des préoccupations environnementales se poursuit cependant, entretenue notamment par des ONG de mieux en mieux structurées et dont les actions et revendications connaissent un grand écho médiatique. Plusieurs événements emblématiques viennent renforcer ce mouvement et accroître significativement l'importance politique de ces enjeux. Les étés 2012, 2013 et 2014 sont particulièrement caniculaires, avec des incendies massifs en Californie et des pénuries d'eau dans tout le Sud de l'Europe. Un nouvel ouragan majeur frappe le Sud des États-Unis en 2014 et fait plus de dégâts que Katrina. Les marchés agricoles, après plusieurs années de très bas prix, connaissent une nouvelle envolée. Trois années de mauvaises récoltes dues à la sécheresse, l'augmentation du prix du baril et la multiplication de stratégies nationales protectionnistes ou visant à sécuriser les approvisionnements entraînent une forte hausse des prix et une nouvelle crise alimentaire en Afrique et en Asie du Sud-Est.

En Europe, la croissance économique retrouvée tend à réduire les préoccupations sociales et économiques immédiates, si bien que les enjeux de régulation des échanges internationaux, d'environnement et de climat se retrouvent au cœur des élections européennes de 2014. Les écologistes y enregistrent une forte progression et constituent le deuxième plus important groupe parlementaire européen. L'idée de faire de l'Europe le précurseur d'un modèle de croissance plus sobre et plus autonome fait son chemin. Elle se double de la volonté d'être à l'avant-garde d'une réduction massive des émissions de GES, sans attendre un accord climatique international dont les négociations ne progressent que très lentement. Ces ambitions peinent cependant à se concrétiser car elles se heurtent aux conséquences économiques de moins en moins soutenables d'une concurrence avec des pays qui ne se dotent pas des mêmes niveaux d'exigences sociales et environnementales. La lutte contre les pollutions, le développement des



SIGNAL FAIBLE

L'UE à la pointe des réductions d'émissions ?

Jean-Louis Borloo et ses homologues allemand et britannique ont cosigné le 15 juillet 2010 une tribune dans laquelle ils souhaitent que l'Union européenne s'engage sur une réduction de 30% de ses émissions de carbone d'ici à 2020. « Si

nous nous en tenons au taux de 20%, écrivent-ils, l'Europe est susceptible de perdre cette course vers un modèle à faibles émissions de carbone face à des pays tels que la Chine, le Japon ou les États-Unis. (...) Les entreprises européennes sont déjà en position de tirer profit de ces nouvelles occasions. Leur part de marché internationale actuelle s'élève à 22% du secteur des biens et des services faiblement consommateurs de carbone, grâce au rôle de *leader* joué dès le début par l'Europe en matière de lutte contre le changement climatique. »

énergies renouvelables, les efforts de recherche et développement dans le domaine des technologies propres et de l'environnement continuent quand même de se renforcer. Plusieurs *success stories* industrielles dans le domaine des éco-technologies popularisent l'idée de croissance verte et accréditent sa capacité à fournir des emplois non délocalisables. Après 2012, les États-Unis lancent un programme très ambitieux en matière de régulation internationale et de croissance verte. Les tensions avec la Chine se renforcent régulièrement suite à des contentieux commerciaux et au refus réitéré de Pékin d'accepter des objectifs de réduction des émissions de GES.

Dans ce contexte, un accord climatique États-Unis / UE intitulé « *Alliance pour le climat* » est signé en 2016. Il prévoit des objectifs chiffrés ambitieux de réduction des émissions à l'horizon 2030 (-35 %) et 2050 (-75 %), la mise en place d'un marché commun du carbone sur le modèle européen et l'instauration d'une compensation carbone aux frontières sur tous les produits importés. L'accord et le marché du carbone sont élaborés de manière à permettre facilement à d'autres pays de les rejoindre. L'Europe et les États-Unis font ainsi le pari qu'ils constituent un espace économique suffisamment vaste et prospère pour prendre le risque d'une action unilatérale et pionnière en matière de climat, la compensation carbone aux frontières créant une forte incitation à les rejoindre. La Chine conteste immédiatement cette taxe devant l'OMC mais la procédure prend du temps et dès 2017 le Japon, la Corée du Sud et le Brésil annoncent leur intention de rejoindre l'Alliance. La protection offerte par cet accord bénéficie immédiatement à une majorité d'entreprises européennes, qui se tournent davantage vers le marché intérieur. Les quotas carbone payants entraînent une forte demande d'outils, de technologies et de services pour réduire les émissions, stimulant fortement l'innovation et la création d'emplois. Des entreprises européennes s'imposent rapidement comme des *leaders* mondiaux dans le domaine des énergies renouvelables ou des technologies vertes.

Le produit de la compensation carbone aux frontières permet de soulager en partie les finances publiques, fortement sollicitées par des politiques ambitieuses en matière de transport, logement, énergie et environnement. Les investissements dans les infrastructures de transport, réalisés dès 2010 dans le cadre des plans de relance, commencent à porter leurs fruits. Ils sont complétés par des politiques ambitieuses, notamment tarifaires, en faveur du report modal. Le territoire français se réorganise autour des grandes infrastructures : ports, liaisons fluviales, autoroutes ferroviaires, etc. Les relations entre les villes et les campagnes sont apaisées : l'étalement urbain est contenu grâce à la redensification des centre-villes et au renouvellement de l'offre de transports urbains et inter-urbains. La suprématie de l'automobile est remise en cause et le recours aux transports collectifs et à la « transmodalité » explose.

Le consensus politique autour de la croissance verte entretient les investissements et les débouchés des entreprises, ce qui concrétise les promesses de ce nouveau modèle de développement et renforce le consensus. Un cercle vertueux se met en place qui légitime une exigence toujours croissante en matière de réduction des pollutions.

Conséquences sur l'agriculture européenne : la modernisation écologique

L'inadéquation de la politique agricole commune dans ce nouveau contexte est flagrante mais personne ne demande son simple abandon. Les attentes vis-à-vis de l'agriculture sont en effet nombreuses : production alimentaire de proximité, fourniture de bioénergies et bioproduits, contribution à l'aménagement et au développement des territoires ruraux. Le bilan de santé de 2016 dresse un constat sévère de la faible contribution de la PAC aux nouveaux objectifs de l'UE. Suite à une négociation difficile, et malgré les réticences des bénéficiaires historiques de la PAC, il débouche sur une profonde réorientation de cette politique en 2017. Les outils et les financements sont mis au service

d'une modernisation écologique de l'agriculture pour aller vers plus d'autonomie, moins d'impact environnemental, moins d'émissions de GES tout en continuant à produire les aliments et la biomasse dont l'Europe a besoin. L'architecture de la PAC a été largement revue. Les deux piliers ont disparu au profit d'un dispositif de soutien à étages dont le niveau financier augmente avec le volume et la qualité des services environnementaux rendus. La réduction des intrants est fortement valorisée par les nouveaux instruments financiers de la PAC. La dimension contractuelle des soutiens, qui permet un ajustement plus fin aux enjeux des milieux locaux, a pris le pas sur les « droits à primes ».

Cette réorientation de l'agriculture est en phase avec la prise de conscience environnementale et l'émergence d'un modèle assez généralisé de « citoyen consommateur » sensible à l'impact de ses comportements sur la planète et soucieux de retrouver plus de cohérence et d'harmonie dans ses choix de vie. L'éducation à l'environnement est effectivement inscrite dans les programmes d'enseignement à tous les niveaux du système éducatif et les campagnes de sensibilisation portent leurs fruits. En même temps que les modes de circulation plus respectueux de l'environnement font reculer la place de la voiture, la relation à la consommation matérielle mais aussi à l'organisation du temps fait l'objet d'un retour introspectif et critique de nombreux « prescripteurs d'opinion ». Traduisant le rejet d'un modèle d'alimentation déstructuré et trop industriel, encouragée par les politiques en matière d'éducation à l'environnement et de nutrition, l'opinion réhabilite un modèle d'alimentation plus exigeant en temps et en moyens budgétaires, en l'acceptant comme une composante à part entière du mieux-vivre.

Le monde professionnel agricole fait petit à petit son *aggiornamento* et s'inscrit de plus en plus dans une production de « haute qualité alimentaire et environnementale » qui fonde désormais le pacte professionnel, en décalage avec le modèle productiviste industriel. Un important effort de formation initiale et continue des agriculteurs est mis en place en matière d'environnement, d'agronomie et d'énergie. Cet effort se déploie également en aval des filières, notamment à destination des gestionnaires de services de restauration collective ou des autres acteurs du commerce, du *marketing* et de la logistique. Les chaînes de transport et de distribution ainsi que les choix d'achats sont rationalisés en fonction de critères environnementaux et sociaux. Le changement de modèle reste cependant difficile et progressif, il suscite des réticences et des conflits, au sein du monde agricole comme entre agriculteurs et autres acteurs. La modernisation écologique passe notamment par une diversification des productions végétales qui se heurte dans un premier temps à un déficit de structuration des filières pour la commercialisation des nouvelles variétés et la valorisation de nouveaux usages, notamment en alimentation animale. L'impératif de réduction des intrants est particulièrement difficile pour les agriculteurs les plus intensifs, notamment les filières végétales

•)) SIGNAL FAIBLE

Vers une PAC plus verte ?

Dans un rapport commandé à l'IEEP (Institute for European Environmental Policy) par la DG Agri, deux scénarios envisagent soit un *flat rate* (paiement unique *a minima*) soit la suppression des paiements directs, compensés par des subventions liées à la fourniture de biens publics environnementaux.

Parmi les scénarios du CGAER, le cinquième correspond à la « refondation environnementale de la PAC ». Il se concrétise par une réorganisation des paiements en trois niveaux :

- un niveau de soutien agronomique et environnemental de base avec un paiement direct découplé ;
- un deuxième niveau de rémunération pour des services environnementaux globaux ou territorialisés ;
- un troisième niveau encourageant des démarches collectives de projets permettant la transition vers des systèmes d'agriculture durable.

et hors sol. Les tensions sont fortes et des moyens importants doivent être déployés pour accompagner des reconversions. Par ailleurs, une partie de la profession n'est pas encline à abandonner des systèmes certes intensifs en intrants mais néanmoins économes en temps de travail. Il faut attendre l'installation de jeunes agriculteurs formés à ces nouvelles pratiques pour prendre la relève.

La nouvelle orientation de la PAC parvient finalement à fédérer diverses pratiques agricoles, car elle est globalement acceptée aussi bien par des agro-entrepreneurs à la recherche d'une plus grande performance environnementale que par de petits exploitants misant sur les services environnementaux et la multifonctionnalité. Selon les filières, des organisations de producteurs mais aussi des interprofessions ont réussi à se structurer pour mieux gérer la production, la transformation et les signes de qualité afin de garantir des débouchés et de meilleurs revenus aux producteurs.

Coopération internationale renforcée à partir de 2020

À partir de 2020, plus de multilatéralisme et de coopération permet aux instances internationales, tirées par les États-Unis, la Chine et l'Europe, de jouer un rôle stabilisateur et régulateur. La priorité est donnée aux échanges à l'échelle de grands ensembles régionaux et à la prise en compte des enjeux du développement, de l'environnement et du climat. La création d'une Organisation mondiale de l'environnement et du climat en 2021 renforce le poids politique de ces enjeux et permet d'entretenir la dynamique initiée par les États-Unis et l'Europe en élargissant graduellement le nombre d'États parties prenantes de l'*Alliance pour le climat*. Les défis techniques et organisationnels que posent ces enjeux sont un immense gisement d'innovations, de services et d'emplois : l'activité économique est soutenue mais réorientée dans ses objectifs et modalités.

L'Europe et l'État français jouent un rôle majeur dans cette réorientation. Des politiques intégrées visant conjointement la protection des milieux et la lutte contre le réchauffement climatique concernent tous les secteurs de l'économie. Une politique énergétique ambitieuse est en place, axée sur la réduction des émissions de GES par la diversification de l'offre, avec des investissements massifs dans la R&D visant les économies d'énergies et une politique tarifaire encourageant la sobriété. À l'horizon 2030, une réduction de 35% des émissions de GES dans les pays développés et un arrêt de la déforestation sont en vue. La demande en produits pétroliers s'est nettement ralentie, permettant une stabilisation du prix du baril autour de 60 \$ à partir de 2025. L'étiquetage environnemental des produits est systématique et la taxe carbone généralisée.



SIGNAL FAIBLE

Amélioration et relance des légumineuses

Un nouveau projet d'un montant de 1,5 million de livres couvrant une période de trois ans et demi, sous la coordination du *John Innes Centre* du Royaume-Uni, a pour objectif de mettre au point des variétés de pois améliorées et d'accroître l'absorption d'azote par cette légumineuse. Selon Claire Domoney du *John Innes Centre*, « des pois de haute qualité atteindront un prix élevé sur le marché des produits alimentaires », « si nous pouvons

encourager un plus grand nombre d'agriculteurs à les planter comme cultures de rotation, cela permettra de réduire l'empreinte carbone de l'agriculture britannique en réduisant les quantités d'engrais azotés requises ». Le projet est cofinancé par le *Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBRSC)* et le Département de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA) du Royaume-Uni.

Selon une étude du Commissariat général au développement durable, un scénario de relance des légumineuses en France permettrait de réduire les émissions agricoles de 1,8 Mteq CO₂ par an.

Cette option environnementale se traduit par une production européenne avant tout orientée vers le marché de l'Union. La prise de conscience du rôle des légumineuses sur les plans agronomique, nutritionnel et environnemental a conduit à leur accorder un soutien spécifique dans le budget de la PAC. Ce qui permet aussi de réduire la dépendance de l'Union européenne en protéines végétales importées pour l'alimentation animale. Le nombre d'agriculteurs s'est stabilisé et leurs profils se sont diversifiés sous l'effet d'une augmentation des installations hors cadre familial et d'une offre de formation plus riche et plus transversale. La gouvernance du secteur agricole est beaucoup plus ouverte avec des relations plus étroites entre agriculture et société et la généralisation d'une logique contractuelle. Les soutiens et politiques publiques ont été mis au service de cette transition environnementale : objectifs alimentaires, environnementaux et énergétiques ambitieux, maintien de financements publics importants, effort de recherche agronomique, renouveau de l'accompagnement technique des agriculteurs.

La «ferme France» en 2030

Dans les grandes plaines de l'Ouest et du Nord de la France se développe ainsi un modèle d'agriculture écologiquement intensive, à très bas niveau d'intrants mais à haut niveau de production. La recherche agronomique sur ces nouveaux itinéraires techniques et le développement de variétés bien adaptées ont en effet permis de maintenir les niveaux de production, malgré les effets néfastes du changement climatique. Une part importante de ces surfaces est dédiée à la production de biocarburants et de bioproduits. Tous les moyens techniques et les connaissances agro-écologiques sont mis au service d'une productivité accrue de l'agriculture et d'une réduction significative de ses impacts environnementaux. Cela se traduit par une diversification des assolements et par la généralisation des cultures fixatrices d'azote en tête de rotation. Des innovations technologiques majeures ont vu le jour : variétés moins gourmandes en azote, matériel d'épandage plus performant et à des coûts acceptables et, dans une moindre mesure, valorisation de l'azote organique (effluents, boues). Dans les zones présentant des désavantages agronomiques, les agriculteurs sont rémunérés pour la fourniture de services environnementaux et sont encouragés à rechercher une plus grande autonomie à l'échelle de l'exploitation (systèmes plus diversifiés basés sur la polyculture et l'élevage) ou à l'échelle du territoire (complémentarités entre exploitations).

La tendance à la céréalisation et à la simplification des rotations a été stoppée puis inversée dans les zones intermédiaires. Des systèmes de production durables (cultures et élevage) se développent par des échanges entre exploitations voisines : récupération des co-produits, effluents d'élevage, déchets verts et boues des stations d'épuration pour l'épandage et fertilisation chez les voisins, mise en place de bourses du fumier au niveau local. Les élevages hors sol sont moins nombreux et moins concentrés sous l'effet de politiques environnementales plus strictes et de la hausse des charges. Le partage des rôles entre exploitations à l'échelle des territoires façonne le paysage agricole sur un mode d'organisation proche de l'«écologie industrielle ⁷²», afin de minimiser les coûts énergétiques et en ressources naturelles.

En zones de montagne, c'est la recherche de l'autonomie et de la sobriété qui prime. Elle entraîne une diminution de la productivité brute des cultures et de l'élevage mais les charges opérationnelles sont fortement réduites : la rentabilité est davantage fondée sur la baisse des consommations intermédiaires plutôt que sur la maximisation des rendements. Cette approche repose sur la valorisation des ressources locales et sur la pluriactivité. Pour certaines exploitations, la vente de bois ou le tourisme rural constituent ainsi d'importants compléments de revenu. Beaucoup de filières se sont organisées en conséquence en installant des filiales régionales adaptées au contexte et qui s'approvisionnent plus localement, en éco-certifiant leurs produits et leurs processus, en misant sur les labels environnementaux et de qualité. Il en résulte une forte baisse de

72. Erkman S. *Vers une écologie industrielle. Comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper industrielle*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2004.

la dépense énergétique pour la production des produits alimentaires, à tous les maillons de la chaîne de production. Après une période de crise, l'agriculture et le système alimentaire parviennent donc à être relativement peu sensibles au coût de l'énergie. ◆



RUPTURES

Conflits armés autour des ressources naturelles

Le scénario 4 repose notamment sur une mobilisation internationale large en réponse à des signes avant-coureurs inquiétants (tensions sur les ressources naturelles, forts effets du changement climatique, etc.). Or les ressources naturelles ont souvent joué un rôle majeur dans l'émergence de conflits armés. On ne peut donc exclure des tensions géopolitiques et militaires croissantes autour de ces ressources (pétrole, eau, terres arables, etc.). À ces conflits locaux pourrait s'ajouter la tentation, pour les principales puissances mondiales, de sécuriser leurs approvisionnements par des opérations militaires sous couvert de sécurisation ou de prévention des conflits.

Dossier « Préserver les ressources naturelles et la paix », *La Revue Durable*, n°4, 2003.
Rapport de l'armée allemande sur les dimensions environnementales de la sécurité, 2010.

Changement majeur des représentations du progrès et de la richesse

Au-delà du verdissement de nos modes de production et de consommation, on peut imaginer une évolution plus profonde des représentations et des aspirations en matière de progrès. L'idée d'une prospérité sans croissance, qui ne serait plus fondée sur la richesse économique individuelle et qui répondrait à un besoin de décélération des rythmes sociaux, pourrait émerger et conduire à des ruptures majeures en termes de fonctionnement économique et d'organisation collective.

La prospérité sans croissance, rapport de la Commission du développement durable britannique, 2009.

SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques qualitatives et quantitatives des scénarios.

	SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie
Contexte global	Crise énergétique et climatique Repli des échanges Prix du pétrole durablement élevé	Croissance conventionnelle et régulation par le marché Forte volatilité et hausse tendancielle du prix du baril	Stratégies défensives, spécialisations compétitives Stabilisation du prix du pétrole	Coopération internationale accrue Prix du carbone élevé
Transport et organisation des filières	Relocalisation à l'échelle régionale Rééquilibrage des bassins de production	Spécialisation des territoires et accroissement des disparités Augmentation des flux	Croissance et innovation dans les transports Très fort poids de l'aval sur les filières	Recentrage sur l'Europe et report modal Modernisation écologique des filières
Politiques publiques	Forte montée en puissance des Régions Mosaïque de politiques énergétiques, agricoles et environnementales	Repli de l'action publique Forte baisse des aides agricoles mais rémunération des services environnementaux	Métropolisation et efforts modérés en matière d'énergie et de climat Politique ambitieuse d'alimentation santé	Priorité environnementale forte Politiques publiques intégrées et ambitieuses
Agriculteurs et société	Diversification et multifonctionnalité Attachement au territoire, développement local	Désinstitutionnalisation du secteur agricole Dualisation	Focalisation sur les enjeux nutrition-santé Restructuration et productivité	Consensus environnemental fort Mobilisation des agriculteurs, des consommateurs et des pouvoirs publics
Modèle agricole emblématique	Polyculture élevage	Dualité : agriculture d'entreprise vs agriculture multifonctionnelle	Agriculture raisonnée à fort niveau de technicité	Agriculture à haute valeur environnementale
Agriculture et énergie	Autonomie énergétique et sobriété : protéagineux, HVP, autoconsommation d'EnR (dont méthanisation), échanges de co-produits entre exploitations voisines	Agriculture d'entreprise : optimisation économique, fort développement des biocarburants Exploitations multifonctionnelles : recherche de l'autonomie (voir scénario 1)	Réduction modérée des intrants, fort développement des biocarburants de deuxième génération	Intensification écologique : méthanisation, légumineuses, innovation variétale, semis direct, échanges de co-produits Biocarburants de deuxième génération et forte production d'EnR
Évolution de la SAU par rapport à 2006	Croissance des surfaces en herbe au détriment des grandes cultures Multiplication par 3 des surfaces en protéagineux	Augmentation de 18% des surfaces en céréales et oléagineux (biocarburants) au détriment des prairies.	Stabilité des assolements avec une progression des oléo-protéagineux.	Très forte augmentation des surfaces en herbe et des protéagineux.
Variation de la production de la ferme France par rapport à 2006	Fourrages : - 3% COP : - 37% Viande : - 12% Lait : + 6%	Fourrages : - 22% COP : + 28% Viande : - 6% Lait : - 5%	Fourrages : - 7% COP : ± 0% Viande : - 3% Lait : + 25%	Fourrages : - 6% COP : - 17% Viande : - 12% Lait : + 4%
Consommation d'énergie de la ferme France	7 226 ktep (- 32% par rapport à 2006)	9 797 ktep (- 8%)	9 414 ktep (- 12%)	7 325 ktep (- 32%)
Émissions de GES de la ferme France (y compris séquestration dans les sols)	76 MtéqCO ₂ (- 35% par rapport à 2006)	117,1 MtéqCO ₂ (± 0%)	100,8 MtéqCO ₂ (- 14%)	45,9 MtéqCO ₂ (- 61%)

CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE

Les scénarios représentent quatre tableaux contrastés de l'évolution des liens entre agriculture et énergie dans les vingt prochaines années. Ils résultent du cadrage de l'exercice, des variables choisies et du travail de « construction intellectuelle » réalisé par le groupe *Agriculture Énergie 2030*. La diversité des points de vue exprimés au sein du groupe, la rigueur dans la construction des scénarios, via notamment leur chiffrage, permettent d'aboutir à quatre images crédibles et cohérentes des liens entre agriculture et énergie à l'horizon 2030. Le but de l'exercice n'est pas de probabiliser ces scénarios pour privilégier l'un ou l'autre. La phase d'analyse qui suit consiste au contraire à prendre en compte la diversité des futurs anticipables pour en tirer des orientations stratégiques et des pistes d'action. Après les *avenirs probables*, les *politiques possibles*.

3.

ORIENTATIONS STRATÉGIQUES ET PISTES D'ACTION

3.1. Comparaison des scénarios

- Des économies d'énergie dans tous les scénarios
- Les consommations d'énergie indirecte :
de forts écarts entre scénarios
- Les énergies directes sont aussi un poste clef
- Les émissions de gaz à effet de serre par la « ferme France »

3.2. Pistes d'action

- Quatre objectifs généraux déclinés en objectifs opérationnels
- Stratégies d'action par scénarios
- Vers des stratégies « sans regret »

3.

ORIENTATIONS STRATÉGIQUES ET PISTES D'ACTION

L'analyse stratégique consiste d'abord à comparer les quatre scénarios, de manière quantitative et qualitative, en précisant les caractéristiques énergétiques et agronomiques de la « ferme France » pour chacun d'entre eux (section 3.1). Cet éclairage fournit des éléments sur les leviers d'action disponibles pour faire évoluer les consommations d'énergie et sur les objectifs prioritaires pour l'action publique (section 3.2).

3.1. COMPARAISON DES SCÉNARIOS

La comparaison qualitative et quantitative des bilans énergétiques de la « ferme France » dans chacun des scénarios vise à identifier les marges de progrès et les leviers d'action en matière de réduction de la dépendance de l'agriculture aux énergies fossiles et d'amélioration de la performance énergétique des exploitations. On constate d'emblée que le chiffrage des scénarios réalisé avec l'outil Climaterre conduit pour tous à une réduction des consommations d'énergie en 2030 (l'année de référence est 2006). Toutefois, ce résultat ne doit pas être considéré comme une prévision ou une projection car il repose sur les hypothèses formulées en entrée de l'outil.

Les bilans énergétiques diffèrent d'un scénario à l'autre principalement en fonction des apports en azote minéral, des consommations d'aliments concentrés importés et de la variation des cheptels et des assolements. Ces différences se traduisent aussi sur les volumes de production.

La comparaison des bilans énergétiques des scénarios précise ces aspects en les complétant d'une analyse qualitative, en particulier sur les effets externes sur l'environnement dans chaque scénario. Le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) de chaque scénario complète cette analyse.

Des économies d'énergie dans tous les scénarios

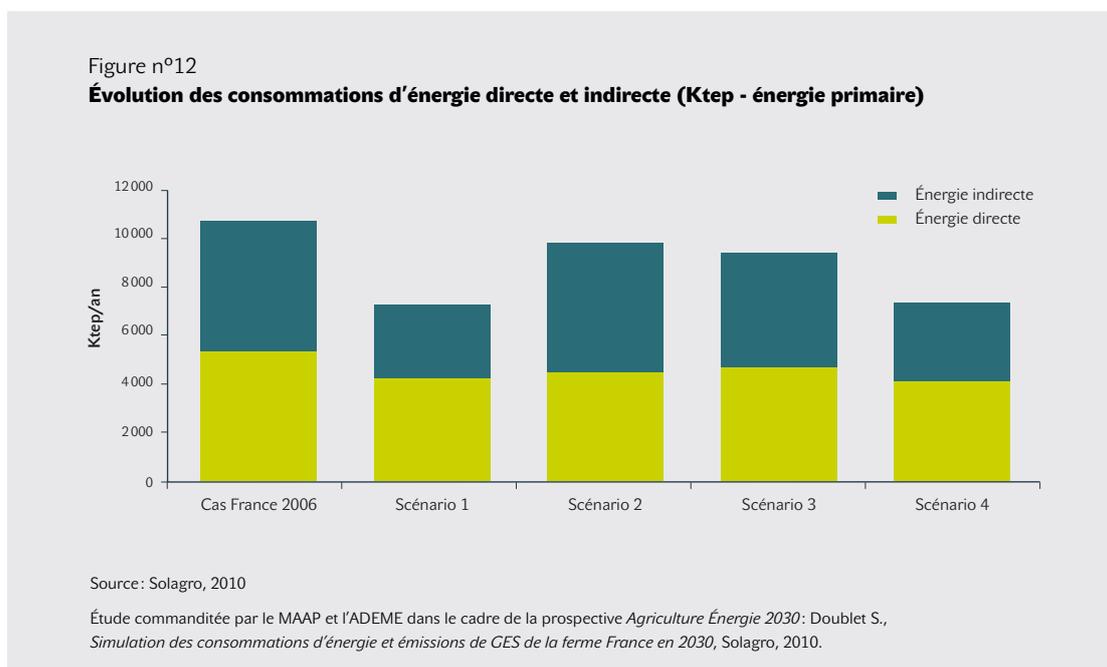
Chacun des scénarios conduit à des économies d'énergie par rapport à la consommation de la « ferme France » en 2006 (entre -8 % et -32 % d'énergie directe et indirecte consommée, voir figure 12). Ce résultat général montre qu'il existe des marges de progrès en agriculture dans différents contextes économique, politique et social au cours des vingt prochaines années.

Une part de ces baisses de consommation est tendancielle. Elle est due aux hypothèses de progrès technologique et d'amélioration de l'efficacité énergétique retenues dans tous les scénarios. Ces évolutions tendancielle sont supposées avoir lieu toutes choses égales par ailleurs et constituent donc des progrès *a minima* en matière d'efficacité énergétique.

Ces baisses tendancielle de la consommation d'énergie sont d'une part liées aux investissements déjà engagés en 2010 en matière de substitution des énergies fossiles et d'économie d'énergie. Les calculs reposent sur l'hypothèse que les investissements portent leurs fruits de manière continue jusqu'en 2030. Le paramétrage des scénarios suppose aussi la diffusion de nouvelles technologies liées aux politiques d'économies d'énergie existantes en 2010. Ainsi, les investissements prévus dans les serres (Plan serres énergie) et les bâtiments d'élevage permettent de diminuer les consommations d'énergie de 10%. Les agriculteurs ont également commencé à optimiser leurs équipements, notamment avec le passage au banc d'essai moteurs (BEM). Le meilleur réglage des tracteurs et l'évolution des moteurs permettent d'escompter une réduction de 10% des consommations de fioul à l'horizon 2030. Enfin, la baisse tendancielle est liée aux avancées technologiques dans la fabrication des intrants agricoles, qui permettent indirectement la diminution des consommations d'énergie de la « ferme France ». Par exemple, l'Union des industries de la fertilisation (UNIFA) estime que la consommation d'énergie fossile nécessaire pour la fabrication de l'azote minéral baissera de 10% entre 2010 et 2030. Cette tendance tient uniquement à l'amélioration de la performance énergétique de l'industrie des engrais minéraux. Elle est retenue dans l'ensemble des chiffreages.

Les consommations d'énergie indirecte : de forts écarts entre scénarios

Au-delà de ces baisses tendancielle, les bilans énergétiques de la « ferme France » diminuent fortement dans certains scénarios. Les principaux écarts portent sur les consommations d'énergie indirecte. Elles diminuent de moitié dans le scénario 1, alors qu'elles baissent de seulement 2% dans le scénario 2 (voir figure 13). La variation des



consommations d'azote minéral et de tourteaux importés pour l'alimentation animale explique en grande partie ce résultat.

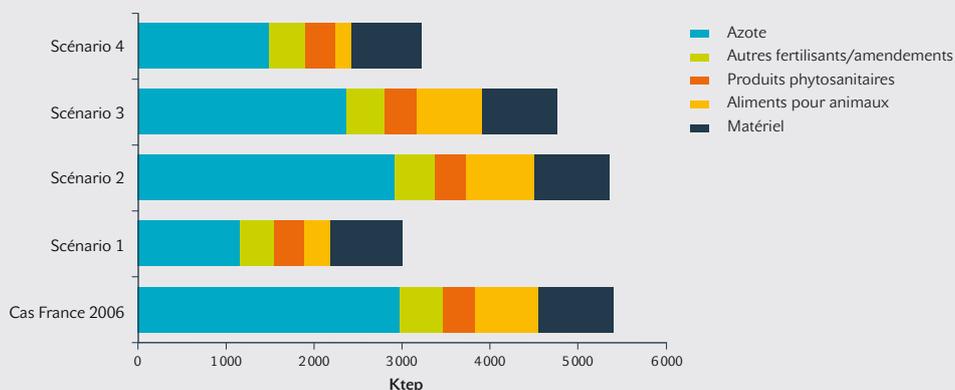
Dans les scénarios 1, 3 et 4, la « ferme France » réduit en effet ses consommations d'azote minéral (respectivement - 61 %, - 15 % et - 40 %, par rapport à 2006). Cette réduction des apports d'engrais induit une baisse des rendements et de la production dans le scénario 1, malgré l'augmentation des surfaces en protéagineux et la fertilisation organique qui compensent partiellement pour certaines cultures. La baisse des apports d'engrais azotés est en effet mal anticipée et correspond à des difficultés d'approvisionnement plutôt qu'à une réelle stratégie de modification des systèmes de production. Par conséquent, les rendements des cultures annuelles et les volumes de production diminuent nettement (37 Mt de matières sèches de céréales, oléagineux et protéagineux, contre 58 Mt MS en 2006, voir figure 14). Il faut toutefois souligner que les productions végétales de la « ferme France » permettent encore de couvrir l'ensemble des besoins nationaux pour l'alimentation humaine et animale dans ce scénario. Seules les capacités à l'export sont fortement réduites (voir figure 15).

Étant donné le bilan azoté nettement excédentaire de la « ferme France », des économies globales d'azote sont possibles sans affecter les volumes de production dans le scénario 3. La réduction de l'usage des produits phytosanitaires s'accompagne d'une baisse de 15 % de la fertilisation minérale. La mise au point de solutions agronomiques de substitution aux traitements phytosanitaires conduit en effet à une réduction des apports de fertilisants minéraux qui n'entraîne pas de baisse significative des rendements de blé⁷⁴. Ce résultat fournit des éléments de réflexion intéressants pour le développement d'une production « intégrée », visant le maintien des niveaux de production élevés tout en réduisant fortement les intrants.

