



Afterres2050 : les déclinaisons régionales

Rapport Final

Janvier 2016



Avec le soutien de



Solagro : 75, voie du TOEC - CS 27608 - 31076 Toulouse Cedex 3 • Association loi 1901 - Siret : 324 510 908 00050

Tél. : + 33(0)5 67 69 69 69 – Fax : + 33(0)5 67 69 69 00 • www.solagro.org – mél : solagro@solagro.asso.fr

Remerciements

Les travaux et résultats présentés ci-après sont le fruit de deux années d'un travail qui s'est appuyé d'une part sur une expertise locale constituée en groupes de travail régionaux et d'autre part sur une expertise nationale constituée en conseil scientifique.

Merci à tous les acteurs qui se sont engagés dans les groupes de travail dans chacune des régions Centre Val de Loire, Ile-de-France, Picardie et Rhône-Alpes

Une mention spéciale pour les représentants des conseils régionaux, élus et personnels des services et les représentants des délégations régionales de l'ADEME qui ont accompagné et facilité la mise en œuvre de la démarche.

Merci aux agriculteurs, aux salariés ou élus des organismes agricoles, des chambres, des coopératives, des CUMA, des syndicats, de groupements de producteurs..., aux représentants du secteur de la forêt, de l'agroalimentaire, des collectivités, de la recherche et de l'enseignement, qui ont enrichi les différentes étapes du travail dans le respect des règles définies en concertation et de l'expression des points de vues exprimés.

Nos remerciements vont par ailleurs aux membres du conseil scientifique qui se sont mobilisés tout au long du travail pour donner un avis éclairé sur les méthodes, hypothèses et résultats et pour partager leurs expertises, expériences et résultats scientifiques susceptibles de faire progresser la réflexion collective.

Merci enfin à l'ADEME–Service Agriculture et forêt, à la Fondation C.L. Meyer pour le progrès de l'homme, aux conseils régionaux des 4 régions partenaires de nous avoir fait confiance et soutenu dans cette entreprise audacieuse.

Rédaction

Rédaction	Sylvain Doublet, Christian Couturier, Madeleine Charru
Mail	Sylvain.doublet@solagro.asso.fr christian.couturier@solagro.asso.fr madeleine.charru@solagro.asso.fr
Date	20/01/16

SOMMAIRE

PARTIE 1 Le projet : objectifs et méthode	5
1 Positionnement et description du projet	6
1.1 Objectifs généraux	6
1.2 Positionnement du projet	6
1.3 Description du projet	7
2 Organisation du projet	8
2.1 Gouvernance générale du projet et conditions de réalisation	8
2.2 Pilotage Solagro	8
2.3 Pilotage national : Conseil National de Suivi (CNS)	9
2.4 Conseil Scientifique (CS)	9
2.4.1 Positionnement du Conseil Scientifique	9
2.4.2 Les membres du Conseil Scientifique	10
2.4.3 Le Conseil Scientifique du 28 janvier 2014	11
2.4.4 Le Conseil Scientifique du 3 juillet 2014	12
2.4.5 Le Conseil Scientifique du 30 mars 2015	14
2.5 Gouvernance régionale et animation	16
2.5.1 Gouvernance régionale	16
2.5.2 L'animation régionale	17
2.6 Constitution des groupes de travail régionaux (GTR)	18
2.6.1 Méthode	18
2.6.2 Résultats	18
3 La régionalisation de la prospective : méthode et moyens	19
3.1 Conjuguer les échelles	19
3.2 Les étapes de la régionalisation	19
3.3 Les moyens et les outils	20
3.4 MoSUT : la nécessaire adaptation du modèle à la régionalisation	21
3.5 Une obligation de cohérence (rappel): les bilans d'approvisionnements	24
3.6 Le travail à l'échelle des unités de production, une étape clé de la régionalisation	25
4 Hypothèses et principaux arbitrages pour la régionalisation	27
4.1 Régimes alimentaires	27
4.1.1 Eléments de méthode	27
4.1.2 Les paramètres retenus dans la version actualisée d'Afterres2050	28
4.1.3 L'assiette proposée dans Afterres2050	29
4.2 Artificialisation des sols	32
4.2.1 Artificialisation et densité de population	32
4.2.2 Artificialisation et augmentation de population	32
4.2.3 Un exercice de projection délicat	33
4.3 Répartition des troupeaux bovins	35
4.3.1 La situation actuelle : le solde de production	35
4.3.2 Les clés de répartition possibles	36
4.3.3 Répartition du troupeau laitier et allaitant	39
4.3.4 Clés de répartition retenues	39
4.4 Les unités agricoles de 2050, l'agriculture biologique, l'azote et l'énergie	43
4.5 La forêt et le bois	44
4.5.1 Forêt et production biologique : données disponibles et projections	44
4.5.2 Bois : prélèvements et utilisations actuels	46
4.5.3 Une sylviculture productive et écologique	46
4.5.4 Bois : évolutions des prélèvements et des usages	47
4.6 L'affectation des sols	48
4.6.1 Règles adoptées	48
4.6.2 Résultat par région	48
4.6.3 Evolution de la COP	49
4.6.4 Evolution des surfaces fourragères	49
4.7 Les cultures intermédiaires	50
4.8 Les rendements, le changement climatique et l'irrigation	51
4.8.1 Les rendements actuels	51
4.8.2 Le climat actuel et les impacts sur les rendements des principales cultures	54
4.8.3 Les climats futurs	57
4.8.4 Les rendements de 2050 hors irrigation supplémentaire	58
4.8.5 Les rendements de 2050 avec irrigation supplémentaire	64
4.9 La méthanisation, biogaz et agronomie	69
4.9.1 Un outil agronomique performant	69
4.9.2 Cultures intermédiaires et énergie	69
4.9.3 Paille et menue paille	69
4.9.4 Equilibrer le bilan carbone des sols	70
4.9.5 Du « fumier végétal » pour les agrosystèmes sans élevage autonome en azote	70
4.9.6 Un outil de développement agricole et rural : démocratiser la méthanisation en jouant collectif	71