Dans le scénario 4, une vraie stratégie est mise en œuvre, basée sur l'agronomie et l'intensification écologique. La méthanisation se développe très fortement (1 000 digesteurs installés par an) et la valorisation des digestats pour la fertilisation des cultures peut s'opérer à grande échelle. D'autre part, **le recours accru aux légumineuses fourragères et la forte augmentation des surfaces en protéagineux permettent de réduire les besoins en azote. Cela traduit les investissements engagés dans la recherche agronomique pour améliorer les rendements de ces cultures.** Enfin,

74. Dans ce scénario, l'augmentation des volumes de COP produits s'explique surtout par le doublement des surfaces en oléagineux.

Figure n°13
Évolution des consommations d'énergie indirecte de la « ferme France » (Ktep)



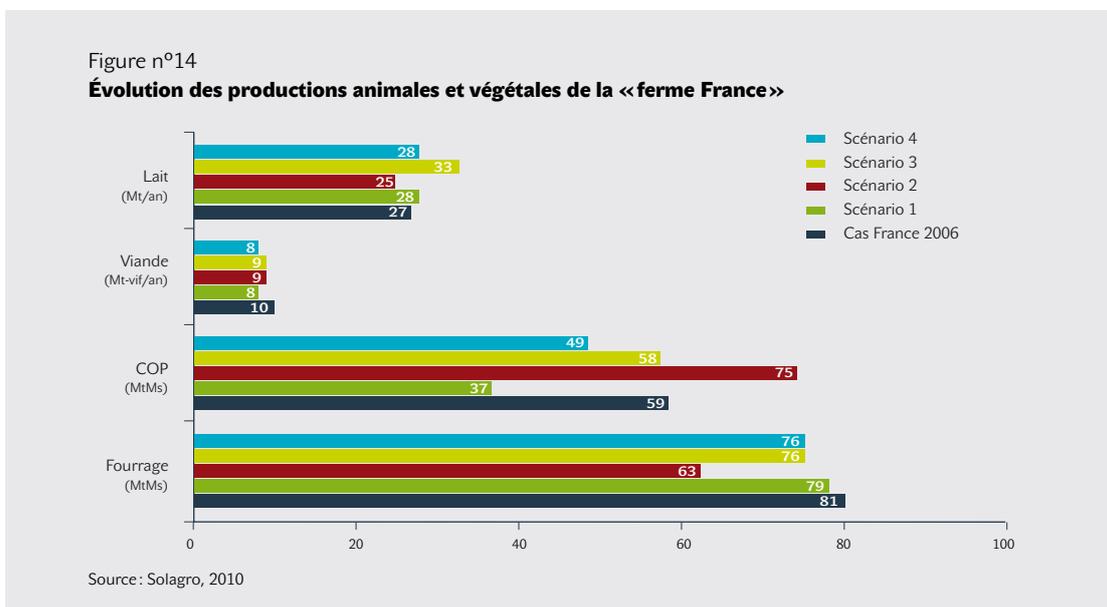
Source : Solagro, 2010

dans le scénario 4, la mise au point de variétés de céréales et oléagineux moins gourmandes en azote contribue à la réduction des apports. La combinaison de ces facteurs permet de stabiliser les rendements et de limiter la baisse des niveaux de production (49 Mt MS contre 58 Mt MS en 2006).

Le scénario 2, à l'inverse, décrit les comportements que pourraient adopter les agriculteurs en l'absence d'incitation politique à diminuer les consommations d'engrais minéraux. C'est le seul scénario dans lequel les apports d'engrais azotés augmentent légèrement par rapport à 2006, malgré la contrainte économique que constitue le prix élevé des engrais. L'amélioration de la performance énergétique dans la fabrication des engrais décrite plus haut entraîne toutefois une baisse globale de 2 % des consommations d'énergie. Dans ce scénario, la quantité d'azote minéral épandue augmente et la gestion des nitrates engendre des tensions concernant le respect des obligations réglementaires et la protection des ressources en eau. Dans ce scénario, la France augmente sa production de COP (75 Mt MS) et renforce sa vocation exportatrice pour les céréales (60 % des productions sont exportés).

Les consommations d'énergie de la « ferme France » varient également sur le poste de l'alimentation animale. Sur ce point, le scénario 4 est le plus économe. **Les importations de tourteaux de soja y sont en effet quasiment supprimées grâce à un fort développement des légumineuses et un recours accru à l'herbe.** Dans le scénario 1, les importations sont divisées par quatre par rapport à 2006. Dans ces deux cas, les élevages hors sol diminuent leur consommation et optent pour plus d'aliments produits sur l'exploitation ou à proximité. Pour les bovins, l'élevage à l'herbe se développe : les prairies temporaires occupent dans ces scénarios respectivement 18 % et 15 % de la SAU, contre 11 % en 2006. Les volumes de production animale sont maintenus, tandis que les exportations de COP diminuent. L'objectif d'autonomie accrue en protéine de la « ferme France » se traduit donc par une profonde évolution de la structure de sa balance commerciale.

À l'inverse, les importations de tourteaux augmentent de 4 % dans le scénario 2. Dans le même temps, le nombre d'animaux diminue, ce qui s'explique par une céréalisation accrue de la « ferme France » et une intensification de l'élevage. La part des prairies dans la sole nationale se réduit au profit des terres arables (oléagineux en particulier).



Les importations de tourteaux sont maintenues au même niveau qu'en 2006 dans le scénario 3.

Les énergies directes sont aussi un poste clef

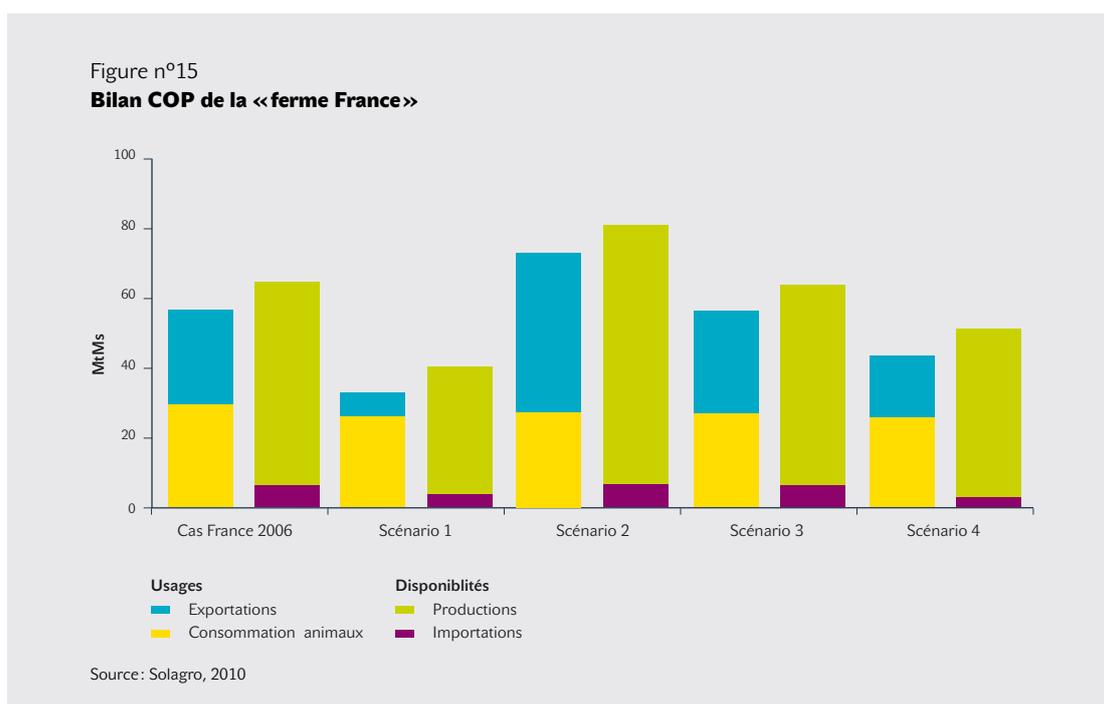
Les principaux écarts de consommation d'énergie directe concernent le poste « carburant pour les automoteurs ». Dans les scénarios 1 et 4, les agriculteurs réduisent fortement leurs consommations, respectivement d'un quart et d'un tiers. Deux facteurs expliquent ces économies.

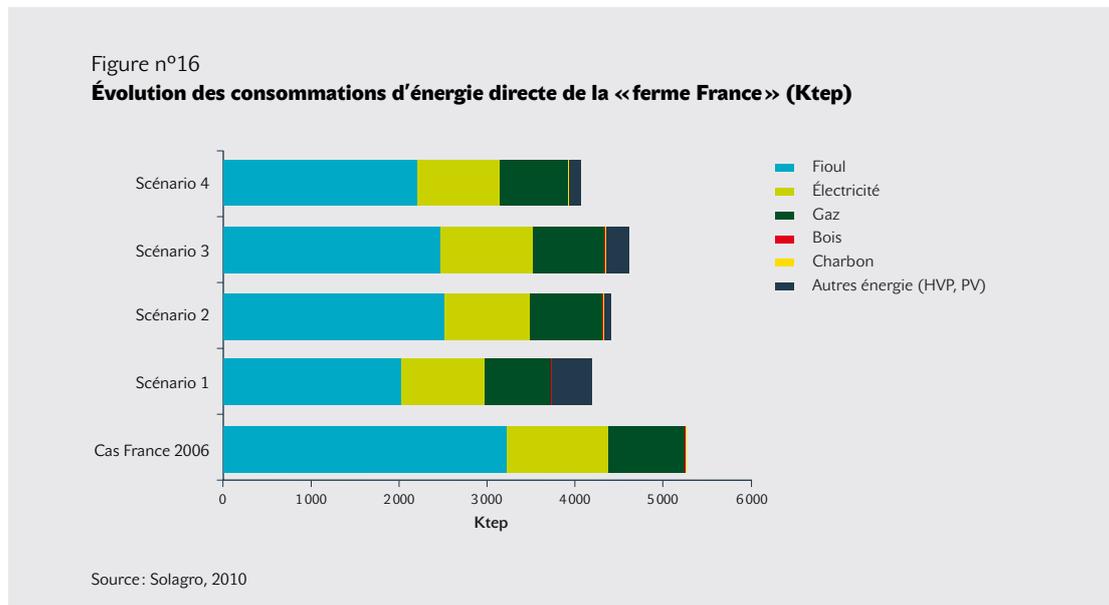
Premièrement, les consommations de fioul diminuent parce qu'elles sont partiellement remplacées par des énergies non fossiles. Dans le scénario 1, les huiles végétales pures se développent comme stratégie de substitution face au renchérissement, voire à la pénurie de carburants liquides. Elles représentent alors 30% de la consommation des tracteurs. Les agriculteurs utilisent aussi plus d'huiles végétales pures (HVP) dans les scénarios 2 et 3 en lien avec le développement des surfaces en oléagineux. Cependant, les économies de fioul réalisées sont moins importantes dans ces deux scénarios (- 12% et - 13% par rapport à 2006).

En second lieu, les réductions de consommation de fioul sont dues au développement du non labour. C'est particulièrement le cas dans le scénario 4 où, en plus du développement des HVP, la réduction des passages de tracteurs grâce à la généralisation du semis direct pour les grandes cultures (70% des surfaces en 2030) permet de réelles économies de carburants (voir encadré 2).

Les émissions de gaz à effet de serre par la «ferme France»

Dans les quatre scénarios, l'agriculture diminue ses émissions de GES par rapport à 2006. Rappelons que les trois principales sources d'émissions de GES par l'agriculture sont le méthane (CH₄) dû aux éructations des bovins et aux effluents d'élevages, le pro-





toxyde d'azote (N_2O) lié à l'épandage des engrais azotés et le dioxyde de carbone (CO_2) lié à la consommation de carburant.

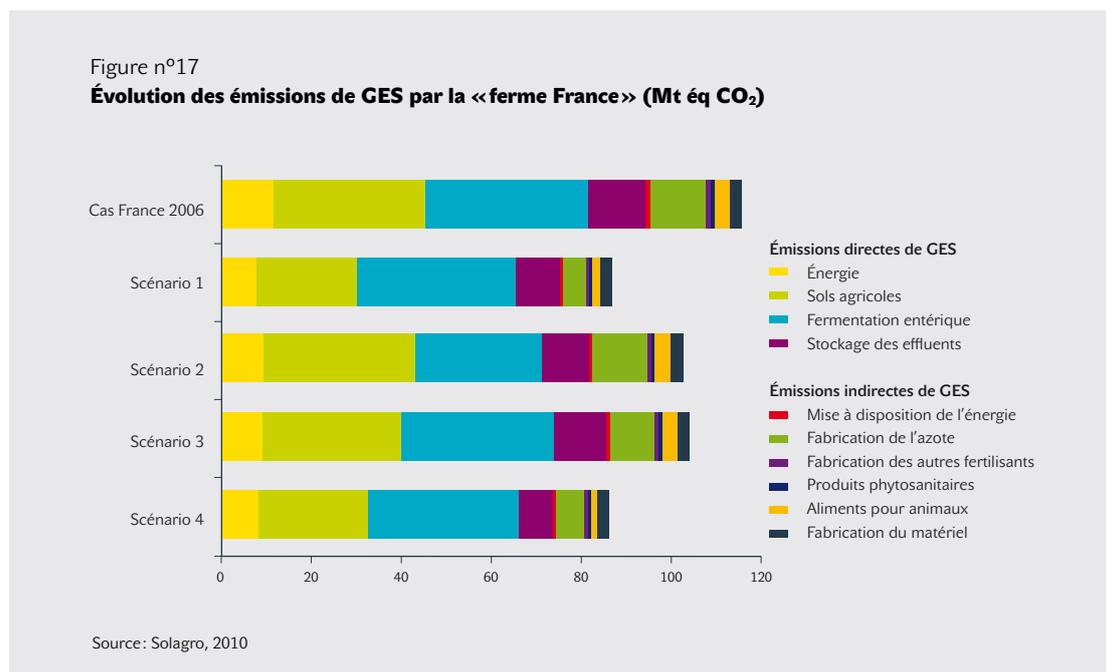
Comme pour les consommations d'énergie, les variations sont fortement contrastées selon les scénarios. Les émissions de GES diminuent d'un quart dans les scénarios 1 et 4. Dans ces deux scénarios, les agriculteurs épandent moins d'azote minéral, ce qui limite le lessivage et les émissions de N_2O . Par ailleurs, la mise en place de filières de méthanisation a l'avantage de réduire les émissions de CH_4 liées à la gestion des effluents. Enfin, la réduction des consommations et le remplacement des carburants fossiles par des huiles végétales pures réduisent les émissions de CO_2 . En revanche, dans les scénarios 2 et 3, la diminution des émissions (- 10%) tient essentiellement à la réduction du cheptel bovin laitier.

Les émissions de GES liées aux changements d'affectation des sols sont estimées dans chaque scénario. Les bilans climatiques⁷⁵ montrent que le retournement des prairies au profit des cultures de céréales et oléagineux, ainsi que la destruction des haies consécutive à l'agrandissement des parcelles entraînent dans le scénario 2 un déstockage de carbone qui annule la réduction des émissions. À l'inverse, l'augmentation des prairies et les plantations de haies génèrent dans le scénario 4 un stockage important qui complète les réductions d'émissions. Le scénario 4 est donc particulièrement vertueux en termes d'impact climatique.

En résumé, les quatre scénarios et les simulations correspondantes avec l'outil Climaterre montrent bien que l'enjeu énergétique en agriculture concerne tout autant les consommations d'énergie directe qu'indirecte. Ils indiquent aussi qu'en l'absence de mobilisation des acteurs concernés et de politiques publiques adaptées, la dépendance de la « ferme France » aux énergies fossiles reste forte, même si le progrès technologique permet d'améliorer les bilans énergétiques dans tous les scénarios.

Le paquet Énergie-climat prévoit en 2020 une réduction de 20% des consommations d'énergie fossile par rapport à 1990. Les résultats de cette étude montrent que, en tenant compte des énergies indirectes, l'agriculture française n'atteint cet objectif que dans les scénarios 1 et 4. Trois principaux enjeux agronomiques sont ainsi mis en avant. Il s'agit de la fertilisation minérale des cultures, des importations de concentrés pour

⁷⁵ Pour calculer le bilan GES (émissions-séquestration), on estime un ordre de grandeur pour la séquestration additionnelle en comparant les stocks de carbone dans les sols agricoles et les haies de l'année 2006 avec les stocks dans les quatre scénarios. Ces variations de stocks sont réparties sur 20 ans (2010 à 2030) pour pouvoir être comparées aux émissions annuelles. Il ne s'agit donc pas d'un calcul exact mais d'une estimation à considérer comme un ordre de grandeur.



l'alimentation animale (et donc de l'autonomie en protéines de la « ferme France ») et des consommations de carburant agricole. De plus, la méthanisation ressort comme une solution intéressante car elle permet de produire de l'énergie, de réduire les émissions de méthane et de fournir un co-produit substituable aux engrais azotés. ◆

3.2. PISTES D'ACTION

Dans une réflexion prospective comme celle engagée avec *Agriculture Énergie 2030*, la formulation de scénarios est certes importante mais elle n'est pas un objectif en soi. Ces scénarios ne sont que des images stylisées de l'avenir aidant à prendre conscience des difficultés et problèmes futurs ou, inversement, des opportunités à saisir. Pour éviter tel ou tel problème, ou bien pour favoriser l'avènement de telle ou telle situation souhaitable, il faut également raisonner de façon pleinement politique, au sens fort du terme, c'est-à-dire définir quelques objectifs prioritaires ainsi que les moyens à mobiliser pour les atteindre.

Pour cela, la démarche *Agriculture Énergie 2030* a comporté une phase d'analyse stratégique. Il s'agit d'un processus de réflexion qui, à travers l'étude de l'environnement et notamment des opportunités et des contraintes des acteurs, permet d'identifier les itinéraires faisant passer de la situation actuelle à une situation souhaitable. Cette analyse a été conduite du point de vue de l'action publique en général, et de l'action du MAAPRAT plus particulièrement.

Quatre objectifs généraux déclinés en objectifs opérationnels

La première étape de ce processus consiste à faire émerger les objectifs prioritaires pour l'action publique en matière d'agriculture et d'énergie entre 2010 et 2030. Cette étape a fait l'objet d'une discussion au sein du groupe sur la base des enseignements

tirés par chacun de la démarche et des scénarios. Quatre objectifs généraux ont ainsi été formulés. Ils expriment les enjeux et les choix à privilégier à moyen terme sur la question énergétique en agriculture, quel que soit le scénario d'évolution.

Les scénarios illustrent un futur énergétique incertain, marqué par la volatilité et le renchérissement probable des énergies fossiles, avec potentiellement des impacts négatifs forts sur l'agriculture. Face à cela, les systèmes de production agricole conventionnels, en particulier les itinéraires les plus intensifs, sont très vulnérables et aucun scénario n'envisage leur prolongation sans changements d'ici 2030.

> Un premier objectif général est donc de réduire la consommation d'énergies fossiles et d'améliorer l'efficacité énergétique des exploitations agricoles.

L'approvisionnement local et l'autonomie énergétique et alimentaire des territoires sont des éléments de réponse parmi d'autres à une contrainte énergétique forte. S'ils ne s'accompagnent pas d'innovations organisationnelles et logistiques, ces schémas de relocalisation ne seront pas énergétiquement performants. À l'inverse, lorsque ces conditions sont réunies, l'autonomie accrue des territoires agricoles peut constituer une stratégie « sans regrets » et entrer en synergie avec d'autres objectifs, par exemple en matière d'aménagement du territoire ou d'agro-environnement.

> Un second objectif général vise donc à réduire la consommation d'énergies fossiles et améliorer l'efficacité énergétique des territoires et des filières agricoles.

Tous les scénarios envisagent une contribution croissante de l'agriculture à la fourniture d'énergies renouvelables. Les modalités de ce développement et la durabilité de certaines filières restent cependant sujettes à débat. Les investissements et les innovations technologiques ou organisationnelles ne se feront pas dans de bonnes conditions sans appui technique, soutien financier et régulation publique.

> Un troisième objectif général est donc de faire de l'agriculture française un secteur moteur dans la production et la consommation d'énergies renouvelables et durables.

Le groupe *Agriculture Énergie 2030* a enfin souhaité formuler un objectif de moyens dédiés à l'accompagnement technique et à l'innovation pour souligner le caractère incontournable et l'intérêt stratégique de cette dimension pour les politiques publiques, quelles que soient les stratégies développées pour les autres objectifs.

> Un quatrième objectif général consiste donc à favoriser la recherche-développement et la diffusion de l'innovation sur les enjeux énergétiques en agriculture.

À la lumière de l'expertise rassemblée dans les fiches variables et en s'appuyant sur les leviers d'action mis en évidence par la démarche (notamment grâce aux chiffrages Climaterre), ces quatre objectifs généraux ont été déclinés en treize objectifs opérationnels pouvant faire l'objet de mesures concrètes. Il ne s'agit pas d'une analyse exhaustive des leviers d'action disponibles pour atteindre chaque objectif général mais d'une volonté du groupe de mettre en évidence les domaines d'action qui lui semblent prioritaires compte tenu de leur poids ou de la trop faible attention dont ils font l'objet.

Les quatre principaux postes du bilan énergétique de la « ferme France » (fioul, chauffage des bâtiments d'élevage, engrais azotés et alimentation animale) sont ainsi ciblés par les quatre premiers objectifs opérationnels. Pour le second objectif général portant sur les territoires et les filières, le choix a été de proposer des leviers d'action à chaque niveau, des producteurs (complémentarités territoriales) aux consommateurs (orientation de la demande) en passant par le stockage, la transformation et la distribution (réduction des gaspillages, optimisation de la logistique). L'objectif général sur les énergies renouvelables est décliné en distinguant le développement des biocarburants (première et deuxième générations), d'une part, et l'ensemble des autres

Encadré n°8

LES 4 OBJECTIFS GÉNÉRAUX ET LES 13 OBJECTIFS OPÉRATIONNELS

Réduire la consommation d'énergies fossiles et améliorer l'efficacité énergétique de l'exploitation agricole	Réduire la consommation d'énergies fossiles et améliorer l'efficacité énergétique des territoires et des filières agricoles	Faire de l'agriculture française un secteur moteur dans la production et la consommation d'énergies renouvelables et durables
Diminuer la dépendance à l'azote minéral	Réduire le gaspillage tout au long des filières	Assurer le développement de filières durables de biocarburants
Diminuer la dépendance aux importations pour l'alimentation animale	Favoriser les complémentarités et les échanges de proximité entre productions à l'échelle des territoires	
Réduire les consommations de fioul et de gaz des exploitations	Optimiser la logistique et favoriser le report modal pour les intrants et les produits agricoles	Développer la production et l'autoconsommation d'EnR par les exploitations (dont méthanisation)
Concevoir et promouvoir des bâtiments et équipements agricoles économes en énergie	Orienter la demande alimentaire vers des produits à moindre contenu énergétique fossile	
Favoriser la recherche-développement et la diffusion de l'innovation sur les enjeux énergétiques en agriculture		
Soutenir l'innovation en matière de performance énergétique et mettre en place un dispositif dynamique d'accompagnement		
Développer la R&D et la recherche agronomique sur les enjeux énergétiques en agriculture		
Former l'ensemble des acteurs agricoles aux enjeux énergétiques		

énergies renouvelables d'autre part (principalement méthanisation, solaire et éolien). L'un des objectifs opérationnels formulés met l'accent sur l'auto-consommation d'EnR (notamment les HVP) qui est très peu encouragée par les dispositifs actuels. Enfin, les changements techniques et organisationnels majeurs qu'implique la poursuite de ces objectifs ne pourront être réalisés sans un dispositif efficace, ambitieux et rénové de recherche-développement agricole ainsi qu'un accompagnement technique des agriculteurs. Trois objectifs opérationnels portent donc sur l'innovation, la R&D et la formation.

Les objectifs opérationnels ont ensuite fait l'objet d'une analyse détaillée à la lumière des scénarios afin de dégager les facteurs décidant d'une stratégie : forces et faiblesses de l'action publique d'un point de vue économique, technique, organisationnel et financier ; opportunités et contraintes émanant de l'environnement national ou international ; positionnement et capacité d'action des principaux acteurs concernés, etc. Une grille d'analyse Objectif-Ressources-Contraintes-Stratégie a ainsi été complétée pour chaque objectif opérationnel dans chacun des quatre scénarios. Les ressources et les contraintes sont appréhendées de manière très large et regroupent l'ensemble des éléments qui permettent ou empêchent d'atteindre l'objectif au cours des vingt prochaines années. En découle une stratégie constituée d'un ensemble d'actions à mettre en œuvre par scénario.

Les tableaux ainsi complétés constituent une large source d'informations et d'expertises sur les marges de manœuvre pour l'action publique, ainsi qu'un riche ensemble de stratégies pouvant être mises en œuvre. Ils sont donc présentés *in extenso* dans les pages qui suivent et font également l'objet de synthèses thématiques.

Stratégies d'action par scénarios

Les tableaux d'analyse stratégique peuvent faire l'objet d'une lecture horizontale, scénario par scénario. Dans des contextes économiques, politiques et techniques très différents, il s'agit ainsi de dégager les principaux obstacles auxquels l'action publique doit faire face et les moyens d'action dont elle dispose pour atteindre les objectifs généraux énoncés précédemment. Cette analyse montre qu'il existe des moyens d'action dans tous les scénarios, même ceux marqués par une contrainte énergétique faible ou une intervention publique limitée. Ces stratégies diffèrent cependant nettement selon les scénarios par leur ampleur et les leviers qu'elles actionnent.

Scénario 1 - Territorialisation et sobriété face à la crise

Le scénario 1 est marqué par une crise énergétique sévère et mal anticipée, qui réduit les marges de manœuvre des acteurs. La réaction tardive face à la crise et le sous-investissement dans les infrastructures et la recherche constituent des handicaps sévères pour l'action publique. Ce manque d'anticipation et les difficultés économiques décrédibilisent l'État et ouvrent à l'inverse de larges espaces politiques pour les acteurs locaux, en particulier les régions. On assiste donc dans l'urgence à un repli sur les échelons locaux et à la recherche de solutions passant principalement par une sobriété et une autonomie accrues. Il en résulte une décentralisation plus forte de la politique énergétique ainsi qu'une régionalisation des politiques agricoles. Si cela peut permettre une meilleure adaptation au contexte local, il ne faut pas minimiser le risque d'éclatement voire de contradictions de l'action publique.

Le prix élevé des énergies fossiles constitue dans ce scénario une pression forte pour la réduction des consommations et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Il rentabilise également le développement d'énergies alternatives. Cependant, la crise grève durablement les budgets publics et les trésoreries des exploitations, laissant de faibles capacités d'investissement publiques ou privées pour répondre aux besoins. La même

contrainte budgétaire s'applique aux ménages et ne leur permet sans doute pas de consacrer une part plus importante de leur budget à l'alimentation. Les changements de comportements de consommation (approvisionnement local et circuits courts, saisonnalité accrue des produits, réduction des gaspillages) peuvent desserrer tout ou partie de cette contrainte et méritent donc d'être encouragés.

Dans ce contexte, l'action publique peut également viser à accompagner et accélérer la diversification des productions à l'échelle de l'exploitation et des territoires. Cette diversité permet en effet une résilience accrue des exploitations dans un contexte incertain et difficile, et elle offre également la possibilité d'exploiter les complémentarités et les synergies entre productions. Le développement des protéagineux et de la méthanisation constitue de ce point de vue des leviers majeurs. La formation et le soutien à l'installation d'agriculteurs porteurs de projets alternatifs constituent également des leviers à mobiliser.

Les outils visant à inciter et aider les agriculteurs à produire tout ou partie des intrants dont ils ont besoin sont à mobiliser dans ce scénario. Un soutien technique et financier pourrait viser la production d'intrants sur l'exploitation afin d'en limiter le transport et le coût (fabrication d'aliments à la ferme, composts et fumures à partir de biomasse voire de déchets, etc.). Les soutiens aux énergies renouvelables pourraient être réorientés pour favoriser davantage leur auto-consommation (notamment les HVP) ou leur consommation locale (réseau de chaleur).

Face à un prix de l'énergie durablement élevé, la recherche de solutions techniques se heurte dans ce scénario à un moindre rendement de l'innovation technologique ou organisationnelle. Le besoin d'adaptation au contexte local réduit en effet les possibilités de diffusion des innovations à grande échelle ou la standardisation des préconisations. Cette contrainte est d'autant plus forte que le système actuel de recherche-développement et de conseil technique en agriculture reste assez centralisé et descendant, visant l'optimisation des systèmes de production existants plutôt que leur refonte. Les réseaux d'échanges de bonnes pratiques et de diffusion de l'innovation entre agriculteurs constituent un élément important dans ce scénario. L'action publique peut ici jouer un rôle de facilitateur et de catalyseur d'initiatives collectives : utilisation du matériel en commun, aide au développement de circuits locaux d'approvisionnement et de vente, unités de méthanisation partagées, etc.

Scénario 2 - Agriculture duale et réalisme énergétique

Dans le scénario 2, la dualité du monde agricole (« agriculture d'entreprise » vs « agriculture multifonctionnelle ») constitue une difficulté majeure pour l'action publique. Ce scénario est également marqué par une libéralisation accrue des échanges et une faible impulsion politique, laissant jouer à plein la logique économique. Ce contexte limite l'ampleur de l'action publique, d'autant qu'il s'ajoute à une faible sensibilité environnementale de l'opinion publique et à une contrainte énergétique et climatique modérée. Tous ces facteurs concourent à limiter l'évolution des systèmes de production et des modèles techniques pour l'agriculture d'entreprise.

Pour les exploitations spécialisées, en l'absence de soutiens publics, les leviers à mobiliser sont plutôt d'ordre réglementaire (par exemple BCAE visant les engrais ou préservation des ressources en eau). Ils peuvent être complétés par des investissements publics en matière d'énergie et d'infrastructures : grosses unités de méthanisation collective avec injection du biogaz dans le réseau, développement du fret ferroviaire, etc.

La forte volatilité des prix de l'énergie et des prix agricoles entraîne cependant un manque de visibilité qui rend les investissements difficiles. Les efforts soutenus de recherche-développement consentis en matière de technologies vertes, d'énergies

renouvelables, de biotechnologies et de biocarburants risquent de ne pas se concrétiser par des développements industriels. Il s'agit donc d'un point de vigilance considérable pour l'État qui peut être amené à pallier un sous-investissement industriel.

Le haut niveau de technicité des agriculteurs spécialisés et leur recherche de productivité dans un contexte de réduction forte des soutiens publics constituent une ressource importante. L'action publique peut dès lors insister sur l'intérêt économique des investissements dans l'efficacité énergétique, la production d'EnR ou l'optimisation technique des systèmes de production. Ces exploitations sont en outre intégrées dans des filières industrielles très structurées avec un réel poids de l'aval, ce qui peut faciliter l'émergence de projets ambitieux de recherche-développement (biotechnologies, biocarburants de deuxième génération).

Le développement des biocarburants reste très soutenu dans ce scénario mais les aides ont été resserrées sur les filières les plus compétitives et assorties de critères de durabilité exigeants. Cet essor des biocarburants contribue à réduire le prix des co-produits à destination de l'alimentation animale. L'enjeu est de faire émerger les filières de valorisation de ces co-produits.

L'agriculture multifonctionnelle, à l'inverse, bénéficie de la rémunération des services environnementaux qu'elle rend et se rapproche ainsi des acteurs publics locaux. Ces exploitations mettent en œuvre des stratégies d'autonomie accrue proches de celles du scénario 1 et qui appellent le même type d'accompagnement. L'essor de l'agriculture biologique, le maintien du pastoralisme ou le développement de systèmes de polyculture-élevage constituent autant d'évolutions que l'action publique peut soutenir et appuyer.

Le ciblage des aides sur les exploitations multifonctionnelles dégage des moyens pour un accompagnement vers une plus grande autonomie énergétique et un plus faible impact environnemental. Le développement des légumineuses, le diagnostic énergétique, la réduction des intrants pourraient constituer les principales cibles de cette action. Le contexte marqué par une volatilité des prix de l'énergie et des prix agricoles rend attractif ce type de stratégie qui améliore l'autonomie et la résilience des exploitations.

Scénario 3 – Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte

Dans le scénario 3, le prix modéré de l'énergie, le peu d'ambition des politiques climatiques et une faible sensibilité environnementale constituent les principaux freins à une évolution des systèmes de production existants. En revanche, la production agricole est soumise à une forte exigence de réduction de l'usage des pesticides de la part des consommateurs et de l'aval. Ce sujet constitue donc à la fois une exigence de résultat et un levier sur lequel s'appuyer pour l'action publique.