PARTIE 2 Les résultats de la Région Centre-Val-de-Loire	72
1 Déroulement des travaux et organisation des débats	73
1.1 Déroulement des travaux	73
1.2 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050-Centre »	73
2 L'agriculture régionale aujourd'hui	74
2.1 Les chiffres clés	74
2.2 Les paysages agricoles régionaux	75
2.3 Les sols de la région	75
2.4 Synthèse de l'analyse AFOM du groupe de travail régional	77
2.4.1 Les atouts	77
2.4.2 Les faiblesses	77
2.4.3 Les opportunités	77
2.4.4 Les menaces	78
2.5 Regards croisés	79
3 Le climat et les ressources en eau	80
3.1 Le climat et les usages de l'eau aujourd'hui	80
3.1.1 Le climat	80
3.1.2 Les ressources et les usages de l'eau aujourd'hui	81
3.2 Le climat, les ressources eau en 2050 et les conséquences agronomiques	83
3.2.1 Le Climat en 2050	83
3.2.2 Une diminution des ressources naturelles	84
3.2.3 La question des ressources et de la qualité l'eau	84
3.2.4 Les impacts agronomiques des changements climatiques	85
4 Travail sur les unités de production et leurs évolutions	86
4.1 Les unités de production « bovins viandes »	86
4.1.1 Les fermes actuelles	86
4.1.2 Les unités de production en 2050	88
4.1.3 Evolution des bovins viandes – synthèses	89
4.2 Les unités de production « grandes cultures »	91
4.2.1 Les unités de production 2015	91
4.2.2 Les unités d'exploitation en 2050	95
4.2.3 Evolution grandes cultures – synthèse	97
5 Assemblage des paramètres et résultats régionaux	98
5.1 Les données d'entrée de la prospective régionale	98
5.2 Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région	102
5.2.1 Occupation du territoire	102
5.2.2 Les productions végétales	104
5.2.3 Les productions animales	105
5.2.4 Evolution du solde extérieur régional	105
5.2.5 Résultats environnementaux et climatiques	106
5.2.6 Les productions de carbone renouvelable pour la société	107
5.2.7 Synthèse des résultats	108
5.3 D'autres scénarios : Tendanciel, SAB et REP	108
PARTIE 3 De nouveaux résultats nationaux	110
1 Du régional au national et du national au régional	111
2 Scénarios Afterres2050, SAB et REP	111
2.1 Définition des scénarios et hypothèses retenues	111
2.2 Les résultats : vue d'ensemble	113
3 Nouveaux indicateurs pour l'évaluation	115
3.1 Empreinte carbone	115
3.1.1 Définition de l'empreinte carbone	115
3.1.2 Variation des émissions GES et empreinte carbone	115
3.1.3 Méthode et données d'entrée	116
3.2 Flux de carbone et d'énergie : méthode	121
4 Une première approche socio-économique	124
5 Eléments de conclusion et perspectives	125
5.1 Une co-construction régionale fructueuse	125
5.2 Un enrichissement du travail prospectif initial	126
5.2.1 Les apports des travaux en région	126
5.2.2 Les réflexions engagées pour la régionalisation de l'outil	126
5.2.3 Les apports du Conseil Scientifique	127
5.2.4 Regards extérieurs	127
5.3 Perspectives	128
5.3.1 Intensifier la communication pour contribuer au débat public	128
5.3.2 Compléter les champs d'études	128
5.3.3 Territoires	129
5.3.4 Passer à l'action sur des TEAPOS	129
Annexes	130

PARTIE 1

Le projet : objectifs et méthode

1 Positionnement et description du projet

1.1 Objectifs généraux

Le projet Afterres vise à proposer un cadre de référence systémique pour nourrir la réflexion et permettre l'engagement de politiques agricoles et forestières soutenables. La première phase de ce projet a consisté à élaborer un premier scénario national, Afterres2050. Le projet Afterres2, en constitue la seconde phase.