Le poids de l'aval (IAA et distribution) sur le pilotage des exploitations dans ce scénario constitue une ressource dans la mesure où il permet un accompagnement technique et économique des agriculteurs renforcé. Il offre également un point d'appui pour des actions ambitieuses en matière de réduction des gaspillages, en soulignant l'intérêt économique pour les acteurs concernés. Mais ce poids de l'aval conduit à une perte d'autonomie des exploitants qui peut engendrer des réticences et des conflits.

Le mouvement de spécialisation et de concentration des exploitations qui s'opère est lui aussi à double tranchant. S'il peut permettre un meilleur contrôle des pollutions ou un renouvellement plus rapide des bâtiments d'élevage, améliorant leur performance énergétique, il favorise la reproduction des systèmes existants plutôt que leur refonte et peut freiner la mobilisation de complémentarités entre productions sur les exploitations ou les territoires.

La convergence entre l'objectif de réduction des pesticides et d'autres objectifs environnementaux ou énergétiques n'est pas acquise. Des contradictions peuvent même apparaître, par exemple avec un recours accru au désherbage mécanique. Un pilotage stratégique de l'action publique, mobilisant accompagnement technique, aides ciblées et leviers réglementaires, est indispensable afin d'assurer une synthèse entre les différents objectifs. Sous réserve d'une telle stratégie, la réduction de l'usage des pesticides peut constituer l'élément déclencheur de profonds changements des pratiques agricoles et constituer un enjeu mobilisateur, complémentaire d'autres objectifs agro-environnementaux : préservation de la biodiversité, qualité des eaux, réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'augmentation de la redevance nitrates, justifiée par la nécessité de réduire la pollution des eaux, ou le renforcement de la certification haute valeur environnementale (HVE) autour d'un critère synthétique de moindre dépendance aux intrants, constituent des leviers pour agir en ce sens.

Compte tenu du poids politique croissant des métropoles dans ce scénario, l'agriculture périurbaine a un rôle majeur à jouer en démontrant sa capacité non seulement à alimenter la ville par ses productions de proximité, mais aussi à contribuer à la prévention des risques naturels, à réduire la pollution des eaux, à recycler les déchets organiques, à entretenir les paysages, à fournir des espaces de loisirs et à créer des emplois. Des soutiens spécifiques à l'agriculture de proximité, en particulier biologique, pourraient permettre de passer d'un rapport de mitoyenneté à une véritable participation de l'agriculture à la ville. Ce développement de l'agriculture péri-urbaine permet également de rapprocher les lieux de production et de consommation.

En matière d'élevage, l'objectif pourrait être de relocaliser les sources de protéines pour l'alimentation animale grâce à la mobilisation des co-produits des biocarburants et la valorisation de la mention « Nourri sans OGM ». Par ailleurs, accroître la part d'herbe dans les rations animales et y intégrer certaines huiles permettrait d'améliorer la qualité nutritionnelle de la viande et du lait, tout en contribuant à l'amélioration du bilan énergétique. Le développement de la méthanisation est également une piste intéressante dans ce scénario, par exemple sous la forme de grosses unités collectives exploitant tous les gisements de biomasse (effluents, forêt, déchets).

Un dernier levier mobilisable consiste à réorienter la recherche agronomique et l'accompagnement technique vers des systèmes de production à bas niveau d'intrants. L'objectif serait ainsi d'engager une transition vers des variétés et des itinéraires techniques utilisant non seulement moins de produits phytosanitaires mais également moins dépendants d'autres intrants à fort contenu énergétique (azote minéral, fioul).

Scénario 4 – Agriculture écologique et maîtrise énergétique

La principale ressource pour l'action dans le scénario 4 est bien évidemment le haut niveau de consensus politique et sociétal sur des objectifs énergétiques et environnementaux ambitieux. Cette dynamique collective de verdissement de l'économie ne va pas cependant sans tensions et conflits, de par ses effets redistributifs ou les impacts économiques de certaines mesures.

Dans le domaine agricole, la réorientation environnementale de la PAC et la mise en œuvre d'une taxation des émissions de GES constituent les deux plus puissants leviers pour la modernisation écologique des systèmes de production. Il en résulte une réduction significative des intrants à fort contenu énergétique (azote, fioul, importations d'aliments pour animaux) favorisant l'innovation et les solutions alternatives (développement des protéagineux, élevage à l'herbe, mobilisation des sources de fertilisants organiques, entrée massive des agriculteurs dans le dispositif HVE). Ces évolutions sont cependant freinées par les représentations et les partis pris au sein d'une partie de la

profession agricole, ainsi que par un système de recherche-développement et de conseil technique initialement organisé de manière centralisée et descendante, focalisé plutôt sur l'optimisation des systèmes de production existants. Une politique foncière et d'installation dynamique serait particulièrement adaptée dans ce contexte pour favoriser les agriculteurs porteurs de projets alternatifs ou innovants.

Pour les productions végétales, l'enjeu est de favoriser l'émergence rapide et la diffusion de systèmes de culture durables, par exemple basés sur le semis direct et l'utilisation de variétés et d'itinéraires techniques nécessitant moins d'azote, et redonnant toute sa place au raisonnement agronomique (rotations, choix des cultures, lutte intégrée, etc.). En matière d'élevage, un plan ambitieux de rénovation thermique des bâtiments avec obligation de travaux et l'incitation à produire les aliments pour animaux sur la ferme constituent des pistes prometteuses.

Une difficulté pour l'action publique peut cependant découler d'une éventuelle concurrence entre différents objectifs environnementaux, conduisant à une grande inefficacité. Des prescriptions difficilement compatibles, voire contradictoires, peuvent apparaître en l'absence d'un pilotage intégré et d'une mise en cohérence des politiques environnementales et climatiques. Compte tenu de la complexité des problèmes et du niveau d'ambition élevé, un tel pilotage stratégique constitue un des enjeux majeurs dans ce scénario.

Un autre levier indispensable à mobiliser est l'évolution des comportements de consommation vers plus de saisonnalité, une plus grande attention à la qualité et à l'origine des produits alimentaires et une propension à payer plus cher pour une alimentation durable. De telles évolutions sont difficiles à amorcer et à soutenir car elles peuvent se heurter à des barrières psychologiques, sociales et économiques fortes. Il s'agit donc là d'un objectif qui devrait être prioritaire pour l'action publique et mobiliser un large éventail de mesures : éducation, sensibilisation, étiquetage, information, taxation, etc. Les faibles surfaces disponibles et les fortes exigences environnementales et climatiques qui disqualifient certaines filières conduisent dans ce scénario à un développement réduit des biocarburants de première génération. Cela oblige à mobiliser d'autres leviers de réduction de l'empreinte carbone due au transport des produits alimentaires. L'optimisation de la logistique et le report modal constituent un défi majeur dans ce scénario, qui nécessite notamment d'améliorer la compétitivité et l'organisation du fret ferroviaire et fluvial.

En termes de production d'énergies renouvelables, les objectifs et dispositifs de soutien ambitieux constituent une ressource notable mais des contraintes environnementales et paysagères sont également prégnantes. Cela appelle sans doute à rationaliser les aides publiques et à les conditionner à des critères environnementaux exigeants. La méthanisation pourrait être fortement soutenue sous la forme de larges installations avec injection dans le réseau, ce qui permettrait en aval le développement de filières de valorisation des digestats et l'essor du gaz carburant.

Vers des stratégies « sans regret »

Dans un deuxième temps, les tableaux d'analyse stratégique peuvent faire l'objet d'une lecture verticale. Il s'agit alors de s'extraire des quatre scénarios et de regarder, pour chaque objectif général, les contraintes qui s'appliquent et les ressources mobilisables quel que soit le scénario. Cela permet de dégager pour chaque objectif général des leviers d'action transversaux. Il est ainsi possible d'esquisser des stratégies « sans regret », c'est-à-dire des orientations et des pistes d'action valables quelle que soit l'évolution future de l'agriculture et du contexte énergétique. ◆

OBJECTIF GÉNÉRAL :

« RÉDUIRE LA DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES DES EXPLOITATIONS »

L'alimentation animale est l'un des postes majeurs du bilan énergétique d'une exploitation d'élevage. L'enjeu identifié dans tous les scénarios est de favoriser la réduction du transport de ces intrants par une auto-production ou un approvisionnement local et de privilégier les sources de protéines les plus faiblement consommatrices d'intrants pour leur production. L'herbe constitue de ce point de vue l'aliment par excellence pour les ruminants. L'accompagnement technique peut permettre d'aider les agriculteurs à accroître la part d'herbe dans leur système et à introduire des légumineuses dans les prairies. Un soutien spécifique à l'élevage herbager et au pastoralisme pourrait être accordé. Ces modes de production sont en effet fortement autonomes et fournissent en outre de nombreuses aménités.

Le soutien à l'agriculture biologique est un élément des stratégies d'action dans tous les scénarios. Ces systèmes utilisent très peu d'intrants, ce qui améliore significativement les bilans énergétiques et les émissions de GES par hectare. En revanche, les rendements étant nettement inférieurs, le bilan est plus mitigé lorsqu'il est rapporté à la tonne produite. **L'essor de l'agriculture biologique devrait donc s'accompagner de recherche agronomique, pour augmenter les rendements, et d'actions pour réduire les consommations d'énergie directe (fioul, électricité).**

Compte tenu de son impact sur le bilan énergétique des exploitations mais aussi sur les émissions de GES et la pollution des eaux, la fertilisation constitue un élément central pour la durabilité de l'agriculture. La production d'une tonne d'engrais azoté consomme en effet de 1 à 1,9 tep et son épandage conduit à l'émission d'environ 14 teq CO₂⁷⁶. La généralisation de systèmes de culture économes en intrants devrait constituer une priorité. Ces systèmes permettent en effet de préserver les marges et d'améliorer la résilience des exploitations tout en réduisant leur dépendance énergétique et leur impact environnemental. Les leviers techniques sont connus et bien maîtrisés : mise en place de rotations longues et d'un assolement diversifié, recours accru aux légumineuses, limitation des apports d'azote et de produits phytosanitaires, couverture maximale

du sol, aménagements pour la biodiversité (haies, bandes enherbées, bosquets, etc.). Leur généralisation nécessite un effort soutenu de sensibilisation et de formation des agriculteurs ainsi qu'une mise en réseau permettant l'échange d'expériences.

Ces systèmes de culture sont en rupture avec les principes et les tendances qui ont prévalu depuis une trentaine d'années dans la gestion des exploitations (recherche du rendement maximum, simplification des itinéraires techniques, forte dépendance aux intrants, etc.). L'ampleur du changement appelle donc sans doute la mobilisation d'outils réglementaires ou économiques forts, qui sont envisagés dans tous les scénarios, sous la forme de contraintes réglementaires sur la fertilisation (BCAE par exemple) ou d'un signal prix sur l'azote (redevance ou taxe).

Le matériel agricole constitue un gisement d'économies important et assez facilement mobilisable. Le réglage et l'entretien des tracteurs, le renouvellement des engins les plus anciens au profit de matériel plus performant et surtout la réduction de la puissance pour l'adapter aux travaux à réaliser sont des pistes à privilégier. Les incitations au surinvestissement devraient être corrigées au profit d'un soutien aux économies d'énergies, quel que soit le scénario, en particulier en privilégiant une utilisation en commun du matériel.

Les investissements pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments agricoles constituent un autre levier mobilisé dans tous les scénarios. L'aménagement des bâtiments et leur bonne isolation, l'installation de récupérateurs de chaleur ou de chaudières biomasse, l'optimisation de l'éclairage sont des pistes bien connues qui nécessiteraient d'être mises en œuvre à grande échelle. Pour cela un soutien financier sous forme de subvention ou de prêt bonifié semble indispensable. Ce soutien pourrait venir à l'appui d'une obligation de travaux pour mise aux normes thermiques dans un dispositif d'ensemble s'inspirant du Programme de maîtrise de la pollution d'origine agricole (PMPOA).

76. ADEME-CIVAM, *Pourquoi/comment économiser l'énergie à la ferme*, 2006.

Objectif opérationnel : « Diminuer la dépendance à l'azote minéral »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Augmentation forte du prix du pétrole, voire rupture d'approvisionnement en engrais</p> <p>Extensification et diversification des productions dans les exploitations et les territoires</p> <p>Optimisation des échanges de fertilisants entre exploitations à l'échelle des territoires</p> <p>Méthanisation et épandage des digestats</p> <p>Capacité des régions à promouvoir et subventionner les légumineuses</p>	<p>Subventions des régions aux carburants fossiles pour maintenir l'activité sur leur territoire</p> <p>Finances publiques dégradées limitant l'intervention en faveur des légumineuses et la méthanisation</p> <p>Sortir de la dépendance est très difficile pour certaines exploitations (investissements lourds, manque de connaissances sur les techniques alternatives)</p>	<p>Politique de formation-développement pour renforcer la technicité des producteurs</p> <p>Appui à l'animation et l'organisation de circuits d'échanges intra-régionaux</p> <p>Subventions pour équipements collectifs de collecte et bourse d'échange des effluents (quotas régionaux d'épandage)</p> <p>Utiliser des variétés et des systèmes de culture nécessitant moins d'azote, en particulier par un recours accru aux légumineuses</p> <p>Encouragement à l'agriculture biologique</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Prix de l'énergie et des intrants élevés</p> <p>Optimisation technique et économique de la fonction de coût dans les exploitations intensives (fractionnement des apports, agriculture de précision)</p> <p>Exploitations multifonctionnelles : essor de l'AB, de systèmes de polyculture élevage et de rotations incluant des légumineuses</p> <p>Rémunération des services environnementaux (protection des zones de captage)</p>	<p>Intensification des systèmes déjà intensifs</p> <p>Essor des OGM pour les biocarburants, associés à une demande d'engrais élevée</p> <p>Réduction des soutiens pour les exploitations spécialisées</p> <p>Schéma technique dominant non remis en cause</p>	<p>Encourager les innovations en matière d'additifs et d'adjuvants pour améliorer l'efficacité des engrais</p> <p>Mise en place de BCAE visant les engrais (bilans azotés obligatoires)</p> <p>Soutien aux exploitations multifonctionnelles : fertilisation organique encouragée, soutiens à l'agriculture biologique, soutien aux légumineuses, etc.</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Forte demande en faveur de l'agriculture biologique et développement de la production intégrée</p> <p>Ajustement des doses et fractionnement des apports en intrants</p>	<p>Pas de demande des consommateurs pour une réduction de l'azote minéral</p> <p>Monde agricole déstabilisé et peu structuré, peu en mesure de forts changements d'orientation technique</p>	<p>Encourager les innovations en matière d'additifs et d'adjuvants pour améliorer l'efficacité des engrais</p> <p>Utiliser la demande santé des consommateurs pour, indirectement, baisser l'azote avec les autres intrants</p> <p>Soutien fort à la conversion vers l'agriculture biologique</p> <p>Renforcer la certification HVE autour d'un critère synthétique de « dépendance moindre aux intrants » (valeur des intrants / valeur du chiffre d'affaires)</p> <p>Augmentation de la redevance nitrates justifiée par la pollution de l'eau</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Des schémas techniques renouvelés et favorables à une diminution de l'utilisation de l'azote (légumineuses, variétés moins gourmandes en azote, valorisation de l'azote organique, polyculture élevage, échanges de boues, déchets verts, effluents, etc.)</p> <p>Taxation élevée des énergies fossiles</p> <p>Politique agro-environnementale forte</p>	<p>Prix du pétrole et du gaz faibles hors fiscalité</p> <p>Rendements plus faibles des légumineuses freinant leur adoption</p> <p>Le pouvoir d'achat des consommateurs pourrait être limitant si les produits issus de l'agriculture écologiquement intensive s'avèrent plus chers</p>	<p>R&D pour de nouvelles variétés et de nouveaux systèmes de culture réclamant moins d'azote</p> <p>Taxation des engrais minéraux (taxe carbone sur gaz naturels et/ou augmentation de la redevance nitrates)</p> <p>Soutien aux systèmes polycultures/élevage dans les zones intermédiaires, notamment par mise au point de références technico-économiques</p> <p>Créer des bourses de l'engrais organique : création de quotas individuels d'épandage échangeables</p> <p>Promouvoir la méthanisation et l'épandage des digestats dans les zones de plaines et intermédiaires</p> <p>Soutien à l'agriculture biologique, notamment au niveau de la consommation</p>

Objectif opérationnel : « Diminuer la dépendance aux importations pour l'alimentation animale »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Mesures protectionnistes réduisant les importations de tourteaux de soja en Europe</p> <p>Prix de l'énergie élevé et relance des protéagineux</p> <p>Des politiques agricoles régionales plus adaptées aux contextes économique et agronomique locaux</p> <p>Diminution du cheptel bovin lait et porcin</p>	<p>Peu de moyens des pouvoirs publics pour l'appui technique et financier</p> <p>Développement des biocarburants insuffisant pour appuyer une filière d'alimentation animale basée sur l'utilisation des co-produits</p>	<p>Développement au niveau régional d'essais protéagineux adaptés au contexte régional et transmission des résultats aux producteurs par les structures de conseil</p> <p>Aides au développement de filières locales de transformation des protéines végétales (déshydratation à partir de chaleur fatale, trituration) et de fabrication d'aliments pour animaux à la ferme</p> <p>Poser des contraintes réglementaires favorisant la diversité de l'assolement, définies au niveau régional (par exemple BCAE)</p> <p>Privilégier l'élevage à l'herbe et les modes de production extensifs</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Développement des biocarburants et utilisation des co-produits pour l'alimentation animale</p> <p>Rémunération des biens publics dans les exploitations de polyculture-élevage peu intensives</p> <p>Forte diminution du cheptel bovin</p>	<p>Spécialisation de certaines zones dans des systèmes de grandes cultures ou d'élevage intensif</p> <p>Libéralisation accrue des échanges (faible prix des concentrés importés)</p> <p>Présence de grandes exploitations qui suivent davantage les signaux des marchés et sont peu sensibles aux incitations des pouvoirs publics</p>	<p>Favoriser l'essor des biocarburants pour baisser les coûts des co-produits destinés à l'alimentation animale</p> <p>Aides à la recherche publique pour le développement de nouvelles variétés de protéagineux avec une forte rentabilité</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Refus des OGM par les consommateurs</p> <p>Développement des biocarburants et utilisation des coproduits pour l'alimentation animale</p> <p>L'impératif de réduction des pesticides rend nécessaire le développement de techniques agronomiques sollicitant les rotations, d'où un développement des protéagineux</p> <p>Utilisation de l'image positive (« bon pour la santé ») par les IAA et la grande distribution des élevages à l'herbe et des élevages sans aliments OGM</p>	<p>Tendance à la réduction des prairies naturelles (déprise en zone de montagne) et concentration de l'élevage</p> <p>Prix de l'énergie relativement faible, qui n'incite pas les agriculteurs à réduire leurs apports en azote minéral</p> <p>Baisse des dépenses publiques consacrées à la recherche agronomique et au développement agricole</p>	<p>Mise en place d'incitations à la production à l'herbe en zone de montagne / promotion de la viande issue de ces élevages</p> <p>Sensibiliser les producteurs / éleveurs à l'intérêt de produire et/ou d'utiliser des protéagineux sans OGM (image moins négative auprès des consommateurs)</p> <p>Apporter une incitation financière à la signature d'un contrat liant un producteur de protéagineux et un éleveur</p> <p>Mise en place de barrières non tarifaires aux frontières, bloquant les importations de produits OGM ou à résidus en pesticides</p> <p>Sensibilisation des consommateurs par le biais de la traçabilité des produits (image de « produits sains ») et aide alimentaire pour les populations défavorisées pour leur permettre d'avoir accès aux produits européens plus chers</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Véritable prise de conscience des consommateurs de l'importance de l'impact environnemental, d'où un consentement à payer plus cher l'alimentation</p> <p>Organisation des filières de production cherchant l'« éco-certification », et s'approvisionnant localement</p> <p>Essor des protéagineux et de l'élevage à l'herbe</p>	<p>Importations de concentrés pour l'alimentation animale peu impactées par la taxe carbone</p>	<p>Mise en place des programmes de recherche agronomique et renouveau de l'accompagnement technique en faveur de l'autonomie, centré sur les exploitations d'élevage les plus intensives</p> <p>Politique environnementale plus stricte sur la concentration géographique des élevages</p> <p>Distribution des soutiens de la PAC en fonction du degré d'autonomie des exploitations</p> <p>Aide aux filières pour le développement de labels environnementaux, basés entre autres sur l'approvisionnement local</p> <p>Favoriser les échanges entre exploitations spécialisées (des expl. céréalières vers les expl. d'élevage) par le biais d'incitations financières</p>

Objectif opérationnel : « Réduire les consommations de fioul et de gaz des exploitations »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Implication et soutien des régions en matière d'agriculture et d'énergie</p> <p>50 % des surfaces de grandes cultures en non labour en 2009</p> <p>Prix élevé des énergies fossiles</p>	<p>Manque d'anticipation, action publique en réaction et dans l'urgence</p> <p>Patchwork de politiques agricoles selon les dynamiques régionales</p> <p>Faible capacité d'investissements de la part des agriculteurs</p> <p>Forte contrainte énergétique (prix)</p> <p>Fiscalité très faible sur le carburant agricole</p>	<p>Sensibilisation et incitation à l'utilisation de matériel en commun</p> <p>Formation aux techniques de semis direct</p> <p>Mettre en place des incitations économiques à l'autoconsommation d'EnR (HVP et biogaz, solaire, petit éolien)</p> <p>Soutenir (prêt bonifié ou subvention) les investissements dans les économies d'énergies et l'isolation des bâtiments</p> <p>Développer des stratégies d'adaptation pour les élevages à l'herbe (collecte et stockage du foin)</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Haut niveau de technicité pour les exploitations spécialisées</p> <p>Maintien des aides du 2^e pilier de la PAC</p> <p>Développement modéré des énergies renouvelables</p>	<p>Forte volatilité des prix agricoles et de l'énergie : manque de visibilité pour investir</p> <p>Faible capacité à investir pour les exploitations multi-fonctionnelles</p> <p>Fiscalité très faible sur le carburant agricole</p>	<p>Pas de soutien public pour les exploitations spécialisées qui prennent en charge leur optimisation énergétique (conseil, investissements)</p> <p>Soutien aux investissements collectifs (machinisme) pour les exploitations multifonctionnelles</p> <p>Développer des dispositifs d'accompagnement (diagnostics, conseil technique, etc) pour les exploitations multifonctionnelles</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>50 % des surfaces de grandes cultures en non labour en 2009</p> <p>Offre de conseil et d'accompagnement renforcée et diversifiée pour les filières</p> <p>Agrandissement et concentration des exploitations</p> <p>Développement modéré des énergies renouvelables</p>	<p>Baisse des aides de la PAC</p> <p>Absence de convergence entre objectifs de réduction des pesticides et réduction des consommations de fioul</p> <p>Augmentation des élevages de granivores hors sol</p> <p>Fiscalité très faible sur le carburant agricole</p>	<p>Formation et incitation à l'optimisation du matériel et son utilisation (raisonnement des passages, innovation sur les moteurs), par exemple en assujettissant le remboursement de la TIC « fioul carburant » à un passage au banc d'essai moteur depuis moins de 2 ans</p> <p>Substituer de l'électricité au fioul pour le chauffage des bâtiments (par exemple en agissant sur les tarifs ou les normes thermiques)</p> <p>Soutenir la méthanisation agricole (favorisée par le regroupement des exploitations agricoles) et des déchets verts</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>50 % des surfaces de grandes cultures en non labour en 2009</p> <p>Consensus sur la nécessité de réduire les consommations d'énergie</p> <p>Niveau de taxation élevé des énergies fossiles</p> <p>Fort développement des énergies renouvelables</p>	<p>Nécessité de mettre en cohérence la réduction des consommations d'énergies avec d'autres objectifs environnementaux</p> <p>Fiscalité agricole encourageant l'augmentation de puissance du parc de machines</p>	<p>Concevoir et généraliser des systèmes de culture durables basés sur le semis direct</p> <p>Soutien à l'innovation et aides à l'investissement pour du matériel agricole utilisant de nouvelles énergies (HVP, biogaz, électricité, hydrogène)</p> <p>Aides pour la rénovation thermique des bâtiments d'élevage et soutien à la conception de bâtiments agricoles à haute performance énergétique</p> <p>Soutenir le développement de la méthanisation à la ferme (aides et appui technique)</p>

Objectif opérationnel : « Concevoir et promouvoir des bâtiments et équipements agricoles économes en énergie »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Réforme institutionnelle pouvant faciliter les prises de décisions pour les soutiens aux projets de R&D</p> <p>Gain en efficacité des bâtiments et équipements mieux adaptés aux contraintes locales (climat, pratiques, etc.)</p> <p>Moyens, volontés politiques et professionnelles réunis autour d'un objectif d'autonomie énergétique accrue</p> <p>Les échanges entre exploitations favorisent l'identification des bonnes pratiques et une meilleure promotion des innovations</p>	<p>L'extensification et la diversification des systèmes empêchent une optimisation standardisée des pratiques</p> <p>Efficacité de la R&D inégale sur le territoire, répartition géographique inégale des acteurs de la recherche, dépendance aux institutions régionales pour les aides à la R&D</p> <p>Réaction tardive face à la crise, retard pour le développement de nouveaux bâtiments et équipements</p> <p>Faible capacité d'investissement des agriculteurs, fort besoin de formation et d'accompagnement pour l'utilisation des nouveaux bâtiments et équipements</p>	<p>Favoriser l'utilisation en commun du matériel</p> <p>Inverser la tendance actuelle d'uniformisation des bâtiments et équipements : identifier les besoins spécifiques par des études à l'échelle des territoires</p> <p>Favoriser l'innovation à l'échelle des territoires (appels à projets et financements)</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Recherche de productivité et de rentabilité, donc volonté et moyens pour la R&D</p> <p>Soutien des industriels (moyens et objectifs supplémentaires)</p> <p>Développement de circuits locaux et proximité villes / exploitations qui favorisent la promotion des bâtiments et équipements innovants</p>	<p>Volatilité du prix de l'énergie et des intrants qui ne permet pas de programmer les projets de recherche sur les court et moyen termes</p> <p>Manque de moyens et de visibilité pour investir : la promotion des innovations n'est pas facilitée</p>	<p>Favoriser l'utilisation en commun du matériel pour permettre l'achat des équipements innovants</p> <p>Cibler les aides et soutiens pour l'innovation dans les filières multifonctionnelles</p> <p>Soutien aux investissements et diagnostics des exploitations multifonctionnelles (aides du type PMPOA pour la rénovation thermique)</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Forte concurrence et offre de conseil par les équipementiers et industriels qui encouragent l'innovation et la promotion</p> <p>Agriculture intensive en énergie, ce qui favorise le développement de nouveaux bâtiments et équipements</p>	<p>Baisse des aides PAC</p> <p>Prix modéré de l'énergie, ce qui n'en fait pas une priorité pour les programmes de R&D et pour les professionnels</p> <p>Les pratiques permettant des gains sur les produits phytosanitaires ne sont pas toujours compatibles avec les économies d'énergie (plus de mécanisation)</p>	<p>Optimisation du matériel existant : développer la formation et l'information sur les bonnes pratiques énergétiques en bâtiments et avec les équipements existants</p> <p>Développer des bâtiments et équipements «de rupture», qui allient rationalisation de l'usage des pesticides et gains énergétiques (appels à projets ambitieux à prévoir)</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Intensification écologique et recherche d'autonomie et de sobriété, ce qui encourage l'innovation et facilite la promotion</p> <p>Volonté politique et consensus des professionnels</p> <p>Innovations attendues après 2020</p> <p>Politique énergétique et tarifaire ambitieuse qui favorise la R&D</p>	<p>Attentisme politique jusqu'à 2015 qui freine la recherche</p> <p>Polyvalence des agriculteurs et diversité des profils, d'où des besoins de formation et d'informations sur les bâtiments et équipements économes</p> <p>Adaptation des filières et des pratiques aux territoires, donc hétérogénéité des techniques et des équipements : peut constituer un frein pour la R&D qui devra s'adapter</p>	<p>Soutenir le développement des sources d'énergie locales (méthanisation, EnR, etc.)</p> <p>Soutenir la R&D à l'échelle régionale pour adapter les innovations aux contextes et pratiques régionales</p> <p>Mettre en œuvre un plan ambitieux de diagnostic et de rénovation thermique des bâtiments (avec obligation de travaux et subventions) et définir des normes thermiques ambitieuses pour les bâtiments neufs</p>

OBJECTIF GÉNÉRAL : « RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIES FOSSILES ET AMÉLIORER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES TERRITOIRES ET DES FILIÈRES AGRICOLES »

Concernant l'efficacité énergétique des territoires et des filières, on retrouve des leviers d'action transversaux communs ou synergiques à ceux de l'objectif général précédent. **La diversification des systèmes de production constitue en effet un préalable à toute recherche de complémentarités et d'échanges entre exploitations.** Il convient donc de soutenir activement les agriculteurs qui s'engagent dans des modes de production alternatifs ou innovants (polyculture-élevage, agriculture biologique, HVE, etc.). Cela nécessite notamment une politique foncière et d'installation très pro-active, en particulier dans les zones les plus intensives et les plus spécialisées.

Le développement de la méthanisation peut constituer une importante source d'approvisionnement local en éléments fertilisants par la valorisation et l'épandage des digestats. La structuration et le développement des filières correspondantes constituent un enjeu dans tous les scénarios. La centrifugation des digestats est l'une des pistes les plus prometteuses car elle permet d'isoler une phase solide riche en nutriments (ammoniacale, phosphates, potasse) et transportable, d'une phase liquide riche en azote mais devant être utilisée à proximité (épandage). L'homologation des produits ainsi obtenus constitue un levier majeur pour l'essor de ces filières.

Soutenir techniquement et financièrement le développement de la première transformation à la ferme des produits riches en eau est une piste prometteuse car elle permet de diversifier le revenu des exploitations, de réduire les consommations d'énergie liées au transport des produits et de contri-

buer à l'émergence de circuits locaux d'approvisionnement. Il peut s'agir de l'élaboration à la ferme de produits finis comme des compotes ou des yaourts ou de produits destinés à l'industrie agroalimentaire comme des préparations centrifugées de fruits ou des pâtes à fromage. Il convient cependant d'étudier au cas par cas l'efficacité énergétique et la viabilité économique de telles évolutions, qui nécessitent en outre des investissements importants et un accroissement de la charge de travail pour les exploitants. Le développement des capacités de stockage à la ferme et des technologies de conservation des produits constitue un autre levier d'efficacité énergétique en réduisant les gaspillages.

Les deux derniers leviers présents dans tous les scénarios concernent plutôt les distributeurs et les consommateurs. Il s'agit d'une part de l'étiquetage environnemental ou énergétique des produits et d'autre part de l'optimisation de la logistique des produits alimentaires. Si la logistique renvoie à la politique nationale des transports et aux projets d'infrastructures qui dépassent le cadre de ce rapport, elle se décline également à une échelle plus locale, notamment pour l'approvisionnement de proximité et les circuits courts. **Mutualisation des livraisons, report modal, non retour à vide, diffusion des bonnes pratiques sont autant de pistes à explorer pour améliorer la performance énergétique de ces modes de distribution.**

Objectif opérationnel : « Réduire le gaspillage tout au long des filières »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Contrainte budgétaire favorable à une réduction du gaspillage</p> <p>Recherche d'autonomie et de complémentarités entre productions animale et végétale qui se traduit par moins de pertes</p> <p>Plus d'utilisation des sous-produits dans l'alimentation animale</p> <p>Moins de pertes liées au transport et au stockage car les produits voyagent moins</p> <p>Changement d'habitudes de consommation (produits locaux et de saison) conduisant à une plus grande attention au gaspillage</p>	<p>Pas de stratégie nationale possible, sauf des budgets d'impulsion ou des crédits d'impôt</p> <p>Actions plus ou moins volontaristes selon les régions et les territoires</p>	<p>Favoriser le développement de réseaux d'échanges de bonnes pratiques entre agriculteurs</p> <p>Chiffrer les coûts et avantages de la réduction du gaspillage à différents niveaux et les diffuser largement</p> <p>Soutenir les associations qui récupèrent les invendus et les reconditionnent (appui technique, notoriété, réglementation)</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture d'axe et réalisme énergétique	<p>Mise en place de processus de réduction du gaspillage dans certaines filières pour gagner en compétitivité (économies)</p> <p>Réduction du gaspillage par la complémentarité agriculture / élevage dans les exploitations multifonctionnelles</p>	<p>Spécialisation des productions entraînant plus de transport et stockage, donc plus de risques de pertes</p> <p>Faible sensibilité environnementale</p>	<p>Sensibiliser les acteurs à l'enjeu « gaspillage » <i>via</i> le coût d'enlèvement des déchets, la taxe d'assainissement, des incitations financières pour le tri</p> <p>Favoriser la diffusion des meilleures pratiques pour réduire les pertes au niveau du transport et du stockage (équipement de prévention et/ou de traitement de dératissage, désinsectisation, éloignement des oiseaux, etc.)</p> <p>Encourager l'innovation dans les techniques de conservation des aliments</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Développement de l'agriculture périurbaine qui réduit en partie le gaspillage au niveau du transport et du stockage</p>	<p>Faible sensibilité environnementale des opérateurs et consommateurs</p> <p>Souci hygiéniste qui pousse à retirer de la vente ou à jeter les produits transformés dès qu'ils approchent de leur date de péremption (sans faire la différence entre DLC et DLUO)</p>	<p>Impliquer les IAA et les GMS dans une stratégie globale de réduction du gaspillage en soulignant leur intérêt financier</p> <p>Former l'ensemble des acteurs concernés à la réduction des pertes et gaspillages, en particulier les opérateurs et acheteurs en GMS, par exemple en mobilisant les lycées agricoles</p> <p>Médiatiser les enjeux de la réduction du gaspillage (ex: lovefoodhatewaste.com)</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Sensibilité environnementale forte</p> <p>Politiques de réduction des GES</p> <p>Mode de consommation alimentaire valorisant la qualité autant que la quantité</p> <p>Complémentarités à l'échelle du territoire et de l'exploitation limitant les déperditions</p>	<p>Risque que l'objectif de réduction du gaspillage passe après d'autres objectifs environnementaux et/ou ne soit pas identifié comme un enjeu environnemental</p>	<p>Utiliser l'argument climatique pour justifier les objectifs de réduction du gaspillage au niveau de la consommation (réduire le gaspillage revient à retirer une voiture sur quatre sur les routes) et les intégrer dans la politique globale de réduction des GES</p> <p>Réaliser des études systémiques pour identifier les progrès à faire à chaque étape</p> <p>Impliquer les agriculteurs et les lycées agricoles dans un plan de formation des opérateurs et acheteurs tout au long des filières</p> <p>Mettre en place des incitations financières fortes à la réduction des emballages</p>

Objectif opérationnel : « Favoriser les complémentarités et les échanges de proximité entre productions à l'échelle des territoires »

	RESSOURCES	CONTRAINTES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Extrême rareté / cherté des engrais azotés</p> <p>Hausse des prix de l'alimentation animale</p> <p>Fort développement de la méthanisation</p> <p>Hausse modérée de la SAU en protéagineux</p>	<p>Persistance de freins à la diversification des territoires et aux échanges entre productions (faible potentiel agronomique dans certaines régions, pénibilité de l'élevage, inadéquation des filières d'amont et d'aval, etc.)</p> <p>Politiques agricoles fortement différenciées selon les régions, dont certaines qui ne soutiennent pas ou mal le développement de l'élevage dans les zones de grandes cultures ou de maraîchage</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Incitation économique (prix des engrais azotés)</p> <p>Développement de circuits courts, donc de débouchés pour des systèmes plus diversifiés</p> <p>Exploitations multifonctionnelles (dont polyculture-élevage) soutenues par les aides communautaires</p> <p>Développement des biocarburants</p>	<p>Spécialisation des territoires en systèmes de grandes cultures simplifiés à fort niveau d'intrants ou d'élevage intensifs</p> <p>Faible incitation technique (OGM) et environnementale (signal-prix, quotas) à faire évoluer les systèmes</p> <p>La viabilité économique des systèmes diversifiés est fragile</p> <p>Augmentation de la taille des structures dans les zones spécialisées</p> <p>Diminution du budget global de la PAC</p> <p>Ouverture des marchés à l'origine d'une arrivée massive de viande à bas prix</p> <p>Forte baisse du cheptel bovin et forte réduction des surfaces en herbe</p> <p>Faible développement de la méthanisation</p> <p>Stagnation de la SAU en protéagineux</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Quelques politiques fortes de maîtrise foncière et d'aide à l'installation</p> <p>Soutien à l'agriculture périurbaine</p> <p>Fort développement de l'agriculture biologique</p> <p>Développement des biocarburants</p>	<p>Peu d'éléments laissent la place pour le développement de systèmes mieux répartis sur le territoire dans ce scénario : conseil restructuré et organisé dans une logique de filière, fortes importations d'alimentation animale, pas d'incitation à remplacer l'azote minéral et les tourteaux, concentration de l'élevage herbager, etc.</p> <p>Faible développement de la méthanisation</p> <p>Baisse de la SAU en protéagineux</p> <p>Concentration et spécialisation des productions agricoles</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Taxation du carbone et renchérissement des intrants intensifs en énergie</p> <p>Demande de production de proximité</p> <p>Soutien d'une PAC réorientée vers des objectifs environnementaux</p> <p>Réduction de l'importation des aliments pour animaux</p> <p>Autonomie à l'échelle des territoires dans les zones intermédiaires et de montagne</p> <p>Valorisation de l'azote organique dans les zones céréalières</p> <p>Forte hausse des prairies et de la SAU en protéagineux</p> <p>Fort développement de la méthanisation</p>	<p>Exigences sanitaires et bien-être animal sur la production agricole et l'aval (outils de transformation), qui engendrent des coûts considérables pour les petites unités</p> <p>Freins à la diversification des productions dans les régions très spécialisées : faible potentiel agronomique en zone de montagne, pénibilité de l'élevage et inadéquation des filières en zones de grandes cultures</p>

STRATÉGIES	
<p>Soutien à la formation des conseillers agricoles, centrée d'abord autour de la prise de décision et du pilotage stratégique, pour faire évoluer les systèmes et les cultures</p> <p>Incitations politiques régionales pour le développement de l'élevage / des protéagineux selon les zones</p> <p>Accent mis sur la formation initiale et l'installation dans des filières alternatives, en particulier en zones de grandes cultures, avec une politique foncière adaptée</p>	<p>Accompagnement lourd de la restructuration des filières d'amont (approvisionnement, intrants, etc.) et d'aval (commercialisation, stockage, transformation, etc.)</p> <p>Aider à la structuration des filières de fabrication d'aliments pour animaux dans les territoires</p> <p>Desserrer l'étau normatif et le contrôle, pour favoriser le développement d'ateliers plus variés, d'outils de transformation collectifs de petite taille ou à la ferme</p>
<p>Limiter le déclin des systèmes diversifiés en créant des réseaux d'échanges d'expériences et de savoir-faire</p> <p>Aider au développement de filières de fertilisants organiques (déchets urbains, boues de stations d'épuration, méthanisation, etc.)</p> <p>Conditionner les aides publiques aux biocarburants à la valorisation des sous-produits en alimentation animale</p>	<p>Pour les exploitations multifonctionnelles, renforcer leur viabilité économique par des solutions de substitution aux intrants traditionnels : formation technique, réseau d'échanges, développement des protéagineux, soutien aux systèmes polyculture-élevage, herbager et biologique, etc.</p> <p>Soutenir des projets de méthanisation avec valorisation des digestats</p>
<p>Pression citoyenne et soutien des villes pour des approvisionnements de proximité permettant une diversification de l'agriculture périurbaine</p> <p>Opportunité pour le développement de réseaux d'agriculteurs autour des liens renouvelés avec les urbains, avec une double dimension rationnelle (réduction des distances de transport) et émotionnelle (développement des territoires proches, agriculture à visage humain, etc.)</p>	<p>Mobiliser les coopératives autour de ces enjeux et leur permettre de faire connaître et de valoriser les efforts accomplis</p>
<p>Effort très important de formation des agriculteurs, d'animation et de mise en réseau</p> <p>Pour cela, formation des conseillers et mobilisation des coopératives autour de la prise de décision et du pilotage stratégique, pour faire évoluer les systèmes et les cultures</p> <p>Besoin d'une politique foncière et d'installation très dynamique et incitative pour permettre l'installation sur des systèmes alternatifs dans les zones spécialisées</p>	<p>Développer des dispositifs d'innovation à travers le partage d'expériences (détecter et diffuser des exemples positifs de complémentarités entre exploitations, lister les avantages et inconvénients, etc.)</p> <p>Aider à l'émergence d'opérateurs industriels dans le domaine des engrais organiques (valorisation des boues, déchets urbains et digestats)</p> <p>Alimentation animale: structurer des filières nationales de fabrication d'aliments et les valoriser, par exemple par le biais de la mention «Nourri sans OGM»</p>

Objectif opérationnel : « Optimiser la logistique et favoriser le report modal pour les intrants et les produits agricoles »

	RESSOURCES	CONTRAINTES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Prix élevé des carburants qui pénalise le routier au profit du fluvial et du ferroviaire</p> <p>Diversification des bassins de production et relocalisation des échanges commerciaux</p> <p>Des politiques agricoles régionales plus adaptées aux contextes économiques et agronomiques locaux favorisent les échanges de sous-produits entre exploitations sur les territoires</p> <p>Régionalisation des échanges (France et Europe)</p> <p>Politique européenne des transports (en fin de période) pour la « relance relocalisée »</p> <p>Changements des habitudes de consommation, report sur les produits locaux et de saison</p> <p>Circuits courts et soutiens locaux, développement des filières</p>	<p>En l'absence d'investissements, manque d'innovations et difficultés à se détacher de l'emprise du routier</p> <p>Capacité d'action / efficacité des régions dans les politiques de transport ?</p> <p>Risques de déséquilibre territorial dans la desserte</p> <p>Barrières douanières, tarifs limitant les exportations. Faible capacité à l'export</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Prix assez élevé des carburants qui favorise le fluvial et le ferroviaire</p> <p>Croissance et multiplication des ports avec projets d'aménagement et infrastructures</p> <p>Avancées technologiques en matière de logistique (NTIC), infrastructures, énergie (biocarburants, 44 tonnes)</p>	<p>Les échanges internationaux de produits agricoles augmentent (exportations)</p> <p>Le routier en position de force sur l'offre de transports</p> <p>Le pragmatisme économique empêche tout changement sur des seuls motifs environnementaux ou sociaux</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Agriculture périurbaine et demande d'approvisionnement local autour des métropoles</p> <p>Importance des villes dans les prises de décision qui favorise les transports fluviaux et ferroviaires au détriment du transport routier</p> <p>Poids des GMS : impulsion vers des schémas d'approvisionnement durables</p> <p>Avancées technologiques en matière de logistique (NTIC), infrastructures, énergies (biocarburants, 44 tonnes)</p>	<p>Faible contrainte énergétique</p> <p>Le routier en position de force sur l'offre des transports, fluvial et ferroviaire moins compétitifs</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Nécessité de réduire l'empreinte carbone de l'agriculture qui pousse à optimiser la logistique</p> <p>Redensification des villes et des centres de consommation</p> <p>Échanges commerciaux régionalisés (compensation carbone aux frontières de l'Europe)</p> <p>Politique européenne dynamique (marché commun du carbone), en faveur du report modal</p> <p>Valorisation des ressources locales, approvisionnement local, échanges de sous-produits entre exploitations sur les territoires</p> <p>Organisation des filières de production cherchant l'« éco-certification » et s'approvisionnant localement</p> <p>Nombreux projets d'infrastructures transfrontalières : autoroutes ferroviaires, canal Seine-Nord-Europe, etc.</p>	<p>Modes fluvial et ferroviaire moins souples et moins compétitifs</p> <p>Organisation peu efficace du fret ferroviaire en France</p>

STRATÉGIES	
<p>Réflexion sur les circuits courts (évaluation, étude de cas, etc.) et diffusion d'un guide de bonnes pratiques (mutualiser les livraisons de paniers, choix des moyens de transports, choix de la localisation des marchés en fonction des transports en commun, etc.)</p> <p>Diffuser des bonnes pratiques et aider à la production d'intrants sur l'exploitation pour limiter le transport (fabrication d'aliments à la ferme, composts et fumures à partir de la biomasse, etc.)</p> <p>Soutenir le développement de la 1^{ère} transformation à la ferme des produits riches en eau (ex. : lait en yaourts ou fromages «basiques» avant affinage ou re-transformation en IAA, compotes concentrées ou partiellement centrifugées de fruits)</p>	<p>Optimiser la logistique des échanges locaux (intrants, produits) par la mobilisation des coopératives et des acheteurs publics : principe du non-retour à vide, rentabiliser le circuit du retour par les livraisons multiples vers d'autres agents économiques, en s'appuyant sur les complémentarités territoriales</p> <p>Sensibiliser à la diversification des modes de transport (rail, fluvial)</p> <p>Améliorer les capacités de stockage à la ferme par la mutualisation</p> <p>Jouer sur les demandes d'approvisionnement local pour rapprocher les bassins de production des lieux de consommation</p>
<p>Optimiser la logistique en matière de desserte des ports et d'échanges intra-communautaires : NTIC, 44 tonnes, biocarburants, fret ferroviaire, etc.</p> <p>Approvisionnements et collecte : harmoniser des contenants polyvalents ou des micro-containers pour rentabiliser le circuit du retour (livraison à un autre agent économique ou intégration par le même agent de différentes fonctions)</p>	<p>Profiter de l'agrandissement des exploitations spécialisées pour améliorer les capacités de stockage à la ferme</p> <p>Pour les exploitations multifonctionnelles : intégrer les fonctions de 1^{ère} transformation à la ferme des produits riches en eau</p>
<p>Jouer sur le développement des labels (identité et/ou origine géographique) : appuyer le développement de plateformes de regroupement dédiées pour ces produits (report modal sur le rail) pour l'approvisionnement des métropoles</p> <p>Jouer sur les demandes d'approvisionnement local et rapprocher les bassins de production des lieux de consommation (grandes métropoles régionales)</p> <p>Développer des technologies de conservation hors saison (appertisation, surgelés, sous-vide, atmosphère contrôlée, etc.) qui ne soient pas trop énergivores</p>	
<p>Optimiser la logistique des échanges locaux (intrants, produits) : principe du non-retour à vide, rentabiliser le circuit du retour par les livraisons multiples vers d'autres agents économiques, en s'appuyant sur les complémentarités territoriales</p> <p>Appuyer le développement de plateformes de regroupement dédiées pour les productions nationales avec report modal sur le rail</p> <p>Limiter les transports liés aux approvisionnements en intrants en assurant leur production sur la ferme ou à proximité : fabrication d'aliments à la ferme, composts et fumures à partir de la biomasse, méthanisation</p>	<p>Intégrer les fonctions de 1^{ère} transformation à la ferme des produits riches en eau (par exemple grâce à des prêts bonifiés ou à de la défiscalisation)</p> <p>Plan national ambitieux en matière d'infrastructures (ferroviaires et fluviales) et de report modal (sensibilisation, taxe carbone)</p>

Objectif opérationnel : « Orienter la demande alimentaire vers des produits à moindre contenu énergétique fossile »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Prix de l'énergie élevé qui pousse les producteurs à diminuer le contenu énergétique de leurs produits</p> <p>Fortes sensibilités des consommateurs aux questions énergétiques</p>	<p>La crise ne donne pas de marges de manœuvre budgétaires aux consommateurs</p> <p>Ni l'État ni les régions n'ont de moyens ou d'intérêt immédiat pour se mobiliser sur le contenu énergétique des produits</p>	<p>Information sur les consommations énergétiques de produits ou des filières et communication sur l'approvisionnement local</p> <p>Accompagner et aider à la structuration de circuits courts d'approvisionnement</p> <p>Améliorer le bilan énergétique de ces circuits courts, notamment en optimisant la logistique</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Agriculteurs intensifs très « techniques » et attentifs au poids des charges, dont le coût de l'énergie</p> <p>Consommateurs « habitués » à un choix entre familles de produits avec étiquetages distincts (du fait notamment de l'essor des OGM)</p> <p>Filières industrielles fortement structurées pouvant servir de relais</p>	<p>Dans un scénario où l'agriculture produit beaucoup de bioénergies, la réduction du contenu énergétique des produits risque de ne pas apparaître comme un objectif prioritaire</p> <p>Sensibilité variable à la question énergétique en l'absence de politique climatique ambitieuse et de prix durablement élevés</p> <p>Monde agricole dual donc politique unique inadaptée</p>	<p>Étiquetage énergétique des produits alimentaires et campagne d'information à destination des consommateurs</p> <p>Encouragement (et subventions) aux bilans énergétiques des exploitations</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Consommateurs très sensibles aux caractéristiques des produits et demandeurs d'instruments d'orientation (taxe, labels, OMC, etc.)</p> <p>IAA puissantes et prescriptrices</p> <p>Mobilisation institutionnelle autour du « plan national alimentation santé » lancé en 2016</p>	<p>Consommateurs focalisés sur les questions de santé, et moins sur les enjeux énergétiques</p> <p>Controverse entre consommation d'énergie vs impacts environnementaux qui peut démotiver les « consom'acteurs »</p> <p>Monde agricole peu structuré pour répondre à l'orientation préconisée</p> <p>Prix de l'énergie relativement bas</p>	<p>Développement de labels privés sur le contenu énergétique des produits, leur contenu carbone ou leur caractère « local »</p> <p>Introduire un axe fort sur la durabilité du système alimentaire (dont l'énergie) dans le Plan national alimentation santé</p> <p>Intensifier les échanges et visites à la ferme des urbains pour sensibiliser aux enjeux agricoles et énergétiques</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Citoyens et consommateurs sensibles à l'environnement</p> <p>Fortes technicités des agriculteurs et modifications fortes des systèmes de production</p> <p>Organisations agricoles structurées et en accord avec les préoccupations sociétales</p>	<p>Prix du pétrole faible en fin de période et priorité à la réduction des GES plutôt qu'à l'énergie en tant que telle</p> <p>La réduction des impacts environnementaux des produits alimentaires peut passer avant celle de leur contenu en énergie</p>	<p>Mise en place d'une taxe sur les énergies fossiles (TVA « énergétique » ou taxe carbone)</p> <p>Généralisation de l'étiquetage environnemental des produits, avec un cadre et une méthodologie uniques</p> <p>Encadrement plus strict des allégations sur le contenu carbone ou le caractère local des produits</p>

OBJECTIF GÉNÉRAL : « FAIRE DE L'AGRICULTURE FRANÇAISE UN SECTEUR MOTEUR DANS LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DURABLES »

En matière de production d'énergies renouvelables, les stratégies dans chaque scénario sont assez convergentes. **L'intérêt de la méthanisation est majeur, compte tenu de sa capacité à produire de l'électricité et de la chaleur, à réduire les émissions de GES et les pollutions diffuses et à fournir des co-produits substituables aux engrais azotés.** Le dispositif existant pour soutenir l'installation de digesteurs à la ferme est intéressant mais doit être complété par des tarifs d'achat incitatifs et donnant de la visibilité aux investisseurs. Des marges de progrès existent pour accélérer le développement de grosses unités de méthanisation mobilisant l'ensemble des ressources en biomasse disponibles (déchets ménagers et agricoles, effluents, sous-produits forestiers, voire cultures dédiées). **Ces installations pourraient injecter du biogaz directement sur le réseau de distribution à condition de bénéficier d'un tarif d'achat incitatif.** Leur localisation devrait donc être optimisée en fonction des gisements de biomasse mobilisables, de la proximité d'un réseau de gaz et des possibilités de valorisation des digestats.

Les autres énergies renouvelables (hors biomasse) semblent plutôt destinées à jouer un rôle d'appoint pour les exploitations agricoles. En fonction des capacités d'investissement des agriculteurs et du potentiel local (ensoleillement, vent), leur développement peut fournir un complément de revenu. La modération des tarifs d'achat doit permettre d'éviter une trop forte spéculation et le risque de développement immodéré d'installations au sol sur des terres agricoles. Concernant les biocarburants, les stratégies dans tous les scénarios envisagent un meilleur ciblage des soutiens, privilégiant les filières les plus compétitives

et les plus performantes d'un point de vue environnemental. **Cette rationalisation des soutiens permettrait de dégager des marges de manœuvre budgétaires pour accroître les efforts de R&D et l'aide aux investissements dans les technologies de deuxième génération (G2).** Ces aides devraient être conditionnées à des critères de durabilité exigeants, en cours d'élaboration. La montée en puissance des biocarburants ligno-cellulosiques nécessitera en outre une gestion durable et une forte mobilisation des gisements de biomasse. **La fiscalité des carburants agricoles pourrait également être revue afin d'inciter davantage aux comportements économes et d'encourager la production et l'auto-consommation d'HVP.** Le développement des cultures énergétiques doit aller de pair avec l'essor d'une industrie française des biocarburants compétitive et innovante, ce qui soulève des enjeux majeurs de politique industrielle.

Objectif opérationnel : « Assurer le développement de filières durables de biocarburants »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Prix élevé des énergies fossiles</p> <p>Politiques énergétiques décentralisées visant une plus grande autonomie</p> <p>Fort auto-consommation d'HVP sur les exploitations</p> <p>Ressources végétales et forestières abondantes et disponibles pour les biocarburants de deuxième génération (G2)</p>	<p>Peu d'investissements et de recherche publique avant 2020</p> <p>Priorité à l'alimentation</p> <p>Pas ou peu de surfaces supplémentaires disponibles pour les cultures énergétiques</p>	<p>Favoriser l'auto-consommation d'HVP sur les exploitations agricoles, par exemple par un système de bonus-malus</p> <p>Assurer une gestion dynamique et une forte mobilisation des ressources en biomasse</p> <p>Modérer les soutiens aux biocarburants de première génération (G1) pour éviter la concurrence avec l'alimentation</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Politique énergétique nationale favorable aux biocarburants</p> <p>Ressources végétales abondantes et disponibles pour les biocarburants de 1^{ère} génération (intensification céréalière)</p> <p>Développement des biotechnologies</p> <p>Effort soutenu de R&D sur les biocarburants (G1 et G2)</p>	<p>Prix agricoles et énergétiques très volatiles rendant les investissements incertains</p> <p>Faible contrainte climatique</p>	<p>Maintenir la position de leader européen de la France en matière de biocarburants par un soutien mieux ciblé aux filières nationales de 1^{ère} génération les plus compétitives</p> <p>Soutenir la R&D et les investissements dans les filières de G2</p> <p>Conditionner les soutiens publics aux biocarburants à des critères exigeants de durabilité</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Politique énergétique nationale et européenne favorable aux biocarburants</p> <p>Ressources végétales abondantes et disponibles pour les biocarburants de G1 et G2</p> <p>Effort soutenu de R&D sur les biocarburants de G2</p> <p>Prédominance forte du transport routier</p> <p>Rupture technologique précoce sur les biocarburants de G2</p>	<p>Prix de l'énergie modéré</p> <p>Faible contrainte climatique</p>	<p>Accompagner une transition rapide des acteurs industriels et des filières de la G1 vers la G2</p> <p>Réorienter massivement les soutiens publics vers les filières de deuxième génération les plus compétitives</p> <p>Assurer une gestion dynamique et une forte mobilisation des ressources en biomasse pour la G2 (ressources forestières, cultures dédiées)</p> <p>Imposer aux filières de G2 des contraintes sérieuses en matière de limitation des pollutions (de l'eau, de l'air et des sols)</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Politique agro-environnementale ambitieuse</p> <p>Autonomie accrue des exploitations agricoles</p> <p>Politique climatique ambitieuse</p> <p>Efforts soutenus de R&D</p> <p>Valorisation maximale des ressources forestières et des déchets verts</p>	<p>Politiques très ambitieuses de maîtrise de la demande énergétique et de réduction de la mobilité</p> <p>Pas de surfaces supplémentaires disponibles pour les biocarburants</p> <p>Priorité à une plus grande autonomie alimentaire</p> <p>Exigences environnementales et climatiques fortes qui disqualifient certaines filières</p>	<p>Rationaliser les soutiens publics aux biocarburants et les cibler sur les filières les plus vertueuses en matière d'environnement et de climat</p> <p>Soutenir la R&D et les investissements dans les filières de G2 (en particulier les biocarburants issus de résidus et déchets verts), avec des critères stricts de durabilité</p> <p>Assurer une gestion durable et dynamique des ressources en biomasse pour la G2</p>

Objectif opérationnel : « Développer la production et l'autoconsommation d'EnR par les exploitations »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Prix élevé de l'énergie fossile qui rentabilise celui des bioénergies</p> <p>EnR hors biomasse : parité réseau probablement atteinte vers 2020 et baisse des coûts de production des équipements créant des conditions favorables aux investissements, décentralisation de la production de l'énergie et renforcement de nombreuses PME dans ce secteur (acteurs industriels locaux, installateurs, conseil)</p> <p>Méthanisation : diversification territoriale qui facilite les échanges entre exploitations, besoin de substituts aux engrais minéraux, demande de fourniture de chaleur (particuliers, collectivités), existence de groupements d'agriculteurs locaux et de réseaux de partage</p>	<p>En 2010 manque d'infrastructures de collecte des lisiers et de valorisation des digestats</p> <p>Faibles capacités d'investissements des agriculteurs</p> <p>Réaction tardive face à la crise : manque d'infrastructures et d'innovations technologiques</p>	<p>Soutenir des petites unités de méthanisation à la ferme avec réseaux de chaleur de proximité en milieu rural</p> <p>Photovoltaïque, solaire thermique et petit éolien en appoint et autonomie. Là où l'ensoleillement le permet (Est et Sud), recherche d'excédents pour la revente</p> <p>Objectif d'autonomie énergétique accrue, d'où plafonnement des aides pour inciter aux investissements dans les petites installations</p> <p>Biomasse végétale : accompagner et soutenir le développement, en particulier en organisant des points de regroupement et de conditionnement</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>EnR hors biomasse : parité réseau probablement atteinte vers 2015 et baisse des coûts de production des équipements créant des conditions favorables aux investissements</p> <p>Exploitations « intensives » : agriculture de précision intégrée à la gestion de l'entreprise agricole, haut niveau de technicité et rationalité économique favorisent les investissements dans les EnR</p> <p>Fort besoin de chauffage/séchage des fourrages dans les élevages</p>	<p>Un rapport prix agricoles/ prix de l'énergie très fluctuant</p> <p>Absence de stimulus politique</p> <p>Biomasse végétale : éloignement des surfaces de grandes cultures des métropoles pour la valorisation énergétique des déchets végétaux</p>	<p>Encourager et soutenir de grandes unités de méthanisation collective avec injection dans le réseau GRDF dans un objectif de diversification du revenu. Pour cela encourager au regroupement des agriculteurs et au rapprochement avec les autres gisements de biomasse (forêts, déchets, etc.)</p> <p>Implantation des unités de méthanisation à optimiser en fonction de la ressource, du réseau de gaz et des possibilités d'épandage des digestats</p> <p>Suppression des incitations pour le photovoltaïque et le solaire thermique (développement des installations rentables dans les régions les plus ensoleillées)</p> <p>Stratégie d'autonomie énergétique accrue pour les exploitations multifonctionnelles proche du scénario 1</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>EnR hors biomasse : parité réseau atteinte vers 2020 et baisse des coûts de production des équipements créant des conditions favorables aux investissements</p> <p>Intensification de l'élevage et renouvellement des bâtiments</p> <p>Politique plus stricte de lutte contre la pollution des eaux favorisant la méthanisation</p>	<p>Absence de signal-prix sur les énergies fossiles</p> <p>En l'absence de demande forte, seuls les gros projets se mettent en place</p>	<p>Soutenir des petites unités de méthanisation à la ferme dans un objectif de diversification du revenu</p> <p>En zones périurbaines, développer des unités de méthanisation collectives exploitant tous les gisements de biomasse (forêts, déchets, effluents, etc.)</p> <p>Photovoltaïque et solaire thermique à développer selon ensoleillement (Est et Sud) avec recherche d'excédents pour la revente</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>EnR hors biomasse : parité réseau atteinte vers 2015 et baisse des coûts de production des équipements créant des conditions favorables aux investissements</p> <p>Fiscalité qui renchérit les énergies fossiles et forte volonté politique pour le développement des EnR.</p> <p>Success stories industrielles dans les EnR</p> <p>Méthanisation : Diversification des productions qui facilite les échanges entre exploitations</p> <p>Besoin de substituts aux engrais minéraux</p>	<p>Contraintes environnementales et paysagères fortes</p> <p>Biomasse végétale : éloignement des surfaces de grandes cultures des métropoles pour la valorisation énergétique des déchets végétaux</p>	<p>Généraliser de grandes unités de méthanisation collective avec injection dans le réseau (tarif d'achat incitatif)</p> <p>Implantation des unités de méthanisation à optimiser en fonction de la ressource, du réseau de gaz et des possibilités d'épandage des digestats</p> <p>Lancer un plan ambitieux de développement du gaz carburant</p> <p>Maintien des incitations et fort développement des EnR (recherche d'excédents pour la revente)</p> <p>Encourager les agriculteurs à se saisir des opportunités dans la production d'EnR</p>

OBJECTIF GÉNÉRAL : « FAVORISER LA RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT ET LA DIFFUSION DE L'INNOVATION SUR LES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES EN AGRICULTURE »

En matière de recherche agronomique, d'innovation et d'accompagnement technique, on retrouve également des éléments transversaux aux quatre scénarios. **Le développement d'itinéraires techniques à bas niveau d'intrants évoqués plus haut nécessite en effet de réorienter significativement l'amélioration variétale vers des protéagineux à hauts rendements et des variétés de céréales et d'oléagineux plus résistantes et réclamant moins d'azote.** En parallèle, les besoins de recherche agronomique sur les systèmes de production sont très forts dans tous les scénarios. Ces recherches devraient porter notamment sur la production intégrée et l'agriculture biologique, les systèmes herbagers ou les techniques alternatives au labour. **On manque également de connaissances scientifiques pour établir des bilans énergétiques tout au long des filières, ainsi que d'outils de comparaison et d'aide à la décision pour l'amélioration de ces bilans.**

Assurer le transfert rapide des résultats de recherche et favoriser la diffusion de l'innovation nécessite en outre de faire évoluer la gouvernance et l'organisation de la recherche et du développement agricoles. **Les comités scientifiques des organismes de R&D pourraient ainsi être ouverts et élargis en « comités d'innovation » pluridisciplinaires** réunissant un plus grand nombre d'acteurs de la recherche publique et de l'industrie, de la société civile, des agriculteurs innovants, etc. Le profil des conseillers agricoles est également appelé à évoluer vers des fonctions de catalyseurs d'innovation, de facilitateurs du changement et de mise en réseau des acteurs. **Pour cela, il est indispensable de développer un réseau de sites pilotes et de fermes d'expérimentation per-**

mettant d'élaborer et de diffuser des pratiques innovantes et des références techniques. La volatilité des prix de l'énergie et la faible fiscalité sur les produits énergétiques en agriculture n'incitent pas durablement à l'amélioration de l'efficacité énergétique. Cela nécessite donc de compléter l'ensemble des stratégies précédentes par des efforts soutenus de communication, de sensibilisation et de formation aux enjeux énergétiques pour l'ensemble des acteurs du monde agricole.

Objectif opérationnel : « Développer la Recherche & Développement et la recherche agronomique sur les enjeux énergétiques en agriculture »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Prix durablement élevé de l'énergie et pétrole réservé aux usages des transports</p> <p>Stabilité des prix agricoles (élevés) et des marchés internes à l'UE</p> <p>La recherche agronomique actuelle dispose de nombreuses connaissances et références pour bâtir des systèmes agricoles plus autonomes en énergie, au moins à l'échelle de l'exploitation</p>	<p>Fortes contraintes budgétaires de l'État</p> <p>Risques de pilotage des recherches par les régions, alors que l'échelon nécessaire est au moins européen</p> <p>Peu de recherches actuelles sur l'efficacité énergétique de l'ensemble d'une filière ou d'un territoire, investissements insuffisants et cloisonnement de la recherche publique</p> <p>Peu de constructeurs de machines agricoles et de recherche actuelle sur leur efficacité énergétique en Europe</p> <p>Pas d'encouragement au développement des technologies vertes dans ce scénario</p>	<p>Recherche agronomique : variétés et itinéraires techniques réclamant moins d'azote, semis direct</p> <p>R&D : elle porte sur des filières (du producteur au consommateur) et des territoires (optique écologie industrielle) économes en énergie dans le cadre de l'espace européen de la recherche (EER)</p> <p>Transferts rapides des acquis vers les différents échelons et acteurs intéressés</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Effort de recherche sur les technologies vertes</p> <p>Travaux actuels sur l'agriculture raisonnée et sur l'agriculture de précision</p>	<p>Prix de l'énergie et prix agricoles instables</p> <p>Pas ou peu de contrainte énergétique ou carbone</p> <p>Pas de percées technologiques pour les économies d'énergie</p>	<p>Recherche agronomique : nouvelles variétés pour l'alimentation animale avec une forte rentabilité (notamment protéagineux), innovation en matière d'additifs et d'adjuvants pour améliorer l'efficacité des engrais, recherches sur l'agriculture de précision (céréales, élevage)</p> <p>R&D : techniques d'isolation thermique, biocarburants de deuxième génération, techniques de conservation des aliments</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Recherche actuelle sur l'agriculture raisonnée et sur les itinéraires à bas niveau d'intrants</p>	<p>Prix de l'énergie modéré</p> <p>Priorité à la réduction des pesticides</p> <p>Baisse de la dépense publique pour la recherche agronomique, investissements insuffisants de la recherche publique</p>	<p>Recherche agronomique : recherche et diffusion des techniques culturales simplifiées complétées par des recherches sur les techniques non chimiques de lutte contre les adventices, relance des protéagineux, innovations en matière d'additifs et d'adjuvants pour améliorer l'efficacité des engrais</p> <p>Sélection de matériel végétal plus tolérant aux basses températures pour les cultures hors sol</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Hausse des prix de l'énergie</p> <p>Volonté politique de faire de l'Europe un modèle de croissance plus sobre et plus autonome</p> <p>Contrainte carbone forte</p> <p>Entreprises européennes leaders des technologies vertes</p> <p>R&D en cours sur l'étiquetage environnemental des produits et la maîtrise énergétique</p>	<p>Faible développement actuel des recherches qui seront nécessaires pour accompagner la relance agronomique</p>	<p>Recherche agronomique : recherche sur l'intensification écologique en plaine, sur les complémentarités au sein des territoires (écologie industrielle) et l'autonomie énergétique des filières, développement et transfert de variétés productives réclamant moins d'azote, de nouvelles variétés de légumineuses et de nouveaux itinéraires techniques, semis direct</p> <p>R&D : efforts dans le domaine des technologies propres, étiquetage environnemental des produits avec un cadre et une méthodologie uniques, études systémiques pour identifier les progrès réalisables en matière de réduction des gaspillages à chaque étape des filières</p>

Objectif opérationnel : « Soutenir l'innovation en matière de performance énergétique et mettre en place un dispositif dynamique d'accompagnement »

	RESSOURCES	CONTRAINTES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Besoin de développer de nouvelles solutions techniques et organisationnelles face à un prix de l'énergie élevé</p> <p>Mise en place de stratégies locales : optimisation des échanges, meilleure définition des besoins en matière d'innovation, réactivité plus grande des acteurs</p> <p>Autonomie énergétique favorisée : soutien à l'innovation par la recherche et la mise en avant de sites pilotes exemplaires ou précurseurs</p> <p>Chambres d'agriculture disposant de moyens substantiels et existence de groupements locaux d'agriculteurs pour l'échange de bonnes pratiques</p>	<p>Organisation du système de R&D en 2010 : centralisation des moyens et configuration descendante, logique d'optimisation des systèmes existants et non de transition</p> <p>Extensification et diversification créant des besoins « éclatés » d'innovation (à une plus petite échelle ou sur des enjeux plus circonscrits)</p> <p>Contraintes budgétaires et crise de l'État, manque de ressources disponibles entre 2010 et 2020</p> <p>Risque de cloisonnement dû à la régionalisation des politiques publiques d'orientation et d'accompagnement</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Pour l'agriculture d'entreprise : intensification et ancrage dans les marchés créant des besoins en innovation et en sites pilotes, recherche de rentabilité des exploitations qui les incite à investir dans du conseil et de la formation pour évoluer</p> <p>Exploitations multifonctionnelles : agriculteurs pluriactifs recherchant du conseil hors des circuits habituels (réseaux d'agrotourisme, AB, systèmes de production moins intensifs), renforcement de ces échanges, notamment grâce aux TIC</p> <p>Développement de conseil privé mutualisé dans certaines filières</p> <p>Soutien des industriels qui peuvent investir et porter des projets R&D (OGM, batteries, biocarburants de deuxième génération)</p>	<p>Contraintes économiques : forte volatilité des prix agricoles et de l'énergie, baisse des aides PAC</p> <p>Manque de dynamisme et de soutien public pour investir dans l'innovation et l'autonomie énergétique des exploitations multifonctionnelles (la diversification des activités freine l'optimisation)</p> <p>Pour l'agriculture d'entreprise : accent mis sur le progrès technique plutôt que sur les autres composantes de l'innovation.</p> <p>Recherche de systèmes très sécurisés, engendrant une aversion au risque, d'où une moindre incitation à innover</p> <p>Manque de dialogue, partition entre deux réseaux de conseil correspondant aux deux types d'agriculture</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Pression sociétale et forts besoins d'appui technique pour la réduction de l'utilisation des phytosanitaires</p> <p>Développement plus soutenu des biocarburants de deuxième génération et des sites pilotes associés</p> <p>Recherche de niveaux élevés de production qui encourage l'innovation et la création de sites pilotes expérimentaux</p> <p>Influence des IAA qui apporte un soutien financier et logistique pour la structuration des filières et l'innovation</p> <p>Force de quelques réseaux locaux, appuyés par de grandes métropoles (cf. Lyon ou Grenoble en 2010)</p>	<p>Baisse des soutiens à court terme et des dépenses publiques pour la recherche agronomique et le développement agricole</p> <p>Évolutions par à-coups, manque de visibilité ne permettant pas de programmer et favoriser la recherche sur les moyen et long termes</p> <p>Absence de contrainte politique ou énergétique qui freine le développement d'initiatives spontanées et d'expérimentations d'économies d'énergies chez les agriculteurs</p> <p>Privatisation du conseil dans une logique de filières (fournisseurs, aval) : absence de réseau national d'innovation structuré et perte d'autonomie des exploitations dans leur gestion sous le poids de l'aval</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Consensus politique et sociétal sur les objectifs énergétiques et environnementaux</p> <p>Intensification écologique et recherche d'autonomie des exploitations : diversification des modes de production qui favorise l'innovation et la mise en place de sites pilotes (avec des objectifs différents mais complémentaires)</p> <p>Contrainte carbone forte qui incite à l'innovation et permet un retour rapide sur investissement</p> <p>Investissements massifs en R&D à partir de 2020</p>	<p>Attentisme et inertie entre 2010 et 2015 pénalisant fortement l'innovation qui a besoin de visibilité sur le moyen et long termes</p> <p>Organisation de la R&D en 2010 : centralisation des moyens, cloisonnement et configuration descendante, logique d'optimisation des systèmes existants et non de transition</p>

STRATÉGIES	
<p>Mettre en place des systèmes de soutien à l'innovation décentralisés à l'échelle des territoires et connectés entre eux</p> <p>Identifier les spécificités territoriales très tôt pour préparer l'offre de formation et d'innovation locale <i>via</i> des diagnostics territoriaux</p> <p>Mettre en place un réseau de techniciens (toutes structures) inter-régions chargé d'animer un système d'information mutualisé pour le recueil et les échanges entre territoires, afin de ne pas aller vers une ultra-spécialisation régionale</p>	<p>Faire évoluer le profil et la formation des conseillers agricoles d'une dimension « d'experts » à une dimension de « facilitateurs » et de « catalyseurs » d'innovation</p> <p>Mettre en place une certification de leurs compétences notamment sur la thématique « énergie »</p> <p>Mener une politique de mobilité des conseillers à l'échelle nationale, et impliquer les collectivités territoriales dans l'animation de ce réseau</p>
<p>Poursuivre les incitations actuelles à l'innovation et à la diffusion des meilleures pratiques pour les modes de productions intensifs, en les orientant vers l'efficacité énergétique et l'optimisation produit (qualité, santé, etc.)</p> <p>Concevoir des appels à projets élargis visant l'autonomie énergétique à grande échelle (partenariats industries - exploitations) et sur plusieurs thèmes quelles que soient la région et la production</p>	<p>Soutenir des dynamiques vertueuses en matière d'énergie à l'échelle de filières et/ou inter-territoires, notamment <i>via</i> les pôles de compétitivité, les forums d'échanges européens et les TIC</p>
<p>Insérer la thématique énergie dans les programmes de recherche sur les enjeux sanitaires</p> <p>Développer des programmes d'expérimentation et des sites pilotes sur l'agriculture et l'énergie avec une perspective et des financements de long terme</p>	<p>Maintenir des aides aux investissements pour la performance énergétique des exploitations</p> <p>Soutenir l'agriculture extensive par le soutien à l'investissement et l'implication dans des programmes d'expérimentation</p> <p>Faire évoluer les comités scientifiques des organismes de R&D en « comités d'innovation », élargis aux acteurs de la société civile</p>
<p>Faire évoluer les comités scientifiques des organismes de R&D en « comités d'innovation » élargis aux sciences sociales, aux agriculteurs innovants, à la société civile, etc.</p> <p>Mettre en place un mécanisme de soutien à la recherche et de diffusion de l'innovation sur la période 2010-2020 avec des objectifs transversaux énergie-santé-environnement</p> <p>Soutenir la mise en place et la pérennité de sites pilotes territoriaux qui auront la charge de définir les politiques agricoles régionales de demain</p>	<p>Maintenir des aides aux investissements pour la performance énergétique des exploitations</p> <p>Mettre en place un réseau de techniciens (toutes structures) inter-régions chargé d'animer un système d'information mutualisé</p> <p>Faire évoluer le profil et la formation des conseillers agricoles d'une dimension « d'experts » à une dimension de « facilitateurs » et de « catalyseurs » d'innovation</p>

Objectif opérationnel : « Former l'ensemble des acteurs agricoles aux enjeux énergétiques »

	RESSOURCES	CONTRAINTES	STRATÉGIES
SCÉNARIO 1 Territorialisation et sobriété face à la crise	<p>Existence de groupements locaux d'agriculteurs et de réseaux de partage mixtes et ascendants</p> <p>Capacité d'adaptation et d'innovation des agriculteurs en réponse au prix de l'énergie et montée en puissance des installations HCF, levier de diffusion d'innovations</p> <p>Volonté politique des régions de valoriser l'agriculture dans les dynamiques de développement territorial</p> <p>Capacité des régions à assouplir et mieux adapter l'appareil de formation, et à améliorer l'ingénierie de formation</p>	<p>Urgence face à la crise et rigidité du système de formation</p> <p>Poids de la tradition à l'échelle de la profession et des exploitations</p> <p>Patchwork régional de l'offre de formation, manque de lisibilité, contraintes budgétaires</p> <p>Manque d'articulations entre enseignements privé et public</p>	<p>Privilégier la formation continue en réponse à l'urgence pour les agriculteurs déjà installés</p> <p>Favoriser le développement de réseaux capables de mettre en œuvre des actions de formation continue et d'échange de bonnes pratiques</p> <p>Orienter les stages en alternance des candidats à l'installation sur des critères autres que géographiques (exploitations à fort niveau d'autonomie énergétique par exemple)</p> <p>Améliorer l'ingénierie de formation et la lisibilité de l'offre au niveau régional (en particulier entre enseignements public et privé)</p>
SCÉNARIO 2 Agriculture duale et réalisme énergétique	<p>Pour l'agriculture d'entreprise, organisation des filières pour assurer un fort niveau de technicité des agriculteurs, notamment <i>via</i> la professionnalisation de la formation</p> <p>Pour les exploitations multifonctionnelles : existence de groupements locaux d'agriculteurs et de réseaux de partage mixtes et ascendants</p>	<p>L'énergie n'est pas une thématique prioritaire</p> <p>La dualisation freine le développement de réseaux d'échanges et la diffusion de l'innovation</p>	<p>Replacer l'agronomie au cœur de la formation (ingénieurs et agriculteurs), en incluant la thématique « énergie » dans les référentiels de formation de l'enseignement agricole</p> <p>Favoriser la professionnalisation de l'enseignement <i>via</i> l'ouverture aux professionnels des filières (formations en alternance)</p> <p>Exploitations multifonctionnelles : conditionner l'octroi des aides à des formations en agronomie incluant la thématique énergie</p>
SCÉNARIO 3 Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	<p>Les attentes sociales en matière de santé pour réduire les émissions polluantes des circuits courts</p> <p>Intérêt des métropoles pour l'agriculture périurbaine et capacité à mettre en place des dispositifs d'accompagnement, de formation, en lien avec leurs attentes</p>	<p>Absence de signal prix sur les énergies fossiles</p>	<p>Par prévention d'une crise énergétique, diffusion de diagnostics énergétiques sur toutes les exploitations <i>via</i> la formation continue</p> <p>Développer des formations sur l'optimisation logistique des filières courtes</p> <p>Développer des formations (continue, initiale) sur les itinéraires techniques à bas niveau d'intrants</p> <p>Renforcer la thématique « énergie » dans les référentiels de formation de l'enseignement agricole</p>
SCÉNARIO 4 Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	<p>Forte prise de conscience des enjeux énergétiques et environnementaux</p> <p>Diversité et technicité accrues de la population agricole</p> <p>Existence de groupements locaux d'agriculteurs et de réseaux de partage mixtes et ascendants</p> <p>Capacité d'adaptation et d'innovation des agriculteurs en réponse aux incitations économiques (fiscalité écologique notamment)</p>	<p>Nombreuses priorités et investissements à financer, d'où des tensions sur les budgets publics</p> <p>Manque d'articulations entre enseignements privé et public</p>	<p>Favoriser la formation initiale par rapport à la formation continue (long terme) et favoriser le développement de réseaux d'échange de bonnes pratiques</p> <p>Orienter les stages en alternance des candidats à l'installation sur des critères autres que géographiques (exploitations à fort niveau d'autonomie énergétique par exemple)</p> <p>Améliorer l'ingénierie de formation du secteur public et l'articulation entre enseignements agricoles privé et public</p> <p>Améliorer les complémentarités et passerelles entre enseignement agricole secondaire et supérieur</p> <p>Renforcer la thématique « énergie » dans les référentiels de formation de l'enseignement agricole</p>

CONCLUSION DE LA TROISIÈME PARTIE

Les écarts importants de consommation d'énergie entre les quatre scénarios ont permis de révéler des marges de manœuvre pour réduire les consommations d'énergie de l'agriculture. La phase stratégique de la démarche prospective a consisté à déduire du travail exploratoire quatre grands objectifs pour l'action publique : efficacité énergétique des exploitations, des filières, objectifs de production d'énergies renouvelables et de diffusion des innovations.

De nombreuses pistes d'action sont envisageables pour atteindre ces objectifs. Les principaux enjeux qui ressortent des stratégies sont une meilleure maîtrise de la fertilisation, le développement des protéagineux et l'amélioration de l'autonomie de la « ferme France » pour l'alimentation animale. Par ailleurs, le développement de la méthanisation agricole est une stratégie qui permet de répondre à trois des grands objectifs : efficacité énergétique des exploitations, des territoires et production d'énergies renouvelables. À cet égard, un des enjeux importants est d'améliorer la valorisation des digestats issus de la méthanisation, notamment pour l'épandage, en complémentarité avec d'autres actions de maîtrise de la fertilisation azotée. Par ailleurs, les machines et les bâtiments agricoles présentent aussi des sources d'économies d'énergie importantes. Le semis direct constitue enfin une stratégie intéressante de réduction des consommations de carburant, mais qui requiert néanmoins des efforts importants en R&D.

PROLONGEMENTS

L'exercice *Agriculture Énergie 2030* a permis de faire le bilan des connaissances disponibles et de proposer des visions diversifiées de l'avenir. Les quatre scénarios exploratoires élargissent l'angle de vue et montrent que le temps qui vient, loin d'être déjà écrit, sera fait d'incertitudes et de volonté, de liberté et de nécessité, et donc de choix politiques.

« On ne saurait attendre, écrit Hugues de Jouvenel⁷⁷, d'un exercice de prospective qu'il dicte scientifiquement aux décideurs quelle option prendre. Sa vertu serait au mieux d'éclairer la route, de déceler quelles sont les tendances lourdes, les incertitudes majeures, les risques principaux de rupture, les défis auxquels on risque de se trouver exposé, les stratégies qui pourraient être adoptées, leurs avantages et leurs inconvénients respectifs. »

C'est l'ambition d'*Agriculture Énergie 2030* qui, rappelons-le, ne cherche pas à mettre en avant un scénario « souhaitable », mais à éclairer le spectre des futurs probables et des actions possibles.

Réalisé à un moment où les prix du pétrole n'étaient pas particulièrement sous les feux de l'actualité, contrairement aux années 2008-2009, cet exercice est un appel à sortir du « court-termisme ». La thématique de l'énergie est en effet trop souvent considérée comme un enjeu conjoncturel, dont on peut se détourner lorsque la contrainte économique paraît moins forte ou que d'autres enjeux semblent plus urgents. Elle est cruciale pour certaines filières agricoles particulièrement dépendantes des consommations énergétiques, alors que pour d'autres elle est dans l'ombre de priorités différentes : l'environnement et les pressions de pollution, la rentabilité ou la compétitivité économiques, les problématiques sociales. En réalité, l'énergie constitue pour l'agriculture française un enjeu structurel, une piste privilégiée pour améliorer sa compétitivité, trouver de nouveaux débouchés, être moins dépendante de l'extérieur et s'adapter aux nouvelles demandes de la société.

C'est pourquoi les mesures adoptées doivent impérativement s'inscrire dans le long terme, afin de donner une vision sur plusieurs années aux acteurs qui investissent en temps, en formation, en matériel ou en infrastructures. Les moyens financiers et humains indispensables à la mise en œuvre de politiques adaptées sont en effet importants. Ils nécessitent un cadre politique et administratif stable et bien pensé, des mesures qui ne se contredisent pas entre elles, des acteurs (institutionnels, locaux, économiques, sociaux) qui réussissent à se coordonner. Ces mesures gagneraient en outre

77. Jouvenel H. de,
Invitation à la prospective
- An Invitation to
Foresight, 2004.

à entrer en complémentarité avec d'autres actions visant à réduire les impacts environnementaux des activités agricoles. De plus, n'oublions pas que l'adaptation de l'agriculture aux nouveaux enjeux énergétiques répond aussi en partie aux enjeux climatiques.

La rédaction des scénarios et les propositions d'actions ne doivent pas être vues comme la conclusion de l'exercice mais comme un point de départ. Il appartient maintenant aux décideurs et aux acteurs de définir une stratégie cohérente et ambitieuse. Les futurs proposés ne sont pas inscrits dans le marbre. Un dispositif de veille doit permettre d'anticiper les changements, de déceler les faits porteurs d'avenir et les bifurcations possibles, qu'il s'agisse des évolutions du prix de l'énergie, des progrès technologiques, de la mise au point de biocarburants de deuxième et troisième générations, des politiques mises en œuvre dans d'autres pays dans ce domaine, des comportements de consommation ou encore des expérimentations réalisées sur tel ou tel territoire. Ce dispositif de veille sera un moyen d'actualiser les scénarios en continu. Il permettra en outre d'observer, au fur et à mesure, si l'évolution du système agriculture-énergie s'oriente plutôt vers l'un ou l'autre des scénarios.

Au cours de ce travail, de nombreuses incertitudes sont apparues et des données ont manqué à la réflexion : ces zones d'ombre sont autant de pistes d'étude et de recherche pour des travaux complémentaires, sur des thèmes dont l'exercice *Agriculture Énergie 2030* a montré l'importance. Ainsi, il convient de développer les connaissances sur les bilans énergétiques tout au long des filières agricoles. Peu d'études se sont intéressées jusqu'à présent au transport (intérieur ou extérieur) des produits agricoles et alimentaires et à son contenu énergétique. En particulier, les nombreuses recherches en cours sur le développement des circuits courts de commercialisation des produits agricoles ne devraient pas négliger cet aspect énergétique. Les connaissances sur les consommations d'énergie indirecte, notamment pour la fertilisation et l'alimentation animale, devraient aussi être développées. De manière plus globale, les comparaisons de bilans énergétiques entre exploitations agricoles doivent être poursuivies et améliorées pour mieux comprendre les écarts de consommation et d'efficacité énergétique selon les modèles de production. En l'espèce, plusieurs chantiers d'ores et déjà programmés sont à suivre de près : le perfectionnement de l'outil de diagnostic Diaterre, les analyses tirées des prochaines enquêtes sur la consommation d'énergie en agriculture (SSP, 2010-2011), etc.

La recherche agronomique est également sollicitée pour répondre à plusieurs défis : favoriser les itinéraires techniques à bas niveau d'intrants, améliorer les rendements en agriculture biologique et dans les systèmes de production intégrée, développer des variétés de céréales et d'oléagineux exigeant moins d'azote, favoriser les systèmes herbagers ou les techniques alternatives au labour. Quant au système de formation, il doit contribuer à la diffusion des innovations et à la prise de conscience de l'importance de l'enjeu énergétique pour l'agriculture.

De grands et passionnants chantiers s'ouvrent donc. Le groupe *Agriculture Énergie 2030* espère sensibiliser les acteurs de l'agriculture et, au-delà, les citoyens, à l'enjeu énergétique et lancer le débat sur les moyens d'y faire face.

4.

ANNEXES

Annexe 1.

Calendrier des séances du groupe *Agriculture Énergie 2030*

Annexe 2.

Liste des fiches-variables

Annexe 3.

Cartes synthétiques des micro-scénarios

Annexe 4.

Tableaux combinatoires des scénarios globaux

Annexe 5.

Tableaux complets des entrées et sorties Climaterre

Annexe 6.

Liste des figures et encadrés

Annexe 7.

Liste des sigles

Annexe 8.

Bibliographie

ANNEXE 1. CALENDRIER DES SÉANCES DU GROUPE AGRICULTURE ÉNERGIE 2030

19/05/09	Installation du groupe ; introduction générale à la prospective et à la méthode des scénarios.
08/06/09	<i>Brainstorming</i> sur les variables du système : regroupements, analyse et premières sélections.
29/06/09	Validation de la liste des variables et composantes ; partage de l'élaboration des fiches-variables et calendrier de travail.
15/09/09	Validation des hypothèses et construction des micro-scénarios de la composante « Contexte global ».
08/10/09	Validation des hypothèses et construction des micro-scénarios de la composante « Agriculteurs et société ».
10/11/09	Validation des hypothèses et construction des micro-scénarios de la composante « Transports, logistique et localisation ».
09/12/09	Validation des hypothèses et construction des micro-scénarios de la composante « Production agricole ».
13/01/10	Validation des hypothèses et construction des micro-scénarios de la composante « Politiques publiques et action collective ».
10/02/10	Construction des scénarios globaux (plénière puis ateliers).
26/02/10	<i>Réunion technique pour le chiffrage des paramètres d'entrée de l'outil Climaterre.</i>
10/03/10	Cohérence des scénarios : validation des chiffrages retenus et présentation des premiers résultats de l'outil Climaterre.
07/04/10	Analyse stratégique des scénarios.
06/05/10	Définition des objectifs généraux, déclinaison en objectifs opérationnels et partage de l'élaboration des analyses stratégiques.
09/06/10	Stratégies et recommandations : synthèse des stratégies proposées et pistes de recommandations. Discussion sur l'ensemble de la démarche : intérêts et limites.
08/09/10	Validation du rapport final.

ANNEXE 2. LISTE DES FICHES-VARIABLES

Les fiches-variables sont des outils de travail de la démarche, leur contenu ne représente pas les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire et n'engage que leurs auteurs.

CONTEXTE GLOBAL

Géopolitique internationale
Négociation climatique internationale
Accords commerciaux internationaux
Croissance économique mondiale, européenne, française
Prix du baril de pétrole
Prix agricoles internationaux
Changement climatique

AGRICULTEURS ET SOCIÉTÉ

Population agricole (non disponible)
Accompagnement technique et économique des agriculteurs
Modes d'organisation collective des agriculteurs (non disponible)
Organisation verticale des filières et stratégies agro-industrielles
Dialogue entre les agriculteurs et la société
Modes de consommation et alimentation

TRANSPORTS, LOGISTIQUE ET LOCALISATION

Logistique et transport de marchandises à l'échelle internationale
Division internationale du travail en agriculture
Modalités et coûts du transport de marchandises en Europe
Urbanisation et mobilité
Localisation des activités agricoles et alimentaires

PRODUCTION AGRICOLE

Aspects énergétiques :

Performance énergétique du machinisme agricole
Gestion de l'azote
Alimentation animale
Performance énergétique des bâtiments agricoles
Développement des énergies renouvelables hors biomasse sur les exploitations agricoles
Production de bioénergies

Aspects non énergétiques :

Évolution des structures et rapport capital / travail en agriculture (non disponible)
Surface Agricole Utile en France
Assolement et rotations de la « ferme France »
Systèmes de production et itinéraires techniques agricoles

POLITIQUES PUBLIQUES ET ACTION COLLECTIVE

Politique environnementale et climatique
Politique énergétique
Politiques d'aménagement du territoire
Politique agricole européenne
Politiques agricoles et politiques de développement des régions

On trouvera ci-après deux exemples de fiches-variables. L'ensemble de ces fiches est dans la version électronique du rapport.

Cette fiche-variable ne représente pas les positions officielles du MAAPRAT. Elle n'engage que ses auteurs.

FICHE-VARIABLE

PRIX DU BARIL DE PÉTROLE

Jacques Blondy¹
Pierre Papon²

Septembre 2009

Définition de la variable

Le prix du baril de pétrole brut est une cotation établie à partir des déclarations de transactions entre les producteurs et les utilisateurs. Si le marché est mondial, il existe cependant des différences de prix qui s'expliquent par la géographie (répartition des gisements et des zones de consommation) et la qualité du brut. Souvent, la cotation annoncée par la presse est celle du WTI, pertinente pour l'Amérique du Nord³. Comme pour les autres marchés de matières premières, il existe des produits dérivés, notamment des marchés à terme. Par conséquent, les investisseurs y jouent un rôle majeur, rendant le marché plus volatil que ne le voudrait le simple reflet de l'activité.

La variable est centrée sur le seul prix du baril de pétrole, car on peut considérer que le prix du gaz naturel suit avec un temps de latence les évolutions du prix du brut⁴.

Indicateurs pertinents de la variable

- La cotation Brent du baril de pétrole brut en \$
- La parité euro/dollar

Le prix du baril de pétrole brut est coté en \$, or en Europe la plus grande partie du marché des produits qui en sont dérivés se fait en €. La parité €/ \$ est donc un paramètre important pour l'explication de cette variable, d'autant que le marché montre une tendance à corriger une dépréciation du \$.

- Les indicateurs d'activité économique (PIB, croissance, etc.)

Les transports représentent la moitié de la consommation de produits pétroliers, l'activité économique fournit donc un élément majeur d'interprétation du marché. D'autres facteurs apparaissent : dans les pays de l'OCDE, la stagnation voire la décroissance démographique et le vieillissement de la population influent à la baisse sur le niveau de la demande. Les économies d'énergies déjà prises en compte en Europe et au Japon sont à l'ordre du jour en Amérique du Nord. Elles tendent donc à rendre la

croissance de la demande moins que proportionnelle à la croissance économique.

- La répartition de la consommation mondiale de pétrole
- Le volume de production du brut : mesuré en millions de baril par jour (Mb/j)
- La capacité de raffinage, qui doit arbitrer son activité entre le volume de la demande en produits raffinés et l'offre de brut.

Acteurs concernés par la variable

- Les producteurs de pétrole brut

Ce sont très majoritairement des compagnies nationales chargées par l'État producteur de gérer l'exploration et les sites de production, seules ou en association avec d'autres partenaires, les compagnies privées.

- Les raffineurs de pétrole

Ce sont majoritairement des producteurs de brut (compagnies nationales ou privées). Il y a aussi des compagnies exclusivement actives dans le raffinage, plus exposées que les précédentes aux fluctuations du prix du baril en l'absence d'un adossement stable à la ressource. Les raffineries sont des investissements lourds, amortis sur de très longues périodes.

- Les distributeurs de produits raffinés

Les raffineurs sont souvent distributeurs de produits pétroliers, mais il existe un grand nombre de distributeurs non raffineurs, spécialisés ou non. Dans les pays de l'OCDE, les prix des produits raffinés sont soumis aux lois de la concurrence et sont directement liés au prix du baril. Des tensions entre offre et demande peuvent créer des fluctuations saisonnières de prix.

- L'OPEP

L'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) est une organisation intergouvernementale créée en 1960 qui agit comme un cartel visant à négocier avec les sociétés pétrolières, pour tout ce qui touche à la production de pétrole, son prix et les futurs droits de concessions.

1. Directeur du développement agricole, Total.

chimie industrielles de la ville de Paris.

2. Professeur émérite à l'École supérieure de physique et de

3. USA et Canada.

4. L'hypothèse d'une rupture entre prix du pétrole et prix du gaz naturel due au développement des ressources non conventionnelles fait l'objet

d'une discussion dans le rapport final d'Agriculture Énergie 2030 et n'est pas retenue ici.

Rétrospective de la variable

Tendances lourdes et tendances émergentes

Tendance lourde 1 : Une évolution liée aux événements géopolitiques et aux politiques énergétiques

Le pétrole a longtemps été une denrée peu chère, permettant l'essor économique des États-Unis et des pays européens. Ainsi, entre 1930 et 1973, son cours a évolué entre 10 et 15 \$ le baril (dollars 2004).

La création de l'OPEP en 1960 n'a dans un premier temps pas entraîné de modification des prix.

C'est le début de la guerre du Yom Kippour entre la Syrie, l'Égypte et Israël, le 5 octobre 1973, qui est

à l'origine du premier choc

pétrolier : l'embargo de l'OPEP

envers les pays occidentaux

qui soutiennent Israël se traduit

par une réduction de la

production et provoque une

multiplication par quatre du

cours en cinq mois, d'octobre

1973 à mars 1974. Par la suite,

le 7 janvier 1975, les pays de

l'OPEP s'entendent pour aug-

menter le prix du pétrole brut

de 10%. La révolution iranienne

en 1979 puis la guerre entre

l'Iran et l'Irak, en septembre

1980, provoquent un deuxième

choc pétrolier en raison de la

réduction considérable des exportations de ces pays :

le baril de pétrole passe de 14 \$ courants en 1978 à

35 \$ courants en 1981.

Cette forte augmentation du prix aura deux consé-

quences : du côté de l'offre, elle va permettre l'arrivée

sur le marché de pétrole dont l'exploitation n'était

jusqu'à pas rentable, provenant principalement

du Mexique, de l'Alaska et de la mer du Nord ; du

côté de la demande, elle va accentuer la réduction

de la consommation, engagée à la suite du premier

choc pétrolier, à travers des politiques d'économie

d'énergie et de diversification. Ainsi, la France lance

en 1974 son premier programme électronucléaire et

la construction de 16 tranches de 900 mégawatts

chacune.

En conséquence, les prix du pétrole vont diminuer,

voire s'effondrer en 1986, et ce malgré la réduction

de près de moitié de la production des pays de

l'OPEP. Pendant les années 1990, les prix du pétrole

brut exprimés en dollar évoluent autour de 20 \$.

Les périodes de forte volatilité se limitent à 1990-1991

(l'invasion irakienne du Koweït entraîne une hausse

du prix du pétrole entre août et décembre 1990) et à

1998, à la suite de la crise financière des pays d'Asie

du Sud-Est, qui entraîne une chute brutale des prix

jusqu'en février 1999, où ils atteignent 10 \$ le baril.

Après la crise dans les pays émergents (1998-1999),

la reprise économique qui a suivi a engendré une

demande en croissance rapide après 2000. À par-

tir de 2004, les capacités de raffinage en état de

fonctionner ont connu jusqu'à la mi-2008 un taux

d'occupation très élevé, tirant la demande en brut

et les prix vers le haut. Cette tendance haussière a

été accentuée par la dépréciation du \$ par rapport à

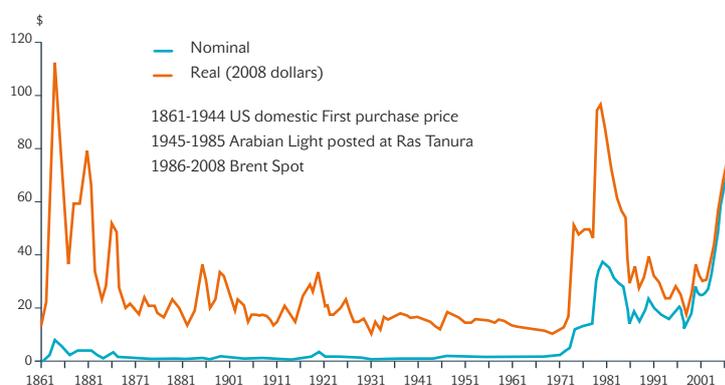
l'€, passé de 0,82 \$/€ à 1,43 \$/€ de janvier 2002 à

août 2009.

Après la mi-2008, l'effondrement de la demande

et, en 2009, le démarrage de plusieurs raffineries

Figure 1 - Rétrospective de la variable



Source : Energy Information Administration

nouvelles ramènent le prix du brut d'abord à 40 \$

en décembre 2008 puis aux alentours de 60 \$ début

juillet 2009 et 70 \$ à la mi-août 2009, durant la

driving season, pourtant peu accentuée cette année-là.

Le marché semble cependant avoir largement anti-

cipé la période des cyclones (septembre-octobre aux

États-Unis), cause de la fermeture de nombreuses

raffineries du Golfe du Mexique.

Tendance lourde 2 : La forte corrélation entre la demande de pétrole et la croissance économique

La crise financière de 2008 a provoqué une chute

de la demande de l'ordre de 2%. Elle est passée de

85,3 Mb/j en 2007 à 83,1 Mb/j en 2009. Dans le

même temps, les prix exprimés en \$ chutaient de 50%

et d'environ 10% en €. Ces évolutions confirment la

forte corrélation entre la demande de pétrole et la

croissance économique. Selon la direction générale

du trésor et des politiques économiques (DGTPE), la

demande de pétrole brut suit la croissance de l'éco-

nomie mondiale. Une augmentation du PIB mondial

de 3,5% entraîne une augmentation de la demande

de 2% par an (soit 2 millions de barils/jour).

Tendance lourde 3: L'OPEP reste prépondérante

Les pays de l'OPEP, parmi lesquels les pays du Moyen-Orient, occupent une place prépondérante, concentrent plus de 60 % des réserves mondiales actuelles de pétrole et contrôlent 33 % de la production. En outre, les coûts de production de certains gisements d'Arabie Saoudite et du Koweït sont parmi les moins élevés du monde (moins de 10 \$ le baril). En période de prix bas, ces gisements sont davantage sollicités pour satisfaire la demande. Se pose donc la question de la volonté et de la capacité des compagnies nationales contrôlant ces ressources de servir de variable d'ajustement.

Tendance lourde 4: L'importance croissante des compagnies nationales

La place des compagnies nationales a été croissante depuis les années 1960. Elles captent ainsi la rente pétrolière qu'elles cherchent désormais à gérer en fonction de leurs objectifs politiques.

Tendance émergente: Les pays émergents jouent un rôle croissant sur le marché du brut

L'Amérique du Nord (25 % de la demande pétrolière) et l'Europe (16 %) dominent encore le marché mais les BRIC (Brésil, Russie, Inde, Chine) prennent une place croissante et représentent déjà plus de 16 % de la demande pétrolière. Le déplacement de la demande vers les pays émergents s'accompagnera d'une refonte de la carte du raffinage : fermetures dans les pays OCDE, ouvertures dans les pays non OCDE.

Prospective de la variable

Incertitudes majeures

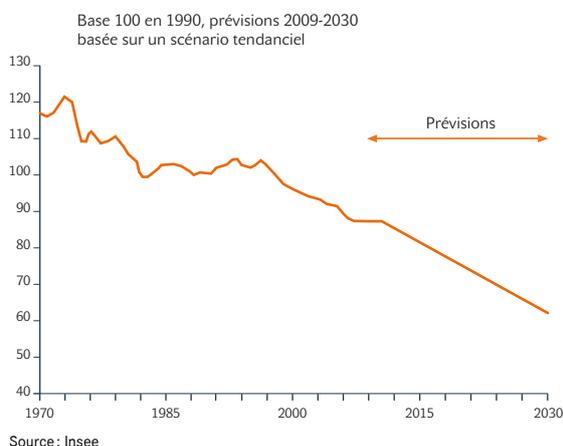
La durée et l'intensité de la récession économique

Le découplage entre croissance économique et consommation énergétique

Le scénario de référence de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) retient une progression de 1,4 % par an en moyenne, ce qui ferait passer la demande en pétrole de 79 millions de barils/jour en 2003 à 115 millions de barils/jour en 2030. L'AIE estime en effet que si la croissance de la demande suit celle du PIB, elle est toutefois plus lente depuis 1976 en raison de la diminution de l'intensité de la croissance en pétrole. Celle-ci devrait encore baisser de 34 % entre 2002 et 2030, après une chute de 46 % entre 1973 et 2002. La demande croîtrait essentiellement dans les pays en développement qui entrent dans la phase la plus intensive en énergie de leur développement (+ 3,4 % par an en Afrique et en Chine). En valeur absolue, les pays en voie de développement, et surtout ceux d'Asie, seraient responsables de près des trois quarts de la croissance de la demande mondiale

(26 millions de barils/jour sur 36 millions de barils/jour au total).

Figure 2 - Intensité énergétique du PIB français



La vitesse d'adoption et le niveau d'ambition des politiques de lutte contre le changement climatique

L'AIE a réalisé une étude sur l'impact des mesures actuellement discutées par les gouvernements en matière de lutte contre les gaz à effet de serre sur la consommation de pétrole. Elle estime que la demande pourrait diminuer de 12,8 millions de barils/jour d'ici 2030 par rapport au scénario de référence, ramenant la demande de produits pétroliers aux environs de 100 Mb/j.

Les réserves exploitables

Le volume des réserves exploitables à l'horizon 2030 est plutôt fonction du prix du baril que l'inverse. En effet, un prix du pétrole peu rémunérateur restreint les réserves économiquement exploitables. Au fur et à mesure que le prix du baril augmente, la mise en œuvre de technologies plus sophistiquées et plus coûteuses permet l'exploitation de nouvelles découvertes plus difficiles d'accès (champs en eaux profondes, bruts lourds et bitumineux), la réouverture de puits obsolètes, l'amélioration du taux de récupération du brut (qui reste encore très limité). Suivant les types de réservoirs, la récupération varie de 10 % à un peu plus de 50 % pour les gisements de pétrole. Pour les gisements de gaz seuls, cela atteint souvent 60 % à 80 %. En outre, de nouvelles unités de raffinage de forte capacité démarrent, sans une compensation intégrale des volumes par la fermeture d'installations anciennes de faible production. Le raffinage de pétrole passe d'une situation de fonctionnement à pleine capacité à une situation de forte surcapacité qui pourrait perdurer jusqu'en 2015. Au-delà, le niveau de surcapacité dépendra des investissements

finalement menés à leur terme. Le parc de raffinage mondial devrait en sortir modifié, produisant davantage de produits légers et en particulier de distillats, et avec un déplacement vers les pays producteurs (Moyen-Orient) et émergents (BRIC).

Les aléas géopolitiques

- La guerre en Irak : sabotages à répétition des infrastructures pétrolières qui maintiennent la production à un niveau inférieur de 40 % par rapport à celui d'avant-guerre.
- Le programme nucléaire en Iran : Téhéran pourrait riposter à toute sanction prise à son encontre en coupant ses exportations, estimées à 2,7 millions de barils par jour.
- Le blocage du détroit d'Ormuz (passage stratégique qui voit transiter près de 20 % de la production mondiale de brut), pourrait être déclenché par des actions terroristes ou une réaction de l'Iran suite à une intervention militaire israélienne ou américaine.
- Le mouvement séparatiste au Nigeria : prises d'otages et attaques de sites pétroliers ont fait chuter la production de plus de 20 %.
- Le contrôle étatique du pétrole en Amérique latine : retour au « nationalisme pétrolier » et menaces d'interrompre les exportations vers certains pays du Nord.

Hypothèse 1

Plafonnement de la demande et de l'offre (100 Mb/j)

Une croissance économique soutenue et régulière au cours de la période 2010-2030 favorise la reprise de la consommation de produits pétroliers à un rythme moins rapide que celui de la période 2000-2008 pour atteindre un plateau aux environs de 100 Mb/j. Les économies d'énergie, le transfert vers des énergies alternatives (notamment le gaz naturel et l'électricité nucléaire dans l'industrie et le chauffage et, de façon plus marginale, l'utilisation de la biomasse dans le transport et la pétrochimie) contribuent à la stabilisation de la demande. Les investissements soutenus en exploration, production et raffinage sont suffisants pour répondre à cette demande. Les risques géopolitiques évoqués plus haut n'affectent pas davantage la variable que cela n'a été le cas au cours de la période récente. Il en résulte un prix moyen du baril autour de 60 \$ à 80 \$ (2009). La parité €/ \$ influe sur le niveau du cours exprimé en € : 50 à 55 €.

Hypothèse 2

Un fort déséquilibre offre/demande

La croissance économique s'emballe et la demande en produits pétroliers tend à excéder les 100 Mb/j. Aucune politique climatique ou énergétique ambitieuse ne vient freiner une demande en très forte

croissance, en particulier dans les pays émergents (Chine en tête), qui atteignent un stade de développement où la consommation d'énergie croît beaucoup plus vite que le PIB. Les investissements en exploration-production sont insuffisants pour répondre à la demande. Un événement politique majeur trouble l'approvisionnement pétrolier des pays de l'OCDE et des BRIC.

Si un ou plusieurs de ces événements se produisent, le prix du baril connaît une forte augmentation, dépassant les 120 \$ (> 80-85 €) jusqu'à un pic de 150 \$ ou plus. Ce nouveau choc pétrolier provoque une récession économique qui ramène en fin de période le prix du baril en dessous de celui de l'hypothèse 1.

Plutôt qu'un scénario continu au cours de la période 2010-2030, il est plus probable d'assister à une succession de phases, d'abord celle correspondant à l'hypothèse 1 à moyen terme, puis celle correspondant à l'hypothèse 2 dans le cas où l'un ou l'autre des facteurs déclenchants se produit. Cette succession de phases peut se répéter au cours de la période. Si elle se répétait plus d'une ou deux fois, il en résulterait une situation de rupture.

Hypothèse 3

Crise financière de l'offre

La succession de périodes de crise est fortement dommageable à la rénovation de l'outil de production. Les investisseurs privés et nationaux sont découragés d'investir à aussi long terme dans un environnement aussi peu stable sur les plans économique et politique. La production se replie sur des champs d'exploitation aisée (Moyen-Orient) et/ou politiquement stabilisés. La très forte récession s'accompagne, en l'absence de conflit armé majeur, d'un effondrement de la demande. Après le pic de la dernière crise, le prix du baril reste durablement inférieur à 50 \$. Il rend caduc tout projet d'investissement en matière d'exploration-production et raffinage, d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique. *De facto*, il y a une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Hypothèse 4

Prix durablement hauts

La sortie de la crise est assez lente et les plans de relance se focalisent sur les industries traditionnelles pourvoyeuses d'emploi, sans transition vers des technologies plus propres. Les pouvoirs publics n'incitent pas à l'amélioration de l'efficacité énergétique, font peu d'efforts financiers pour la recherche et n'encouragent pas le développement de technologies vertes. Les compagnies pétrolières, notamment les

grandes entreprises nationales, négligent fortement les investissements dans l'outil de production ainsi que les efforts de R&D. Au moment du retour à une croissance économique forte et soutenue, les pays développés et les grands pays émergents se retrouvent ainsi sans alternative compte tenu de la forte inertie technologique dans les secteurs de l'énergie et du transport. Des troubles géopolitiques persistants dans certaines zones de production viennent encore aggraver la forte tension sur le marché du pétrole, propulsant durablement le baril entre 100 et 150 \$. Le monde apprend à vivre avec un prix des énergies fossiles très élevé en cherchant dans la précipitation des solutions partielles (réorganisations subies, énergies de substitution). Le pétrole est très majoritairement réservé aux transports, secteur pour lequel on ne dispose pas d'alternative déployable à grande échelle.

Cette fiche-variable ne représente pas les positions officielles du MAAPRAT. Elle n'engage que son auteur.

FICHE-VARIABLE

GESTION DE L'AZOTE

Jean-François Baschet¹

Décembre 2009

Définition de la variable

Les plantes ont besoin d'au moins 16 éléments nutritifs essentiels pour accomplir leur cycle de croissance et parmi ceux-ci trois en quantités importantes : l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). L'azote est l'élément le plus important. Les besoins, c'est-à-dire les quantités d'azote prélevées dans le sol par les plantes, dépendent essentiellement du rendement et de l'espèce (par exemple, par quintal de grain produit, 2 kg pour le maïs grain, 3 kg pour le blé tendre, 4,5 kg pour le tournesol, 6,5 kg pour le colza). Les plantes s'alimentent essentiellement à partir de l'azote minéral du sol, à l'exception des légumineuses (fourrages comme la luzerne ou le trèfle, ou plantes à graines comme le soja, le pois ou la féverole) qui ont la spécificité de fixer l'azote de l'air grâce à des bactéries présentes au sein d'organes racinaires (les nodosités). Les fournitures d'azote ont pour origine le sol (azote minéral, ammoniacal et surtout nitrique, présent dans le sol au départ de la végétation ou provenant de la minéralisation d'une partie de la matière organique au cours de la période de végétation) et les apports de fertilisants, organiques et/ou minéraux.

Les apports organiques sont constitués pour la plus grande part par les effluents animaux (fumier, lisier, fientes) et pour une part beaucoup plus faible de déchets comme les boues de stations d'épuration ou les vinasses. Les apports minéraux (ou de synthèse) sont apportés essentiellement sous forme d'urée et, surtout en France, sous forme de nitrate d'ammoniaque (ammonitrate). Ils sont fabriqués à partir de l'ammoniaque, elle-même issue de la synthèse de l'air et d'une forme d'hydrogène dont la source provient du gaz naturel (70 %), et du charbon (25 %, essentiellement en Chine). **La matière première constituée par ces énergies fossiles constitue une part très importante du coût de fabrication de ces engrais azotés minéraux.**

La gestion de l'azote consiste à équilibrer au mieux les besoins de la plante cultivée et les différentes fournitures d'azote dont elle peut bénéficier à chaque phase de la période végétative.

Cet équilibre se calcule notamment sous forme de bilan azoté annuel en unité fertilisante N avec comme « entrée » les apports minéraux et organiques, la fixation par les légumineuses et comme « sortie » les exportations par les produits récoltés. Il est à noter que la teneur en N est très variable selon les fertilisants, en particulier pour les fertilisants organiques. Un déficit en azote peut amoindrir la fertilité du sol et les rendements, voire la qualité du produit (par exemple, la teneur en protéine, pour le blé). À l'opposé, un excédent d'azote au-delà des besoins immédiats des cultures est source d'inefficacité économique mais surtout d'une atteinte potentielle à l'environnement (dégradation de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines résultant de teneur trop élevée en nitrate et phénomène des algues vertes). D'autre part, un élément nouveau est intervenu avec l'enjeu du changement climatique : au moment de l'épandage de l'azote minéral, il y a émission de protoxyde d'azote dont le « pouvoir réchauffant » est environ 300 fois celui du CO₂. Cette émission, avec les modalités de calcul qui, au stade actuel, sont assez frustes, représenterait environ la moitié des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'agriculture (environ 8 % à 9 % de l'ensemble des émissions de la France). Par ailleurs, la fabrication de l'engrais azoté minéral est, elle-même, fortement émettrice de GES.

Indicateurs pertinents de la variable

Évolution de l'utilisation d'azote minéral (en tonnes d'unités fertilisantes)

Contrairement aux produits phytosanitaires pour lesquels il est possible de dire que le premier kg utilisé est susceptible d'avoir un impact négatif sur l'environnement, pour l'engrais azoté, c'est l'excédent des apports par rapport aux besoins des plantes qui est susceptible d'affecter potentiellement la qualité des eaux. Par contre, sur l'enjeu plus nouveau du changement climatique, cet indicateur prend une certaine pertinence.

Part des différentes formes d'azote dans l'ensemble de la fertilisation azotée (niveau infra-national)

Part en azote minéral, en azote organique et en azote correspondant à la fixation par les légumineuses.

1. Chargé de mission évaluation agro-environnement, forêts,

développement durable, Centre d'études et de prospective, MAAP.

Solde du bilan azoté² - bilan CORPEN (niveau infra-national)

Solde entre les « entrées » d'azote « au champ » et les « sorties » d'azote à travers les exportations par les plantes (bilan CORPEN³ ou « à la parcelle », le plus couramment utilisé et quantifié⁴). Il existe par ailleurs le bilan dit « à l'exploitation » : les entrées correspondent à l'ensemble de l'azote entrant sur l'exploitation (engrais minéral, aliments pour animaux et éventuellement d'engrais organique provenant d'autres exploitations); les sorties correspondent à l'ensemble de l'azote sortant de l'exploitation (produits végétaux et animaux), éventuellement d'engrais organique.

Rapport entre évolutions « en volume » des produits de « grandes cultures » et évolution de l'utilisation d'azote minéral (en unités fertilisantes)

Les « grandes cultures représentent la plus grande part » de l'utilisation de l'azote minéral. L'évolution de ce rapport est un bon *proxy* pour apprécier comment évolue l'efficacité quant à la fertilisation minérale.

Évolution du rapport de prix entre ceux des « grandes cultures » et celui de l'engrais azoté minéral

L'application de doses croissantes entraîne des rendements croissants jusqu'à une production maximale. La dose optimale « technico-économique » pour l'agriculteur dépend du rapport de prix entre celui des produits agricoles, en particulier ceux des « grandes cultures » et le prix de l'unité d'azote minéral. Des prix de produits agricoles plus élevés (comme ceux de la campagne 2007-2008) sont un facteur puissant d'intensification. À l'inverse, des prix de produits plus faibles (comme par exemple, ceux induits par la réforme de la PAC de 1992) ou un renchérissement du prix de l'azote minéral du fait de la hausse notamment de la matière première utilisée pour la fabrication (gaz naturel) ou d'une taxation, est un facteur d'une certaine « désintensification ».

Part des légumineuses dans les terres arables hors jachères et prairies temporaires

Les légumineuses ont la faculté de fixer l'azote de l'air : c'est un moyen économique de gérer l'azote, en particulier dans un contexte de renchérissement important du prix de l'azote minéral et de limitation des émissions de GES.

2. Cet indicateur, relativement facile à calculer, est largement utilisé pour estimer les risques potentiels quant à une dégradation de la qualité des eaux; c'est notamment la raison pour laquelle c'est l'indicateur d'impact proposé par la Commission européenne

sur l'enjeu eau, dans le cadre de l'évaluation des nouveaux programmes de développement rural 2007-2013.

3. Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les nitrates.

Évolution des cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) dans les terres arables hors jachères et prairies temporaires

Pour diminuer les risques de lessivage de l'azote en période hivernale, facteur essentiel de dégradation de la qualité des eaux, il est nécessaire que le sol soit couvert soit par des cultures d'hiver ou des prairies soit, pour les parcelles qui seront ensemencées en cultures de printemps, par des cultures implantées en fin d'été qui piègent l'azote. Ceci est particulièrement important les années où il y a un reliquat important d'azote à la récolte du fait notamment de rendements plus faibles que prévus en raison de mauvaises conditions climatiques en fin de végétation (échaudage du blé, etc.).

Part des superficies en blé bénéficiant d'un ajustement des doses d'azote⁵ en cours de végétation

Selon le rendement espéré, l'ajustement de l'azote minéral aux besoins de la plante en cours de culture permet de limiter les fuites d'azote. Il est d'autant plus nécessaire que la hausse des rendements accroît les besoins en azote et augmente les risques de pollution.

Part des superficies en blé faisant l'objet d'un fractionnement de l'apport d'azote minéral en au moins trois apports

Pour être totalement efficace, l'ajustement de la fumure azotée doit s'accompagner d'un fractionnement des doses d'azote tout au long de la croissance du blé. Permettant d'adapter les apports aux besoins de la plante à un moment donné, le fractionnement limite les risques de lessivage de l'azote non consommé dans le sol.

Acteurs concernés par la variable

Il y a d'abord les acteurs de la production agricole :

- les agriculteurs qui assurent au quotidien, par leurs décisions en matière d'assolement, d'itinéraire technique, la gestion de l'azote;
- les fabricants d'engrais et distributeurs (les grandes coopératives d'approvisionnement). Les deux grands fabricants d'azote minéral commercialisé en France sont des acteurs importants du secteur du gaz naturel (groupe norvégien Yara et groupe Total);
- les fabricants de matériel d'épandage (mise au point de matériel adaptant la dose épandue au potentiel de

4. GraphAgri 2009, page 16.

5. Les deux indicateurs (ajustement et fractionnement des doses d'azote minéral), qui peuvent être quantifiés grâce aux enquêtes pratiques culturelles « grandes cultures » du SSP (1994, 2001, 2006 et prévue

en 2011) sont un bon proxy pour apprécier l'évolution des pratiques de fertilisation azotée au niveau des agriculteurs, sachant que ces indicateurs peuvent être fournis par région ou par taille des exploitations.

rendement au niveau infra-parcelle - « agriculture de précision ») ou limitant les émissions de protoxyde d'azote lors de l'apport d'azote minéral ;

- les clients des agriculteurs, c'est-à-dire les acheteurs de produits agricoles qui peuvent notamment imposer des normes qui ont des impacts sur la gestion de l'azote (par exemple, un taux minimum de teneur en protéine pour le blé) ;

- **l'ensemble du système de recherche fondamentale et appliquée et de développement** ; les instituts techniques par la mise au point « d'outils de pilotage » (Jubil, Ramsés, Hydro N) permettant d'ajuster les apports en fonction de l'azote minéral contenu dans le sol en sortie d'hiver, de l'azote contenu dans la plante et des besoins de la culture. Les distributeurs peuvent être également prescripteurs de conseils en matière de fertilisation.

Acteurs publics de différents niveaux, en lien avec les risques pour l'environnement :

- **le niveau européen** : la Commission européenne (directive Nitrates et, à court et moyen termes, la définition de la politique de lutte contre le changement climatique) ;

- **le niveau national** : les ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture (législations et réglementations - déjà anciennes - relatives aux installations classées impactant la gestion de l'azote organique ; mise en œuvre de la directive Nitrates ; mise en œuvre de la politique de lutte contre le changement climatique) ;

- **le niveau départemental** : application de la réglementation relative aux installations classées ; mise en œuvre de la directive Nitrates à travers les programmes d'actions départementaux (1997-2000, 2001-2004, 2004-2008, 2009-2012) ;

- **le niveau local** : les communes, EPCI responsables de la distribution de l'eau potable ; les prestataires privés (Véolia, Suez-Lyonnaise, SAUR).

Les associations de protection de l'environnement, en particulier dans les régions où la pollution des eaux par les nitrates est particulièrement importante.

Les agences de l'eau.

Le CORPEN : lieu important de concertation, instance d'expertise et force de proposition (travaux sur l'intérêt des bandes enherbées pour limiter le lessivage de l'azote ; sur les coefficients pour le calcul des émissions d'azote organique par catégorie d'animaux).

6. Afin d'apprécier les tendances de fond que ce soit au niveau de la production, de l'utilisation d'azote ou de prix, tous les graphiques sont en moyenne triennale glissante.

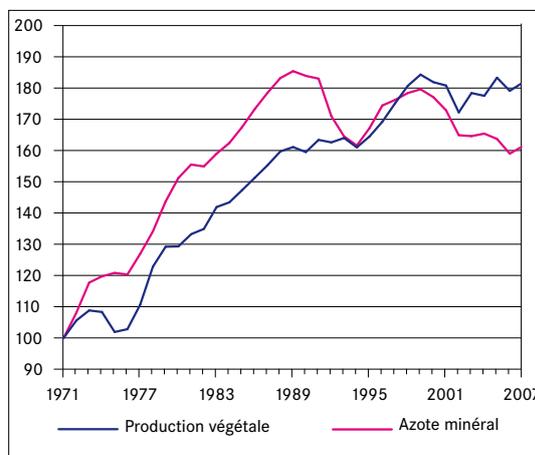
Rétrospective de la variable

Tendances lourdes et tendances émergentes

Augmentation très importante de l'utilisation de l'azote minéral jusqu'à la fin des années 1990, puis stabilité

Jusqu'à la fin des années 1990, il y a eu une forte augmentation de la production végétale, notamment celle des « grandes cultures », qui est due pour l'essentiel à un accroissement du rendement permis par le progrès génétique. Comme les besoins en azote sont directement fonction du rendement, ceci s'est traduit par un recours très important à l'azote minéral dont l'utilisation a presque doublé entre 1970 et 1990 (cf. graphique 1). Ce recours à l'azote minéral qui, sur le plan technique, est plus facile à piloter que l'azote organique, a été d'autant plus nécessaire que durant cette période, il y a eu un fort recul du système polyculture-élevage où les légumineuses fourragères tenaient une place importante.

Graphique 1 - Évolution de l'utilisation d'azote minéral (en unités fertilisantes) et du « volume » de la production végétale entre 1970 et 2008 (moyenne triennale glissante⁶ : base 100 en moyenne 1970-71-72)



Sources : Agreste (GraphAgri 2009) et Insee (compte national de l'agriculture)

La réforme de la PAC de 1992, caractérisée par un découplage du soutien public (il n'était plus fonction du rendement de l'année de la culture), s'est traduit par un changement du rapport de prix entre produits agricoles et intrants (notamment l'azote minéral) et par un recul important de la surface à fertiliser du fait de l'obligation de jachères. Depuis lors, l'utilisation de l'azote minéral stagne autour de 2,3 millions de tonnes d'unités fertilisantes pour un maximum de 2,7 millions à la fin des années 1990.

Les « grandes cultures » représentent la plus grande part de l'utilisation de l'azote minéral, le

Tableau 1

Culture	Superficie		Utilisation d'azote minéral	
	Millier ha	En % de l'ensemble	Millier de tonnes d'unités fertilisantes	En % de l'ensemble
Blé tendre	4 897	19,4	835	35,2
Maïs grain	1 754	7,0	276	11,7
Colza	1 176	4,7	203	8,6
Orge et escourgeon	1 522	6,0	195	8,2
Blé dur	339	1,3	57	2,4
Betteraves industrielles	409	1,6	51	2,2
Total « grandes cultures »	10 097	40,0	1 617	68,3
Prairies permanentes	6 912	27,4	267	11,3
Prairies temporaires	2 873	11,4	181	7,6
Maïs fourrage	1 385	5,5	103	4,3
Total surfaces fourragères	11 170	44,3	551	23,3
Autres cultures	3 958	15,7	201	8,5
Ensemble	25 225	100,0	2 369	100,0

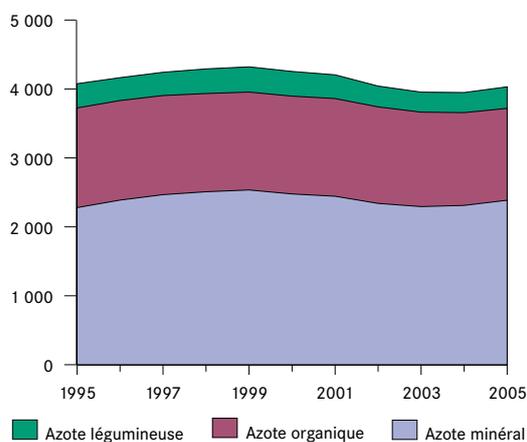
Dans le poste « autres cultures », il y a aussi des « grandes cultures » : tournesol, autres céréales à paille, pommes de terre et autres cultures industrielles
Source : SSP, Agreste Primeur n° 123, avril 2003

Tableau 2

Culture	Part de la superficie recevant un apport organique (en %)	Part de la superficie recevant un apport minéral (en %)	Dose moyenne d'azote minéral sur les parcelles fertilisées (en kg par ha)
Blé tendre	8	98	165
Blé dur	3	98	176
Maïs grain	31	96	156
Maïs fourrage	82	89	78
Orge	9	98	130
Colza	19	98	165
Tournesol	12	70	56
Pois protéagineux	3	1	
Betteraves sucrières	50	95	108
Pommes de terre	46	99	159
Prairies temporaires	34	76	76
Prairies permanentes « intensives » (2006)	15	64	72
Prairies permanentes « ensemble » (1998)	33	63	64

Sources : Enquête pratiques culturales 2006 (Agreste-Données en ligne) et enquête prairies 1998

Graphique 2 - Évolution des apports d'unités fertilisantes par type d'azote (en millier de tonnes)



Source : Bilans azotés annuels établis par le SSP Toulouse

blé tendre 35% à lui tout seul (cf. tableau 1).

L'azote organique représente environ 1/3 de l'ensemble des apports d'azote et l'azote fixé par les légumineuses environ 8%. Sur la période 1994-2006, ces deux types d'apports sont en diminution, du fait notamment, pour l'azote organique, du recul du cheptel, en particulier des vaches laitières. Les bovins représentent environ 76% de l'azote organique, les porcins 8%, les ovins et volailles, 6% chacun⁷.

Le type d'apport azoté et le niveau de fertilisation minérale sont fonction des espèces cultivées et de la disponibilité d'azote organique. L'azote organique est surtout épandu sur les cultures de printemps, le maïs fourrage en particulier, qui un très bon « transformateur de lisier ». Une part importante des prairies ne fait l'objet ni d'apports d'azote organique en dehors de celui apporté naturellement par les herbivores au pâturage, ni de fertilisation azotée minérale.

La gestion de l'azote est très influencée par les politiques environnementales

La directive Nitrates (1991) s'est traduite par la délimitation de « zones vulnérables » (50% de la SAU en France, dont la totalité de la Bretagne et une bonne part des zones de grandes cultures du bassin parisien) : la teneur en nitrates y étant trop élevée, il était donc nécessaire de prendre des mesures pour que les pratiques agricoles liées à la fertilisation azotée soient moins préjudiciables au milieu naturel (mise en œuvre à travers des programmes d'actions départementaux faisant l'objet d'un encadrement national) Au fur et à mesure des différents programmes (1997-2000, 2001-2004, 2004-2008 et 2009-2012), les contraintes environnementales ont été renforcées : initialement plafonnement de la quantité maximale d'azote organique épandue, dispositions relatives à l'épandage des effluents, etc. pour les élevages, puis obligation d'enregistrement et de couverture hivernale des sols pour les grandes cultures.

Des projets de taxation de l'azote (soit sur l'azote minéral utilisé, soit sur les excédents au niveau des exploitations) ont été envisagés assez régulièrement. Dans l'avenir, la politique environnementale relative à la lutte contre le changement climatique est susceptible d'influencer très sensiblement les pratiques de fertilisation azotée.

Des améliorations au niveau du pilotage de la fertilisation azotée...

La fertilisation est de plus en plus ajustée aux besoins des plantes (efficacité économique et contraintes environnementales).

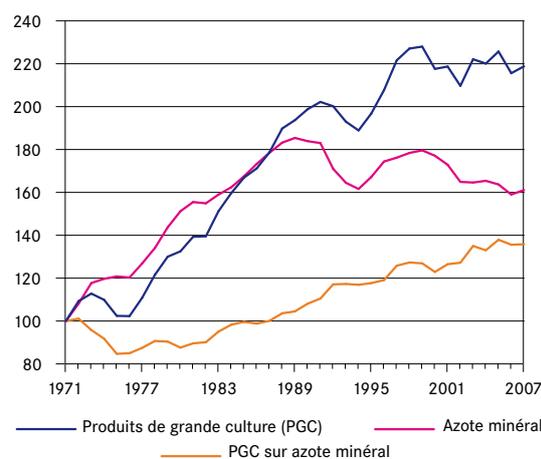
En 2001, 62% des superficies en blé tendre faisaient

l'objet d'un ajustement de la fertilisation azotée minérale en cours de campagne⁸; cette part était d'autant plus grande que la superficie en céréales de l'exploitation était importante : 50% pour moins de 20 ha de céréales, 71% pour plus de 150 ha. Avec l'indicateur « fractionnement des doses apportées », il est possible de comparer les différentes enquêtes pratiques culturales du SSP. En 2006, 71% des superficies en blé faisaient l'objet de trois apports ou plus alors qu'en 1994, cette part n'était que de 26%. La pratique des cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) se répand rapidement, en particulier pour certaines cultures. Entre 2000 et 2007, la superficie France entière est passée de 327 milliers d'ha à 979 milliers d'ha. Alors que seulement 3% des superficies en tournesol sont implantées après CIPAN, cette part atteint 37% pour les pommes de terre et 50% pour la betterave à sucre.

... se traduisent par une efficacité accrue au niveau de l'utilisation de l'azote minéral

Pendant la période 1970-1990, le « volume » de produits de grandes cultures augmentait un peu moins vite que celui de l'azote minéral; par contre depuis la fin de cette période, c'est nettement l'inverse, ce qui traduit une sensible amélioration au niveau de l'efficacité dans l'utilisation de l'azote minéral.

Graphique 3 - Évolution du « volume » des produits de grandes cultures, de l'utilisation d'azote minéral et du rapport entre ces deux grandeurs entre 1970 et 2008 (moyenne triennale glissante : base 100 en moyenne 1970-71-72)



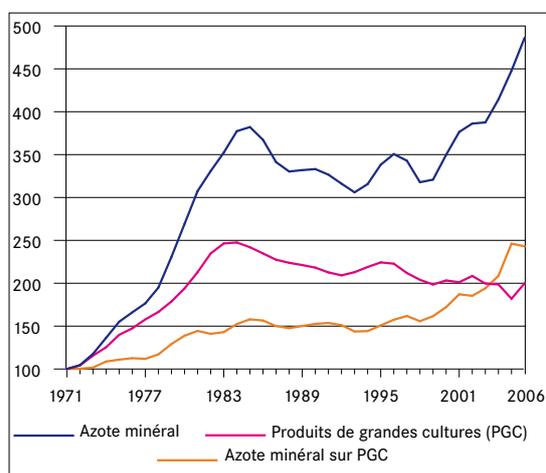
Sources : Agreste (Graphagri 2009) et INSEE (compte national de l'agriculture)

7. SSP, Agreste Primeur n° 123, avril 2003.

8. Des modifications au niveau des questionnaires entre les trois

enquêtes, 1994, 2001 et 2006, ne permettent pas de quantifier de manière rigoureuse les évolutions. Enquête pratiques culturales 2001 SSP.

Graphique 4 - Évolution du prix de l'azote minéral et des produits de « grandes cultures » entre 1970 et 2008 (moyenne triennale glissante : base 100 en moyenne 1970-71-72)



Source : INSEE (compte national de l'agriculture et IPAMPA)

Sur longue période (1970 à 2007), le prix de l'azote minéral s'est accru sensiblement plus vite que celui des produits de grandes cultures mais avec des rythmes différents selon les périodes : rapport de prix défavorable aux produits par rapport à l'azote en début de période (1970-1985), stabilité du rapport de prix en milieu de période (1985-1995) puis de nouveau rapport de prix défavorable aux produits par rapport à l'azote en fin de période (1995-2007).

Prospective de la variable Incertitudes majeures

L'évolution du rapport de prix entre ceux des produits agricoles, des grandes cultures en priorité, et celui de l'azote minéral

L'évolution du prix des produits est liée à celle de la demande nationale, européenne, mondiale, que ce soit pour l'alimentation humaine (directe en produits végétaux comme le blé ou les huiles ou indirecte à travers l'alimentation des animaux) ou pour les biocarburants.

L'évolution du prix de l'azote minéral est corrélée à celle du gaz naturel et à des facteurs de politique environnementale susceptible d'influencer le coût de fabrication (quotas d'émission de GES au niveau usines) ou le prix au niveau exploitation agricole (taxes). Jusqu'à une période récente, le prix du gaz naturel suivait *grosso modo* celui du pétrole. Mais cela ne semble plus être le cas en raison d'innovations technologiques majeures susceptibles de bou-

lever les équilibres géopolitiques mondiaux en matière de gaz (le gaz de schistes, c'est-à-dire le gaz captif à l'intérieur de roches schisteuses)⁹.

La mise au point de nouvelles technologies ou itinéraires techniques et leur diffusion au niveau du terrain, domaine où l'acceptabilité sociale joue souvent un rôle important :

- matériel d'épandage permettant un dosage très fin des apports en fonction du potentiel agronomique des parcelles et limitant les émissions de protoxyde d'azote lors de l'épandage, à des coûts acceptables pour une diffusion à grande échelle ;
- espèces et itinéraires techniques permettant d'accroître la rentabilité économique des protéagineux ;
- variétés de cultures moins gourmandes en engrais, par sélection variétale ou grâce aux biotechnologies (Vilmorin, quatrième semencier mondial, vient de s'allier avec la société californienne Arcadia pour la mise au point d'un blé optimisant l'utilisation de l'azote) ;
- unités à grande échelle permettant de transformer les effluents organiques, en particulier ceux en excès par rapport aux capacités locales d'épandage, en fertilisants faciles à transporter et à utiliser.

L'évolution des rendements pour les grandes cultures. Nous avons signalé que les apports de fertilisants azotés sont fonction des rendements escomptés ; or, sur la dernière période, une stagnation des rendements est observée pour certaines cultures (blé tendre et pois protéagineux). Il semble que des conditions climatiques défavorables, notamment des températures trop élevées en fin de végétation (au moment où le grain de blé se remplit) en soient la cause première. La stagnation des rendements n'est pas constatée pour d'autres plantes comme la betterave sucrière, le maïs grain ou le colza. La mise au point de nouvelles variétés mieux adaptées à ces conditions climatiques défavorables qui sont susceptibles de survenir plus fréquemment du fait du changement climatique, devient un enjeu majeur pour ces cultures.

L'évolution de l'ensemble de la politique environnementale au sens large (qualité de l'eau et changement climatique) qui dépendra en grande partie de la pression sociale en matière d'environnement. Il est fortement probable qu'il n'y aura pas de relâchement des contraintes actuelles ; par contre, des incertitudes persistent quant au degré de leur renforcement.

9. Cf., l'article de Ph. Chalmin dans *Le Monde Economie* du 30 novembre 2009.

Il existe un lien fort entre fertilisation azotée et utilisation de produits phytosanitaires, pour les grandes cultures.

Des contraintes très fortes au niveau de l'utilisation des produits phytosanitaires pouvant aller jusqu'à l'interdiction d'utilisation dans des zones comme les périmètres de captage (obligation d'agriculture biologique), auraient un impact très important sur la gestion de l'azote.

Une utilisation plus faible de produits phytosanitaires, largement encouragée par le plan Ecophyto 2018, qui se traduit par des rendements moins élevés qu'en itinéraire dit intensif mais par un maintien de la marge au niveau de l'agriculteur (le niveau moins élevé de production étant compensé par de moindres achats d'intrants), s'accompagnerait également d'une réduction des apports d'azote minéral, ceux-ci étant fonction du rendement espéré.

Hypothèse 1

Apports intensifs en azote minéral

Avec une évolution de prix très favorable aux produits agricoles, en particulier aux céréales et oléagineux (forte croissance de la demande mondiale, biocarburants), par rapport à celui de l'azote minéral, les agriculteurs ne sont pas incités, sur le plan économique, à pratiquer une gestion « moins intensive » de l'azote minéral. Le respect des contraintes environnementales, qui ne sont pas renforcées, en particulier en lien avec la politique de lutte contre le changement climatique ou celle relative à l'utilisation des produits phytosanitaires, se fait surtout par la généralisation des pratiques de « fertilisation raisonnée » (ajustement des doses au rendement escompté, fractionnement des apports, piégeage des reliquats d'azote, etc.) combinées à la généralisation des bandes enherbées le long des cours d'eau ainsi que de « protection phytosanitaire raisonnée ». Dans les périmètres de captage d'eau potable, en cas d'éventuelle teneur en nitrates trop élevée dans les eaux brutes, il y a utilisation de la technologie de la dénitratisation. Dans cette hypothèse il y aurait une certaine augmentation de l'utilisation d'azote minéral, du fait d'une forte réduction des jachères et de la recherche du rendement optimum sur le plan économique; le rythme de la progression serait en grande partie fonction de l'évolution des rendements.

Hypothèse 2

Conduite intégrée (technologies et légumineuses)

Des contraintes environnementales très largement renforcées combinées à une forte dégradation des termes de l'échange entre prix des produits de grandes cultures et celui de l'azote minéral, ont conduit à des innovations technologiques majeures que ce soit au niveau de la mise au point de variétés

moins gourmandes en azote, de matériel d'épandage beaucoup plus performant et à des coûts acceptables. Dans une moindre mesure, l'utilisation de l'azote organique contenu dans les effluents d'élevage en excès ou dans les boues de stations d'épuration s'est développée. Toutes ces innovations technologiques majeures permettent un niveau de production important. Par ailleurs, une place importante est apportée aux légumineuses avec une politique très active de soutien de ces productions au niveau européen. Il y a, à ce niveau, un véritable objectif d'auto-suffisance alimentaire qui se traduit en particulier par la volonté de substituer le plus possible les protéines importées (soja essentiellement) par des protéines produites en Europe, que ce soit le pois protéagineux ou la féverole mais aussi le soja notamment dans les zones où le maïs est cultivé en quasi-monoculture. La combinaison de ces deux facteurs contribue à diminuer l'utilisation de l'azote minéral.

Hypothèse 3

Réduction des apports et azote organique

Les contraintes environnementales ont été très largement renforcées, en particulier sur le plan de l'utilisation des produits phytosanitaires et de la lutte contre le changement climatique. Sur de vastes portions du territoire agricole, on impose de fait un modèle d'agriculture qui s'oriente vers le modèle « bio » ou s'en approche sensiblement. En conséquence, les agriculteurs visent des rendements nettement moins importants, d'où des besoins d'azote largement diminués. Ces besoins sont assurés avant tout par l'azote produit sur l'exploitation (légumineuses, effluents d'élevage) ou dans une zone proche (effluents d'élevage). Le recours à l'azote minéral est d'autant plus limité que le prix de celui-ci est très élevé. Ceci est permis par un fort recul de la spécialisation des territoires agricoles avec un retour important vers des systèmes de polyculture élevage, soit au niveau des exploitations, soit, plus fréquemment au niveau de petits territoires.

ANNEXE 3. CARTES SYNTHÉTIQUES DES MICRO-SCÉNARIOS

Les micro-scénarios sont une étape intermédiaire entre les hypothèses d'évolution de chaque variable et la construction des scénarios globaux. Chaque micro-scénario est un récit cohérent et plausible du futur, mais restreint à la seule composante étudiée. Tous n'ont pas été retenus dans les scénarios globaux, certains ont pu être modifiés ou adaptés. Les cartes présentées ci-dessous sont des outils de travail qui ont été utilisés lors de la séance de construction des scénarios globaux.

On ne présente ici, à titre d'exemples, que les micro-scénarios de la composante « Production agricole ». Tous les autres micro-scénarios sont dans la version électronique du rapport.

COMPOSANTE E – PRODUCTION AGRICOLE

Micro-scénario E1 – Intensification conventionnelle

Esprit du micro-scénario

Intensification classique, agriculture raisonnée

Spécialisation : grandes cultures (conduite simplifiée et haut niveau d'intrants), cultures énergétiques.

La Surface Toujours en Herbe (STH) régresse fortement

Événements emblématiques

- Échec des négociations internationales environnementales
- La demande alimentaire mondiale explose du fait des pays « émergents » dès 2012

Facteurs favorables

- Rapport prix agricoles / énergie favorable
- Le modèle technico-économique productiviste se maintient
- L'environnement n'est pas intégré dans les politiques

Acteurs moteurs

- Un petit nombre d'exploitations restructurées et très capitalistiques
- Les acteurs d'aval et d'amont des filières économiques

Résumé

Le paysage agricole français se spécialise dans des systèmes de grandes cultures simplifiés à fort niveau d'intrants. De multiples facteurs y contribuent : rapports de prix, recherche de simplification du travail, division du travail le long des filières, PAC faiblement incitative, « vision » du développement agricole. Se dessine un modèle agricole nettement industriel, de précision. L'apport en fertilisants est raisonné (en fonction du coût des intrants et du prix de vente des cultures), et assuré majoritairement *via* l'azote minéral, ou par l'apport en éléments fertilisants dans les élevages intensifs qui ont pu se développer à côté des structures céréalières. Les rendements et volumes de production sont plus élevés en 2030 qu'en 2009 mais guère, du fait des conditions environnementales. L'agrandissement des structures est la norme (200 000 exploitations de haute technicité en 2030). Des machines puissantes, polyvalentes et co-opérantes sont mises sur le marché en même temps que des services de mécanisation externalisée. Des solutions techniques sont développées pour maîtriser la facture énergétique : bâtiments neufs de bonne efficacité énergétique, photovol-

taïque sur toitures (on compte un petit nombre de « volticulteurs », mais le développement des énergies renouvelables à vocation commerciale se focalise sur les sites *offshore* ou dans les DOM). La production de biocarburants se développe en produits de 1^{ère} et 2^e générations, du fait de percées technologiques. Ils deviennent un outil de gestion des stocks et des marchés agricoles. L'élevage intensif profite de cette tendance car les coproduits sont récupérés pour la fabrication des concentrés et tourteaux pour l'alimentation animale. L'élevage herbager est relégué à quelques zones spécialisées, les surfaces en prairies régressent significativement (les marges en grandes cultures et l'absence d'éco-conditionnalité forte incitent au retournement des prairies).

Profitant des prix agricoles et d'aides financières, les différentes filières hors sol ont investi dès 2015 pour atténuer grandement leur dépendance à l'énergie directe. De nouvelles technologies permettent d'éviter les déperditions thermiques. Globalement, serristes et horticulteurs restent fragilisés face à la concurrence internationale.

ASSEMBLÉMENTS ET ROTATIONS	1. CÉRÉALISATION ET BIOCARBURANTS	2. CÉRÉALES AUX DÉPENS DES PRAIRIES	3. DIVERSIFICATION VÉGÉTALE	4. DIVERSIFICATION (cultures et prairies)
STRUCTURES CAPITAL / TRAVAIL	5. AGRANDISSEMENT ET RESTRUCTURATION (300 000 expl.)	6. RELANCE DE L'INSTALLATION (500 à 600 000 expl.)	7. CRISE GRANDES STRUCTURES (500 000 expl. et forte diversité)	
SYSTÈMES DE PRODUCTION	8. SYSTÈMES DIVERSIFIÉS	9. AGRICULTURE RECENTRÉE SUR L'ENVIRONNEMENT	10. AGRICULTURE INDUSTRIELLE ET SPÉCIALISÉE	11. COMPLÉMENTARITÉS TERRITORIALES (écologie industrielle)
ALIMENTATION ANIMALE	12. INTENSIFICATION (concentrés et coproduits)	13. ÉLEVAGES DURABLES (herbe et protéagineux)	14. RÉDUCTION FORTE CHEPTEL BOVIN, MAINTIEN PORCS	
AZOTE	15. APPORTS INTENSIFS EN AZOTE MINÉRAL	16. APPORTS RAISONNÉS (technologie et légumineuses)	17. APPORTS FORTEMENT RÉDUITS	
ÉNERGIES RENOUVELABLES	18. SOBRIÉTÉ ET AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE	19. EXPLOITATIONS AGRICOLES ET ÉNERGÉTIQUES	20. ENR MARGINALISÉES (priorité alimentation)	
BIOÉNERGIES	21. PROGRESSION FORTE BIOÉNERGIES ET BIOCARB (G1 ET G2)	22. REcul DES BIOCARB (PAS DE G2)	23. DÉVELOPPEMENT RÉGIONALISÉ MAIS STAGNATION GLOBALE	
MACHINISME	24. DIVERSITÉ DE LA MÉCANISATION ET DES PERFORMANCES	25. TECHNOLOGIES PROPRES GÉNÉRALISÉES	26. MACHINES LÉGÈRES ET POLYVALENTES (biodiversité)	27. TRAINS DE MACHINES
BÂTIMENTS	28. AMÉLIORATION GRADUELLE ET INVESTISSEMENTS	29. CONCENTRATION RECHERCHE DE NOUVELLES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES	30. CRISE ET ADAPTATION LIMITÉE	

Micro-scénario E2 – La conquête de l'autonomie

Esprit du micro-scénario

- Autonomie des exploitations, baisse des intrants
- Retour de l'agronomie, polyculture-élevage et élevage extensif

Évènements emblématiques

- Ruptures et réorganisations au sein des syndicats agricoles en 2012
- 25% de la SAU en agriculture biologique en 2020

Facteurs favorables

- Prix de l'énergie élevé
- Volonté de développer l'emploi agricole
- Forte pression en faveur de « l'exemplarité environnementale »

Acteurs moteurs

- Associations environnementales
- Agriculteurs (notamment néo-ruraux et jeunes agriculteurs)

Résumé

L'augmentation graduelle mais permanente du prix de l'énergie conduit une partie des agriculteurs à adopter des stratégies de sobriété *via* la réduction des charges. Les systèmes agricoles sont plus diversifiés (généralement polyculture et élevage) et les sous-produits d'un maillon deviennent cofacteurs de production pour le maillon suivant (le fumier remplace une grande partie des engrais, la culture des légumineuses se substitue au soja et à l'ammonitrate, etc.). La surface en prairies est maintenue par rapport au niveau de 2010 et des formes d'élevage extensif à l'herbe se développent. La productivité brute des cultures et de l'élevage diminue également (environ -20%), mais les charges opérationnelles sont réduites: la rentabilité est davantage fondée sur la baisse des consommations intermédiaires plutôt que sur la maximisation des produits. Cette approche repose sur la valorisation des ressources locales. Pour beaucoup d'exploitations, la vente de bois de chauffage constitue un complément non marginal du revenu.

Les systèmes hors sol sont les plus touchés par l'augmentation de leurs coûts de production (notamment l'alimentation et le chauffage des bâtiments). Les serres chauffées ont réalisé de faibles investissements qui ne leur permettent pas de s'adapter, alors que le renchérissement du transport favorise

la relocalisation des productions maraîchères (circuits courts et ceintures maraîchères autour des villes).

La production d'énergie à partir du photovoltaïque, de l'éolien, du biogaz reste faible car elle sollicite des niveaux trop élevés d'investissement. L'autoconstruction, les kits solaires thermique et photovoltaïque, la valorisation locale du bois-énergie ou de l'huile de colza (carburant) se développent, mais ces démarches n'assurent qu'une partie des besoins internes de l'exploitation. La sobriété passe aussi par un dimensionnement du parc matériel. À l'horizon 2020, les machines sont plus légères, capables de valoriser un carburant produit à la ferme ou en CUMA (huile brute).

À côté des systèmes agricoles autonomes et économes, proches des consommateurs, de grandes exploitations spécialisées se maintiennent et assurent une certaine production de masse standardisée à faible valeur ajoutée destinée aux marchés extérieurs et à la grande distribution. Ceci permet un maintien global du nombre d'exploitations (entre 500 et 600 000 exploitations).

ASSEMBLÉES ET ROTATIONS	1. CÉRÉALISATION ET BIOCARBURANTS	2. CÉRÉALES AUX DÉPENS DES PRAIRIES	3. DIVERSIFICATION VÉGÉTALE	4. DIVERSIFICATION (cultures et prairies)
STRUCTURES CAPITAL / TRAVAIL	5. AGRANDISSEMENT ET RESTRUCTURATION (300 000 expl.)	6. RELANCE DE L'INSTALLATION (500 à 600 000 expl.)	7. CRISE GRANDES STRUCTURES (500 000 expl. et forte diversité)	
SYSTÈMES DE PRODUCTION	8. SYSTÈMES DIVERSIFIÉS	9. AGRICULTURE RECENTRÉE SUR L'ENVIRONNEMENT	10. AGRICULTURE INDUSTRIELLE ET SPÉCIALISÉE	11. COMPLÉMENTARITÉS TERRITORIALES (écologie industrielle)
ALIMENTATION ANIMALE	12. INTENSIFICATION (concentrés et coproduits)	13. ÉLEVAGES DURABLES (herbe et protéagineux)	14. RÉDUCTION FORTE CHEPTEL BOVIN, MAINTIEN PORCS	
AZOTE	15. APPORTS INTENSIFS EN AZOTE MINÉRAL	16. APPORTS RAISONNÉS (technologie et légumineuses)	17. APPORTS FORTEMENT RÉDUITS	
ÉNERGIES RENOUVELABLES	18. SOBRIÉTÉ ET AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE	19. EXPLOITATIONS AGRICOLES ET ÉNERGÉTIQUES	20. ENR MARGINALISÉES (priorité alimentation)	
BIOÉNERGIES	21. PROGRESSION FORTE BIOÉNERGIES ET BIOCARB (G1 ET G2)	22. REcul DES BIOCARB (PAS DE G2)	23. DÉVELOPPEMENT RÉGIONALISÉ MAIS STAGNATION GLOBALE	
MACHINISME	24. DIVERSITÉ DE LA MÉCANISATION ET DES PERFORMANCES	25. TECHNOLOGIES PROPRES GÉNÉRALISÉES	26. MACHINES LÉGÈRES ET POLYVALENTES (biodiversité)	27. TRAINS DE MACHINES
BÂTIMENTS	28. AMÉLIORATION GRADUELLE ET INVESTISSEMENTS	29. CONCENTRATION RECHERCHE DE NOUVELLES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES	30. CRISE ET ADAPTATION LIMITÉE	

Micro-scénario E3 – Agriculture écologiquement intensive

Esprit du micro-scénario

Vaste mouvement de modernisation écologique de l'agriculture

Diversification des rotations, innovations agro-écologiques et organisationnelles

Modèle intégré à forte productivité et faible impact environnemental

Facteurs favorables

- Plafonnement des rendements et effets perceptibles du réchauffement
- Pression sociétale et réglementaire forte

- Mobilisation de l'ensemble des acteurs du développement agricole

Acteurs moteurs

- Agriculteurs, recherche agronomique, conseil agricole

Événements emblématiques

- Plusieurs récoltes catastrophiques entre 2010 et 2015
- Plan massif de modernisation agricole en 2018 incluant des objectifs ambitieux de relance des légumineuses et de réduction des intrants
- 80% des exploitations au niveau HVE 3 en 2025

Résumé

La production agricole connaît un vaste mouvement de modernisation écologique : tous les moyens techniques et les connaissances agro-écologiques sont mises au service d'une productivité accrue de l'agriculture et d'une réduction significative de ces impacts environnementaux. La stagnation des rendements et plusieurs années de production très faible due aux premiers effets du changement climatique ont permis une large prise de conscience des limites des systèmes de production conventionnels. Le changement passe dans un premier temps par une diversification des assolements. La tendance à la céréalisation et à la simplification des rotations est stoppée puis inversée. Un vaste plan de relance des légumineuses permet une généralisation des cultures fixatrices d'azote en tête de rotation. Des innovations technologiques majeures voient le jour au niveau de la mise au point de variétés moins gourmandes en azote, de matériel d'épandage plus performant et à des coûts acceptables et, dans une moindre mesure, de valorisation de l'azote organique (effluents, boues). L'élevage

reste un débouché majeur de ce mouvement de relance et de diversification végétale, notamment pour les monogastriques. L'élevage bovin reste en marge du processus et connaît une restructuration importante, en se recentrant sur l'élevage à l'herbe. L'agriculture biologique se développe peu car les exploitations entrent massivement dans le dispositif HVE, qui se structure fortement au niveau national et gagne en reconnaissance auprès du public. Des systèmes diversifiés se développent selon les opportunités économiques et agronomiques locales et des organisations nouvelles (coopératives ou privées) émergent pour optimiser les moyens de production et améliorer l'efficacité environnementale. Les énergies renouvelables à la ferme connaissent un développement modéré visant avant tout à améliorer l'autonomie énergétique des exploitations. Les filières de biocarburants les plus performantes du point de vue environnemental se développent, en particulier grâce à un avènement précoce de la deuxième génération.

ASSEMBLÉMENTS ET ROTATIONS	1. CÉRÉALISATION ET BIOCARBURANTS	2. CÉRÉALES AUX DÉPENS DES PRAIRIES	3. DIVERSIFICATION VÉGÉTALE	4. DIVERSIFICATION (cultures et prairies)
STRUCTURES CAPITAL / TRAVAIL	5. AGRANDISSEMENT ET RESTRUCTURATION (300 000 expl.)	6. RELANCE DE L'INSTALLATION (500 à 600 000 expl.)	7. CRISE GRANDES STRUCTURES (500 000 expl. et forte diversité)	
SYSTÈMES DE PRODUCTION	8. SYSTÈMES DIVERSIFIÉS	9. AGRICULTURE RECENTRÉE SUR L'ENVIRONNEMENT	10. AGRICULTURE INDUSTRIELLE ET SPÉCIALISÉE	11. COMPLÉMENTARITÉS TERRITORIALES (écologie industrielle)
ALIMENTATION ANIMALE	12. INTENSIFICATION (concentrés et coproduits)	13. ÉLEVAGES DURABLES (herbe et protéagineux)	14. FAIBLE RÉDUCTION CHEPTEL BOVIN, MAINTIEN PORCS	
AZOTE	15. APPORTS INTENSIFS EN AZOTE MINÉRAL	16. APPORTS RAISONNÉS (technologie et légumineuses)	17. APPORTS FORTEMENT RÉDUITS	
ÉNERGIES RENOUVELABLES	18. SOBRIÉTÉ ET AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE	19. EXPLOITATIONS AGRICOLES ET ÉNERGÉTIQUES	20. ENR MARGINALISÉES (priorité alimentation)	
BIOÉNERGIES	21. PROGRESSION FORTE BIOÉNERGIES ET BIOCARB (G1 ET G2)	22. REcul DES BIOCARB (PAS DE G2)	23. DÉVELOPPEMENT RÉGIONALISÉ MAIS STAGNATION GLOBALE	
MACHINISME	24. DIVERSITÉ DE LA MÉCANISATION ET DES PERFORMANCES	25. TECHNOLOGIES PROPRES GÉNÉRALISÉES	26. MACHINES LÉGÈRES ET POLYVALENTES (biodiversité)	27. TRAINS DE MACHINES
BÂTIMENTS	28. AMÉLIORATION GRADUELLE ET INVESTISSEMENTS	29. CONCENTRATION RECHERCHE DE NOUVELLES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES	30. CRISE ET ADAPTATION LIMITÉE	

Micro-scénario E4 – Diversité et complémentarité à l'échelle des territoires

Esprit du micro-scénario

Optimisation des flux de matières au sein de chaque territoire, exploitations spécialisées mais complémentaires

Multiplication des sources et usages énergétiques locaux

Diversité des choix des territoires mais allant globalement vers l'extensification

Facteurs favorables

- Préoccupations sanitaires et environnementales, et stratégies de proximité
- Prix agricoles et prix de l'énergie tendanciellement à la hausse
- Dynamiques territoriales

Acteurs moteurs

- Collectivités locales et groupements locaux d'acteurs, bureaux d'étude et prestataires spécialisés en conseil agricole

Événements emblématiques

- Explosion des prix puis rupture d'approvisionnement en engrais azotés entre 2012 et 2015
- Mise en place d'une « Organisation des Régions » au niveau de l'UE en 2017

Résumé

Le partage des rôles entre exploitations à l'échelle des territoires façonne le paysage agricole sur un mode d'organisation proche de l'« écologie industrielle », afin de minimiser les coûts énergétiques et en ressources naturelles. L'agriculture s'oriente vers le modèle « bio » à grande échelle, ce qui conduit à une baisse de rendements d'environ 20%. Les assolements sont diversifiés au niveau des territoires, dans une logique d'autonomie des systèmes productifs territoriaux (seule une fraction de céréales est destinée à l'exportation). Des systèmes de production durables (cultures et élevage) sont permis grâce aux échanges entre exploitations voisines : récupération des coproduits, effluents d'élevage, déchets verts et boues des stations d'épuration pour l'épandage et fertilisation chez les voisins, mise en place de bourses du fumier au niveau local.

Face aux coûts des intrants et des concentrés, l'élevage industriel connaît une période de crise dans un premier temps. Le secteur porcin parvient à s'adapter : renouvellement du parc, remplacement des concentrés par la fabrication des aliments à la ferme, et dans les meilleurs cas, revente d'électricité (métha-

nisation, cogénération), éventuellement en association avec les grandes serres. Seuls certains modèles de serres ayant accès à des ressources énergétiques de proximité (utilisation des énergies fatales, géothermie, stockage thermique) et avec des investissements très importants restent viables économiquement. De multiples innovations localisées, s'appuyant sur des expériences de terrain, permettent de multiplier les ressources énergétiques locales à base de biomasse. Les surfaces en prairies se maintiennent par rapport à 2010. La filière bovin lait est peu impactée par l'augmentation du prix de l'énergie mais, du fait de son impact écologique négatif, elle décroît légèrement. La configuration des exploitations, le recours au machinisme, dépendent des contextes régionaux : cohabitation entre petites et moyennes exploitations, et grandes exploitations qui continuent de produire en intensif. Certaines investissent dans les machines plus propres, d'autres privilégient le recours aux CUMA, mais globalement le parc de tracteurs se renouvelle très lentement.

ASSOLEMENTS ET ROTATIONS	1. CÉRÉALISATION ET BIOCARBURANTS	2. CÉRÉALES AUX DÉPENS DES PRAIRIES	3. DIVERSIFICATION VÉGÉTALE	4. DIVERSIFICATION (cultures et prairies)
STRUCTURES CAPITAL / TRAVAIL	5. AGRANDISSEMENT ET RESTRUCTURATION (300 000 expl.)	6. RELANCE DE L'INSTALLATION (500 à 600 000 expl.)	7. CRISE GRANDES STRUCTURES (500 000 expl. et forte diversité)	
SYSTÈMES DE PRODUCTION	8.. SYSTÈMES DIVERSIFIÉS	9. AGRICULTURE RECENTRÉE SUR L'ENVIRONNEMENT	10. AGRICULTURE INDUSTRIELLE ET SPÉCIALISÉE	11. COMPLÉMENTARITÉS TERRITORIALES (écologie industrielle)
ALIMENTATION ANIMALE	12. INTENSIFICATION (concentrés et coproduits)	13. ÉLEVAGES DURABLES (herbe et protéagineux)	14. RÉDUCTION FORTE CHEPTEL BOVIN, MAINTIEN PORCS	
AZOTE	15. APPORTS INTENSIFS EN AZOTE MINÉRAL	16. APPORTS RAISONNÉS, ÉCHANGES OPTIMISÉS	17. APPORTS FORTEMENT RÉDUITS	
ÉNERGIES RENOUVELABLES	18. SOBRIÉTÉ ET AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE	19. EXPLOITATIONS AGRICOLES ET ÉNERGÉTIQUES	20. ENR MARGINALISÉES (priorité alimentation)	
BIOÉNERGIES	21. PROGRESSION FORTE BIOÉNERGIES ET BIOCARB (G1 ET G2)	22. REcul DES BIOCARB (PAS DE G2)	23. DÉVELOPPEMENT RÉGIONALISÉ MAIS STAGNATION GLOBALE	
MACHINISME	24. HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA MÉCANISATION ET DES PERFORMANCES	25. TECHNOLOGIES PROPRES GÉNÉRALISÉES	26. MACHINES LÉGÈRES ET POLYVALENTES (biodiversité)	27. TRAINS DE MACHINES
BÂTIMENTS	28. AMÉLIORATION GRADUELLE ET INVESTISSEMENTS	29. CONCENTRATION RECHERCHE DE NOUVELLES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES	30. CRISE ET ADAPTATION LIMITÉE	

ANNEXE 4. TABLEAUX COMBINATOIRES DES SCÉNARIOS GLOBAUX

Scénario 1. Territorialisation et sobriété face à la crise

A. CONTEXTE GLOBAL	A1. MARCHÉ LIBRE (prix énergie : hausse modérée 150\$/b)	A2. MOINDRE MAL (prix énergie : faible hausse 80\$/b)	A3. AU PIED DU MUR (prix énergie : pic 250 \$/b)	A4. CHACUN POUR SOI (prix énergie : faible 70\$/b)	A5. CROISSANCE ET COOP. INTERNATIO. (prix énergie : faible puis élevé 60\$/b)
C. AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ	C1. DÉS-INSTITUTIONNALISATION	C2. PLUS DE LOCAL	C3. CONSENSUS ENVIRONNEMENTAL	C4. PRODUCTIVITÉ ET SANTÉ	
D. TRANSPORTS LOGISTIQUE LOCALISATIONS	D1. RECENTRAGE SUR L'EUROPE	D2. AUTONOMIE ET PROXIMITÉ	D3. COMPÉTITIVITÉ, INNOVATION, SPÉCIALISATION	D4. POLARISATION ET AUGMENTATION DES TRANSPORTS	
E. PRODUCTION AGRICOLE	E1. INTENSIFICATION CONVENTIONNELLE SPÉCIALISATIONS	E2. AUTONOMIE, SOBRIÉTÉ DES EXPLOITATIONS	E3. ECOLOGIQUEMENT INTENSIF, CENTRÉ SUR LE VÉGÉTAL	E4. DIVERSITÉ, COMPLÉMENTARITÉS À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES	
B. POLITIQUES PUBLIQUES, ACTION COLLECTIVE	B1. SUBSIDIARITÉ ET MÉTROPOLES	B2. L'ÉTAT MISE SUR LES MÉTROPOLES	B3. LIBÉRAL	B4. RÉGIONALISME DÉVELOPPEMENT RURAL	B5. <i>NEW DEAL</i> VERT

Scénario 2. Agriculture duale et réalisme énergétique

A. CONTEXTE GLOBAL	A1. MARCHÉ LIBRE (prix énergie : hausse modérée 150\$/b)	A2. MOINDRE MAL (prix énergie : faible hausse 80\$/b)	A3. AU PIED DU MUR (prix énergie : pic 250 \$/b)	A4. CHACUN POUR SOI (prix énergie : faible 70\$/b)	A5. CROISSANCE ET COOP. INTERNATIO. (prix énergie : faible puis élevé 60\$/b)
C. AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ	C1. DÉS-INSTITUTIONNALISATION	C2. PLUS DE LOCAL	C3. CONSENSUS ENVIRONNEMENTAL	C4. PRODUCTIVITÉ ET SANTÉ	
D. TRANSPORTS LOGISTIQUE LOCALISATIONS	D1. RECENTRAGE SUR L'EUROPE	D2. AUTONOMIE ET PROXIMITÉ	D3. COMPÉTITIVITÉ, INNOVATION, SPÉCIALISATION	D4. POLARISATION ET AUGMENTATION DES TRANSPORTS	
E. PRODUCTION AGRICOLE	E1. INTENSIFICATION CONVENTIONNELLE SPÉCIALISATIONS	E2. AUTONOMIE, SOBRIÉTÉ DES EXPLOITATIONS	E3. ECOLOGIQUEMENT INTENSIF, CENTRÉ SUR LE VÉGÉTAL	E4. DIVERSITÉ, COMPLÉMENTARITÉS À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES	MODÈLE DUALISTE
B. POLITIQUES PUBLIQUES, ACTION COLLECTIVE	B1. SUBSIDIARITÉ ET MÉTROPOLES	B2. L'ÉTAT MISE SUR LES MÉTROPOLES	B3. LIBÉRAL	B4. RÉGIONALISME DÉVELOPPEMENT RURAL	B5. <i>NEW DEAL</i> VERT

Scénario 3. Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte

A. CONTEXTE GLOBAL	A1. MARCHÉ LIBRE (prix énergie: hausse modérée 150\$/b)	A2. MOINDRE MAL (prix énergie: faible hausse 80\$/b)	A3. AU PIED DU MUR (prix énergie: pic 250 \$/b)	A4. CHACUN POUR SOI (prix énergie: faible 70\$/b)	A5. CROISSANCE ET COOP. INTERNATIO. (prix énergie: faible puis élevé 60\$/b)
C. AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ	C1. DÉS-INSTITUTIONALISATION	C2. PLUS DE LOCAL	C3. CONSENSUS ENVIRONNEMENTAL	C4. PRODUCTIVITÉ ET SANTÉ	
D. TRANSPORTS LOGISTIQUE LOCALISATIONS	D1. RECENTRAGE SUR L'EUROPE	D2. AUTONOMIE ET PROXIMITÉ	D3. COMPÉTITIVITÉ, INNOVATION, SPÉCIALISATION	D4. POLARISATION ET AUGMENTATION DES TRANSPORTS	
E. PRODUCTION AGRICOLE	E1. INTENSIFICATION CONVENTIONNELLE SPÉCIALISATIONS	E2. AUTONOMIE, SOBRIÉTÉ DES EXPLOITATIONS	E3. ECOLOGIQUEMENT INTENSIF, CENTRÉ SUR LE VÉGÉTAL	E4. DIVERSITÉ, COMPLÉMENTARITÉS À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES	
B. POLITIQUES PUBLIQUES, ACTION COLLECTIVE	B1. SUBSIDIARITÉ ET MÉTROPOLIS	B2. L'ÉTAT MISE SUR LES MÉTROPOLIS	B3. LIBÉRAL	B4. RÉGIONALISME DÉVELOPPEMENT RURAL	B5. NEW DEAL VERT

Scénario 4. Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie

A. CONTEXTE GLOBAL	A1. MARCHÉ LIBRE (prix énergie: hausse modérée 150\$/b)	A2. MOINDRE MAL (prix énergie: faible hausse 80\$/b)	A3. AU PIED DU MUR (prix énergie: pic 250 \$/b)	A4. CHACUN POUR SOI (prix énergie: faible 70\$/b)	A5. CROISSANCE ET COOP. INTERNATIO. (prix énergie: faible puis élevé 60\$/b)
C. AGRICULTURE ET SOCIÉTÉ	C1. DÉS-INSTITUTIONALISATION	C2. PLUS DE LOCAL	C3. CONSENSUS ENVIRONNEMENTAL	C4. PRODUCTIVITÉ ET SANTÉ	
D. TRANSPORTS LOGISTIQUE LOCALISATIONS	D1. RECENTRAGE SUR L'EUROPE	D2. AUTONOMIE ET PROXIMITÉ	D3. COMPÉTITIVITÉ, INNOVATION, SPÉCIALISATION	D4. POLARISATION ET AUGMENTATION DES TRANSPORTS	
E. PRODUCTION AGRICOLE	E1. INTENSIFICATION CONVENTIONNELLE SPÉCIALISATIONS	E2. AUTONOMIE, SOBRIÉTÉ DES EXPLOITATIONS	E3. ECOLOGIQUEMENT INTENSIF, CENTRÉ SUR LE VÉGÉTAL	E4. DIVERSITÉ, COMPLÉMENTARITÉS À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES	
B. POLITIQUES PUBLIQUES, ACTION COLLECTIVE	B1. SUBSIDIARITÉ ET MÉTROPOLIS	B2. L'ÉTAT MISE SUR LES MÉTROPOLIS	B3. LIBÉRAL	B4. RÉGIONALISME DÉVELOPPEMENT RURAL	B5. NEW DEAL VERT

ANNEXE 5. TABLEAUX COMPLETS DES ENTRÉES ET SORTIES CLIMATERRE

Tableau entrées Climaterre

		Cas France 2006	Sc.1 - Territorialisation et sobriété face à la crise	Sc.2 - Agriculture duale et réalisme énergétique	Sc.3 - Agriculture-santé sans contrainte énergétique forte	Sc.4 - Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	
CULTURES	Répartition des assolements (% SAU)	blé	17%	10%	18%	15%	13%
		maïs grain	5%	3%	5%	5%	3%
		maïs ensilage	5%	4%	2%	4%	2%
		protéagineux (hors luzerne et prairie légumineuse, hors tourmesol)	1%	3%	1,3%	2%	6%
		oléagineux	7%	10%	15%	12%	5%
		prairies temporaires (dont luzerne)	11%	15%	8%	15%	18%
		prairies naturelles	27%	30%	25%	27%	28%
	Rendements (qtx/ha)	blé	70 qtx	50 qtx	85 qtx	70 qtx	65 qtx
		maïs grain	87 qtx	75 qtx	95 qtx	85 qtx	87,5 qtx
		maïs ensilage	115 qtx	100 qtx	130 qtx	115 qtx	115 qtx
		protéagineux (hors luzerne et prairie légumineuse, hors tourmesol)	30 qtx	47,5 qtx	40 qtx	40 qtx	55 qtx
		prairies temporaires	70 qtx	65 qtx	70 qtx	55 qtx	82 qtx
		prairies permanentes	53 qtx	47 qtx	53 qtx	53 qtx	53 qtx
	Apports d'azote (kg N/ha)	blé	165	100	180	145	120
		maïs grain	150	100 (*)	150	120	100 (*)
		maïs ensilage	70	0 (*)	70	50	0 (*)
		protéagineux (hors luzerne et prairie légumineuse, hors tourmesol)	0	0	0	0	0
		oléagineux (colza)	160	100	175	140	120
		prairies temporaires (dont luzerne)	57	0	28	28	11
		prairies naturelles	46	0	46	46	20
	(*) maïs forts apports d'azote organique						
	Apports de phosphore (kg P ₂ O ₅ /ha)	blé	30	stable	stable	stable	stable
		maïs grain	57	38	55	55,49	55
		maïs ensilage	35	0	35	24,77	35
		protéagineux (hors luzerne et prairie légumineuse, hors tourmesol)	45	45	45	45	45
		oléagineux (colza)	50	30	55	43	35
		prairies temporaires	15	15	15	8	15
		prairies naturelles	10	0	10	12	10
ELEVAGE	Cheptels (nb de mères)						
	1000 têtes	bovins lait - mères + suite	10 000	9 000	8 000	9 500	9 500
	1000 têtes	bovins viande - mères + suite	9 200	10 000	8 000	8 000	9 000
	1000 places	porcs	15 000	12 000	15 000	15 000	10 000
	1000 places	volailles	256 000	200 000	270 000	270 000	250 000
	Importation de tourteaux (éq 1000 ha)		2 600	-	+	+/=	--
	Production de lait		6 500	7 000	7 000	7 500	6 500

		Cas France 2006	Sc.1 - Territorialisation et sobriété face à la crise	Sc.2 - Agriculture duale et réalisme énergétique	Sc.3 - Agriculture-santé intensive en énergie	Sc.4 - Agriculture écologique et maîtrise de l'énergie	
ENERGIE ET AUTRES HYPOTHESES	% HVP	10%	30%	5%	15%	10%	
	Mix électricité		15% EnR et 5% gaz	25% EnR et 20% gaz	25% EnR et 20% gaz	40% EnR et 30% gaz	
	Surface irrigués (1000 ha)	1400	1400	1400	1400	1400	
	SAU	27 859 025	27 931 915	27 816 031	29 274 882	27 931 913	
	Écart		72 890	-42 994	1 415 857	72 888	
	Énergie Serre	0	-20%	-10%	-10%	-20%	
	Consommation d'énergie pour le chauffage des serres maraichères kwh/m ²	321	257	289	289	257	
	Consommation d'énergie pour le chauffage des serres horticoles kwh/m ²	160	128	144	144	128	
	Électricité bovin lait (kwh/vl)			-20%	-10%	-10%	-20%
			470	376	423	423	376
	Chauffage bâtiments d'élevage			-20%	-10%	-10%	-20%
	Truie	403	322	363	363	322	
	Engraissement	25	20	22,5	22,5	20	
	Volaille	3,15	2,52	2,8	2,8	2,52	
	Bovin viande	93	74,4	84	84	74,4	
	Consommation (fuel/ha)	tendanciel -10%	base SD 50 Base NL 85	15% de SD 85% de NL	100% NL	100%NL IFT herb=cste	30%SD 70%NL IFT herb=cste
	Grandes cultures		100 l/ha	72	76	81	67
	Prairies naturelles		65 l/ha	47	49	53	43
	Arbo-viti-maraîchage		190	152	171	171	152
	Méthanisation			500 digesteurs par an pendant 10 ans (150 BL/digesteurs)	tendenciel : 100 digesteurs par an (150 BL/digesteurs) sur 15 ans	tendenciel : 100 digesteurs par an (150 BL/digesteurs) sur 15 ans	simulation d'une approche territoriale : 1000 digesteurs par an pendant 20 ans (150 BL/digesteurs)
	Haies (ha)		1 011 200	1 011 200	500 000	1 011 200	3 000 000
	Stockage de carbone (grandes cultures) (t/ha)	labour	45	45	45	45	45
		semis direct		55			55
	Fabrication des engrais azotés	émissions de N ₂ O (kg N ₂ O/tHNO ₃)	5	2,5(*)	2,5(*)	2,5(*)	2,5(*)
		consommation énergie (kgN ₂ O/tHNO ₃)	47,47	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)
(*) UNIFA-CITEPA 2008	émissions de CO ₂ tN/AM	6,172	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)	=90% 2006 (*)	

SD : Semis-direct

NL : Non labour

IFT : indice de fréquence de traitement

Tableau sorties Climaterra

Consommations d'énergie (ktep)	Cas France 2006	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
ÉNERGIE DIRECTE	5 307	4 224	4 443	4 651	4 098
Fioul	3 242	2 033	2 527	2 485	2 214
Essence/gazole	0	0	0	0	0
Électricité	1 167	954	986	1 052	956
Gaz	876	765	828	828	774
Bois	9	7	8	8	7
Charbon	10	8	9	9	8
Autres énergies (HPV, PV)	2	456	85	268	139
ÉNERGIE INDIRECTE	5 388	3 002	5 354	4 764	3 226
Azote	2 978	1 172	2 921	2 374	1 497
Autres fertilisants/amendements	489	375	457	442	413
Produits phytosanitaires	353	340	359	361	343
Aliments pour animaux	736	302	766	736	178
Matériel	832	812	850	851	795
TOTAL	10 695	7 226	9 797	9 414	7 325
GES (Mt eq. CO₂)					
ÉMISSIONS DIRECTES	95,0	75,8	82,3	86,2	74,2
Énergie	11,3	7,5	9,1	9,0	8,1
Sols agricoles (dont N ₂ O Lessivage et NH ₃)	34,3	22,8	34,2	31,1	24,5
Fermentation entérique	36,5	35,5	28,5	34,4	34,1
Stockage des effluents	12,9	10,0	10,5	11,7	7,5
ÉMISSIONS INDIRECTES	21,7	11,7	21,3	18,9	12,7
Mise à disposition de l'énergie	1,1	0,8	0,9	0,9	0,8
Fabrication de l'azote	12,6	5,0	12,3	10,0	6,3
Fabrication des autres fertilisants	1,0	0,7	0,9	0,9	0,8
Produits phytosanitaires	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Aliments pour animaux	3,5	1,9	3,6	3,5	1,4
Fabrication du matériel	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7
BILAN BRUT DES ÉMISSIONS	116,7	87,5	103,6	105,1	86,9
N ₂ O	41,0	25,7	38,3	34,9	27,6
CH ₄	46,3	42,6	36,4	43,3	38,7
CO ₂	29,4	19,3	29,0	26,9	20,6
TOTAL	116,7	87,5	103,6	105,1	86,9
Stock de carbone dans les sols agricoles (humus)					
Mt C	1 641,6	1 704,2	1 568,1	1 664,8	1 864,8
Mt CO ₂	6 019,1	6 248,9	5 749,7	6 104,3	6 837,8
ÉMISSIONS ANNUELLES	116,7	87,5	103,6	105,1	86,9
STOCKAGE ADDITIONNEL ANNUEL	0,0	85,2	78,4	83,2	93,2
BILAN GES	116,7	2,3	25,2	21,8	-6,4
Productions					
Fourrage (tMS/an)	81 435 573	78 861 690	63 160 163	75 506 764	76 354 312
COP (tMS/an)	58 693 913	37 082 002	74 884 015	58 015 065	48 779 588
Culture industrielles (tMS/an)	8 311 246	8 311 246	8 311 246	8 311 246	8 311 246
Cultures pérennes (tMS/an)	660 823	660 823	660 823	660 823	660 823
Maraîchage (tMS/an)	736 427	736 427	736 427	736 427	736 427
Viande (t-vif/an)	9 594 570	8 471 686	9 039 513	9 309 715	8 409 263
Lait (t/an)	26 782 341	28 255 898	25 489 612	33 393 287	27 761 919
Œufs (t/an)	773 232	602 666	813 600	813 600	753 333

ANNEXE 6. LISTE DES FIGURES ET ENCADRÉS

Figures

Figure 1	Indices de prix FMI	page 17
Figure 2	Prix du pétrole : l'éventail des prévisions	page 18
Figure 3	Consommation d'énergie directe en ktep en 2008	page 22
Figure 4	Évolution de l'utilisation d'azote minéral (en unités fertilisantes) et du « volume » de la production végétale entre 1970 et 2008	page 25
Figure 5	Dépenses en intrants en proportion de la valeur de la production (moyenne 2005, 2006, 2007)	page 26
Figure 6	Répartition des exploitations selon la consommation d'énergie et le rendement moyen en grandes cultures et consommation d'énergie par volume produit et par unité de production de lait (filrière bovins-lait)	page 27
Figure 7	Production d'énergie renouvelable en France (1985-2009, en Mtep)	page 29
Figure 8	Schéma du système <i>Agriculture énergie 2030</i>	page 40
Figure 9	Schéma de principe de l'outil d'analyse de l'agriculture et de la forêt	page 48
Figure 10	Les consommations d'énergies directes et indirectes de la « ferme France » en 2006 (Mtep – énergie primaire)	page 49
Figure 11	Les émissions de GES par la « ferme France » en 2006 (Mtéq CO ₂)	page 50
Figure 12	Évolution des consommations d'énergies directes et indirectes de la « ferme France »	page 91
Figure 13	Évolution des consommations d'énergies indirectes de la « ferme France »	page 92
Figure 14	Évolution des productions animales et végétales de la « ferme France » en MtMS	page 93
Figure 15	Bilan COP de la « ferme France »	page 94
Figure 16	Évolution des consommations d'énergie directe de la « ferme France »	page 95
Figure 17	Évolution des émissions de GES (Mtéq CO ₂)	page 96

Tableau

Tableau 1	Consommations professionnelles d'énergie par usage en ktep	page 23
-----------	--	---------

Encadrés

Encadré 1	Rupture : le développement des gaz non conventionnels. Vers le découplage des prix du pétrole ?	page 19
Encadré 2	Techniques de non labour : des impacts variés sur les consommations énergétiques	page 24
Encadré 3	Estimation des consommations d'énergie de la « ferme France »	page 27
Encadré 4	Énergie et agriculture : les principales politiques publiques en France	page 32
Encadré 5	Liste des membres du groupe <i>Agriculture Énergie 2030</i>	page 36
Encadré 6	Liste des variables retenues	page 39
Encadré 7	Les fiches-variables	page 45
Encadré 8	Les 4 objectifs généraux et les 13 objectifs opérationnels	page 98

ANNEXE 7. LISTE DES SIGLES

AB	Agriculture biologique
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AIE	Agence Internationale de l'Énergie
AOC	Appellation d'origine contrôlée
ASTREDHOR	Association nationale de structures d'expérimentation et de démonstration en horticulture
BCAE	Bonnes conditions agro-environnementales
BEM	Banc d'essai moteurs
BRIC	Bésil, Russie, Inde, Chine
CASDAR	Compte d'affectation spéciale « développement agricole et rural »
CEE	Certificats d'économies d'énergie
CEP	Centre d'études et de prospective (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire)
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire)
CITEPA	Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique
COP	Céréales, oléagineux, protéagineux
CORPEN	Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement
CTIFL	Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes
CUMA	Coopérative d'utilisation de matériel agricole
DATAR	Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale
DGER	Direction générale de l'enseignement et de la recherche (ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire)
DJA	Dotation d'installation aux jeunes agriculteurs
DPU	Droit à paiement unique
ENFA	École nationale de formation agronomique de Toulouse
EnR	Énergies renouvelables
EQF	Équivalent litre fioul
ETA	Entreprise de travaux agricoles
GES	Gaz à effet de serre
HCF	Hors cadre familial
HVE	Haute valeur environnementale
HVP	Huiles végétales pures
IFP	Institut français du pétrole

MAAP	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche
MAAPRAT	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
MS	Matière sèche
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et de la communication
OGM	Organismes génétiquement modifiés
OMC	Organisation mondiale du commerce
ONG	Organisation non gouvernementale
OPA	Organisations professionnelles agricoles
OTEX	Orientation technico-économique des exploitations
PAC	Politique agricole commune
PDRH	Programme de développement rural hexagonal
PMPOA	Programme de maîtrise de la pollution d'origine agricole
PPE	Plan de performance énergétique
R&D	Recherche et développement
RICA	Réseau d'information comptable agricole
RMT	Réseau mixte technologique
SAU	Surface agricole utile
SSP	Service de la statistique et de la prospective (MAAPRAT)
SOeS	Service de l'observation et des statistiques (MEDDTL)
TCS	Techniques culturales simplifiées
tep	Tonne équivalent pétrole, unité de comptabilité de la consommation d'énergie (1 tep = 11 628 kWh). Les multiples utilisés sont les Mtep (million de tep) et ktep (millier de tep).
TGAP	Taxe générale sur les activités polluantes
TIC	Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques
TICGN	Taxe intérieure sur la consommation de gaz naturel
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UE	Union européenne
UNIFA	Union des industries de la fertilisation
VL	Vache laitière
Wh	Watt heure. Le multiple le plus couramment utilisé est le kWh

ANNEXE 8. BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, 2006, *Synthèse des bilans PLANETE*.
- ADEME, 2010, *Analyses de cycle de vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France*.
- ADEME, étude de la démarche CLIMATERRE à paraître en 2011 (titre provisoire).
- ADEME-CIVAM, 2006, *Pourquoi/comment économiser l'énergie à la ferme ?*
- ADEME-MAP, 2003, *Économiser l'énergie et développer les énergies renouvelables à la ferme*. (étude réalisée par Solagro)
- ADEME-MAP, 2007, *Énergie dans les exploitations agricoles : état des lieux en Europe et éléments de réflexion pour la France*, étude réalisée par Solagro.
- ADEME-MAP, 2007, *Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments d'élevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs - Synthèse*.
- ADEME-MAP, 2007, *Utilisation rationnelle de l'énergie dans les serres. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs - Synthèse*.
- ADEME-MAAP, 2009, *Les impacts environnementaux et paysagers des nouvelles productions énergétiques sur les parcelles et bâtiments agricoles*, étude réalisée par Solagro & Agence Paysage.
- AIE, 2009, *World energy outlook*.
- AIE, 2010, *Energy Technology Perspectives*.
- Baffes J, Haniotis T, 2010, *Placing the 2006/08 Commodity Price Boom into Perspective*, Banque mondiale.
- Bazin G (rapporteur), 2008, *L'agriculture française face à une forte augmentation du coût de l'énergie*, Synthèse des travaux du groupe intersections de l'Académie d'Agriculture de France.
- Berriet-Sollic M, 2002, « Décentralisation et politique agricole », *Économie rurale n°268-269*.
- Canning P, Ainsley C, Huang S, Polenske KR, Waters A, 2010, *Energy Use in the U.S. Food System*, USDA.
- Cavaillès E, 2009, *La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéine : quels bénéfices environnementaux ?*, MEEDDM/CGDD.
- CGAAER, 2010, *Rapport Prospective « PAC 2020 »*, MAAP.
- CGDD, 2010, *Bilan énergétique de la France pour 2009*, MEEDDM.
- Charpin J-M, 2010, *Mission relative à la régulation et au développement de la filière photovoltaïque en France*, rapport final, MINEI.
- Chatham House, 2009, *Food futures : Rethinking UK Strategy*.
- Chatham House, 2010, *Lloyd's 360° risk insight. Sustainable energy security. Strategic risks and opportunities for businesses*.
- Commission des comptes de l'agriculture de la nation, 2010, *Les comptes nationaux provisoires de l'agriculture en 2009*.
- Commission européenne, DG Recherche, 2007, *The foresight expert group FFRAF Report : Foresighting Food, Rural and Agri-futures*.
- Commission européenne, DG Agriculture et développement rural, 2010, *Scenar 2020-II - Update of scenario study on agriculture and the rural world*.
- Cooper T, Hart K, Baldock D, 2010, *Provision of public goods through agriculture in the European Union*, Institute for European Environmental Policy.
- Cour des comptes, 2005, *Fiscalité et environnement*.
- Doublet S. (Solagro), 2010, *Simulation des consommations d'énergie et émissions de GES de la ferme France en 2030*, ADEME-MAAP.
- Eisentraut A, 2010, *Sustainable production of second generation biofuels - potential and perspectives in major economies and developing countries*, AIE.
- Erkman S, 2004, *Vers une écologie industrielle. Comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle*.
- Godet M, 1985, *Prospective et planification stratégique*, Économica.

IFP, 2009, *Perspectives de l'industrie gazière, Panorama 2009*.

INRA-CIRAD, 2009, *Prospective Agrimonde*.

Institut de l'élevage, 2007, *Les transformations du métier d'agriculteurs : conséquences pour la recherche développement*.

Jouvenel B. de, 1964, *L'art de la conjecture*, Éditions du Rocher.

Jouvenel H. de, 2004, *Invitation à la prospective - An Invitation to Foresight*, Éditions Futuribles, Coll. Perspectives.

Kahn H, Wiener A. J., 1968, *L'an 2000*, Robert Laffont.

Kerr R, 2009, « Splitting the difference between oil pessimists and optimists », *Science*.

Kränzlein T., 2008, *Economic monitoring of fossil energy use in EU agriculture. Régional analysis of policy instruments in the light of climate-related negative external effects*, A dissertation submitted to ETH ZURICH for the degree of Doctor of Sciences.

Marjolein BA, Van Asselt C, Storms N, Rijkens-Klomp et Rotmans J, 1998, *Towards visions for a sustainable Europe : an overview and assessment of the last decade in European scenarios studies*, University of Maastricht.

Mermet L (dir.), 2005, *Étudier des écologies futures*, Éditions Peter Lang.

Mermet L et al., 2003, *Prospectives pour l'environnement*, La Documentation française.

Mora O (dir), 2008, *Les nouvelles ruralités en France en 2030*, INRA.

OCDE-FAO, 2010, *Agricultural Outlook 2010. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO*.

Poux X, 2005, « Fonctions, construction et évaluation des scénarios prospectifs », dans Mermet L., (dir), *Étudier des écologies futures*.

Poux X (coord), 2006, *Agriculture, environnement et territoires : quatre scénarios pour 2025. Un exercice de prospective du Groupe de la Bussière*, La Documentation française.

Regalado A, 2010, « Race for Cellulosic Fuels Spurs Brazilian Research Program », *Science*.

Ricœur P, 1983, *Temps et récits*, Seuil.

Ministère chargé de l'Agriculture, SCEES, 1994, *Les consommations d'énergie en 1992 dans les*

exploitations agricoles, les CUMA et les ETA.

Ministère chargé de l'Agriculture, SCEES, *Enquêtes sur les pratiques culturelles en 2001*.

Ministère chargé de l'Agriculture, SCEES, Agreste Primeur n° 123, *Des nitrates agricoles à l'Ouest et dans les plaines céréalières*.

Ministère chargé de l'Agriculture, SCEES, *Enquêtes sur les pratiques culturelles en 2006*.

Ministère chargé de l'Agriculture, Service de la statistique et de la prospective, 2008, Agreste Primeur n° 206, *Développement des cultures énergétiques à l'horizon 2015 : quelles marges de manœuvre pour la production ?*

Ministère chargé de l'Agriculture, Service de la statistique et de la prospective, 2010, *Graphagri 2009, L'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires*.

Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Service de la statistique et de la prospective, 2009, Agreste Primeur n° 224, *La consommation d'énergie directe des exploitations agricoles - Un enjeu énergétique bien compris*.

Triomphe B, Goulet F, Dreyfus F, Tourdonnet S de, 2006, *Du labour au non labour : pratiques, innovations et enjeux au Sud et au Nord*, Actes du colloque Techniques de travail de la terre, 25-28 octobre 2006.

Voituriez T, 2009, *Hausse du prix de l'énergie, hausse des prix agricoles : quelles relations et implications à moyen et long terme ?*, Rapport pour l'IFRI, IDDRI.

SITES INTERNET

ENCADRÉ 1

<http://www.reuters.com/article/idUSTRE52J6AP20090320?sp=true>

Scénario 1

Signaux faibles

http://www.poitou-charentes.fr/files/guide_aides/agri-agroressources-reglement.pdf

<http://www.nordpasdecals.fr/agriculture/objectifs.asp>

<http://www.campagnesenvironnement.fr/article.php?id=3268&nid=1>

<http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/business/20100519cows/20100519hppaper.pdf>

Ruptures

<http://www.peakoil.net/>

<http://dk9.ti1ca.com/get/66.249.65.135/p3fuf60ew/French380pb.pdf>

http://www.telos-eu.com/fr/article/europe_le_dernier_train_avant_l_enfer

http://www.lemonde.fr/idees/article/2010/06/17/comment-va-t-on-recreer-le-franc_1373906_3232.html

Scénario 2*Signaux faibles*

http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport-cgaaer1889_prospective_pac2020.pdf

http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/scenar2020ii/index_en.htm

<http://www2.farmstar-conseil.fr/>

<http://www.inra.fr/content/download/14001/172255/version/1/file/DP-FuturoI-final.pdf>

Ruptures

<http://www.transrural-initiatives.org/numero-294-310/Dossier%20310.pdf>

<http://www.agrapresse.fr/les-politiques/le-syndicalisme-doit-peut-etre-regarder-les-choses-un-peu-autrement-art263012-3.html>

<http://www.agri-outlook.org/dataoecd/31/37/45454771.pdf>

Scénario 3*Signaux faibles*

http://www.lepost.fr/article/2010/01/29/1913383_bordeaux-un-agriculteur-intoxique-par-un-herbicide-va-etre-indemnie-apres-5-ans-de-procedure.html

http://www.ligue-cancer.net/newsletters/20100201/files/CP_Pesticides.pdf

http://www.msa.fr/front/id/msafr/S1096561018128/S_Etudes-et-statistiques/S_Etudes/publi_Lancement-d-39-une-etude-epidemiologique-des-risques-professionnels.html

http://www.pleinchamp.com/article/detail.aspx?id=39061&menu_id=2&page=1&local=false&pub_id=2

Ruptures

<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/59106.htm>

<http://www.cea.fr/content/download/34253/582128/file/bioenergies-CEA-2010.pdf>

<http://www.agrimipinnovation.com/fr/publications/videos/page-1.html?video=6>

Scénario 4*Signaux faibles*

http://www.lemonde.fr/idees/article/2010/07/15/il-faut-reduire-de-30-le-taux-des-emissions-de-carbone_1388200_3232.html

<http://www.ieep.eu/publications/publications.php?pub=97572>

http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport-cgaaer1889_prospective_pac2020.pdf

<http://www.physorg.com/news187250050.html>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS40.pdf>

Ruptures

<http://www.larevuedurable.com/editions/04.1.php>

<http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,715138,00.html>

http://www.sd-commission.org.uk/file_download.php?target=/publications/downloads/prosperity_without_growth_report.pdf

Achévé d'imprimer en xxxx 2011
sur les presses de l'imprimerie Champagnac

ISBN 978 211 097 6475

Les textes de l'ouvrage sont composés en Corporate dessiné par Kurt Weidemann et en JohnSans,
caractère dessiné par Štorm František pour les titres.

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Couverture © Laurent Mignaux - MEDDTL, © Pascal Xicluna / Min.Agri.Fr

Page 52 (scénario 1) Club biogaz © Thierry Degen - MEDDTL, © Laurent Mignaux - MEDDTL

Page 62 (scénario 2) © Pascal Xicluna-<http://photo.agriculture.gouv.fr>, © Laurent Mignaux - MEDDTL,
© Christophe MAITRE - INRA

Page 70 (scénario 3) © Olivier Brosseau - MEDDTL, © Laurent Mignaux - MEDDTL,
© Laurence Rabussier/Min.Agri.Fr

Page 78 (scénario 4) © Christian DUPRAZ - INRA, © Arnaud Bouissou - MEDDTL, © Laurent Mignaux - MEDDTL

L'énergie en agriculture est trop souvent considérée comme un enjeu secondaire ou conjoncturel. Elle est en réalité une question d'avenir majeure de par ses conséquences économiques pour les exploitations, ses liens aux questions environnementales et climatiques et son influence sur l'organisation des filières et l'aménagement des territoires.

Basée sur les travaux d'un groupe d'une quarantaine de personnes et pilotée par le Centre d'études et de prospective (CEP) du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, la prospective *Agriculture Énergie 2030* invite à sortir du « court-termisme » en éclairant les acteurs sur les défis et les opportunités que soulève la question énergétique en agriculture. Après un diagnostic complet des enjeux actuels, cette synthèse présente quatre scénarios d'évolution contrastés et chiffrés à l'horizon 2030 ainsi que des orientations stratégiques pour l'action publique.

Créé en 2009, le Centre d'études et de prospective produit des analyses sur des problèmes publics complexes d'envergure nationale et internationale. Il remplit des missions de veille et d'expertise, d'appui méthodologique et d'animation de réseaux. Ses observations et travaux sont rendus publics dans plusieurs formats de publications : Notes de veille, Notes d'analyse, revue *Notes et Études Socio-économiques*, documents de travail, rapports, etc. <http://agriculture.gouv.fr/prospective-evaluation>

Le rapport *Agriculture Énergie 2030* ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Il n'engage que ses auteurs.