Le scénario Afterres2050 vise à intégrer et articuler entre eux les constats et enjeux environnementaux et sociétaux majeurs concernant les systèmes agricoles et forestiers. Il se donne pour objectif de diviser au moins par 2 les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture, d'augmenter les fonctions « puits de carbone » de l'agriculture et de la forêt sous ses diverses formes (stockage dans les sols, dans la biomasse aérienne, dans les matériaux bio-sourcés à longue durée de vie), de contribuer à réduire le déstockage de carbone fossile par substitution. Il s'articule avec le scénario NégaWatt dont il constitue le volet « biomasse énergie / agriculture ». Le scénario NégaWatt poursuit des objectifs similaires, dans le domaine de l'énergie.

Une seconde série d'objectifs vise à construire un système agricole et sylvicole productif, capable de fournir des produits en quantité suffisante pour l'alimentation, les exportations, la fourniture de matériaux, de matières non alimentaires et de ressources énergétiques. Ces systèmes productifs doivent dans le même temps présenter une moindre empreinte écologique et un certain nombre d'indicateurs – objectifs et/ou résultats – permettant de s'en assurer : biodiversité, consommation de ressources non renouvelables, occupation de l'espace, préservation des milieux naturels, moindre usage de matières toxiques, diminution des pollutions de l'air et de l'eau...

La troisième série d'objectifs est d'ordre socio-économique. Ces systèmes reposent nécessairement sur un tissu agricole humain qui soit en mesure de répondre à l'ensemble de ces défis. La question du nombre d'actifs agricoles et forestiers et de leur formation est donc centrale. Les enjeux socio-économiques, tant au niveau des exploitations agricoles que des filières de transformation sont de première importance pour le projet Afterres. Toute une économie basée sur les matières bio-sourcées émerge et est susceptible de revivifier le tissu industriel rural. La question de la compétitivité de l'agriculture française et européenne à l'échelle mondiale, la notion de souveraineté alimentaire, les questions de régulation et de politiques publiques sont également cruciales et constituent la toile de fond de la réflexion.

Il s'agit enfin de concilier les réponses à des demandes sociétales multiples : santé publique et nutrition (obésité, maladies cardio-vasculaires, « mal-bouffe » et autres pathologies propres aux sociétés d'abondance) ; souci du bien-être animal ; partage de l'espace (pression de l'urbanisation, multi-usages de la forêt, place de la nature) ; demande de terroir, d'identité, de paysage.

1.2 Positionnement du projet

Le programme Afterres2 est la seconde phase du projet Afterres, porté par l'association Solagro. L'ambition est de décrire un projet pour l'agriculture et la forêt, centré sur la France métropolitaine, à l'horizon 2050, qui vise à réduire l'empreinte écologique de l'agriculture et de la forêt tout en fournissant les services attendus en matière d'alimentation et d'usages non alimentaires de la biomasse. La première étape a permis d'établir un modèle de description du système agro-pastoral et sylvicole (MoSUT) à partir de données physiques. Ce modèle a été utilisé également lors de l'étude réalisée pour le service prospective de l'ADEME, « Facteur 4 en agriculture ». Les principes généraux de MoSUT ont été détaillés dans le rapport ADEME/MAAPRAT sur Facteur 4.

MoSUT ne fait pas d'hypothèse, il s'agit d'un calculateur. Les hypothèses sont formulées dans le cadre du scénario Afterres.

Les principales concernent :

- l'évolution du régime alimentaire,
- l'évolution de la prise en compte des pertes dans le système alimentaire,
- l'artificialisation des terres agricoles,
- les systèmes d'élevages,
- les systèmes agricoles de productions végétales,
- la forêt et le bois.

Un référentiel de principes et d'objectifs environnementaux, sanitaires, sociaux, énergétiques, a permis d'alimenter ce modèle pour aboutir à une première version du scénario Afterres2050, qui a ensuite fait l'objet de plusieurs présentations auprès de publics divers. L'objectif de ces présentations est de susciter un débat entre les différents acteurs concernés, qui vont des associations citoyennes à la profession agricole en passant par les collectivités locales et l'administration. Ces conférences-débats ont soulevé un vif intérêt de la part de l'ensemble de ces publics et suscité une forte attente sur plusieurs aspects. Le souhait de poursuivre la démarche collaborative s'est largement exprimé.

Les questions posées concernent en priorité le changement d'échelle du scénario. Compte tenu de la grande diversité de l'agriculture française, il est apparu indispensable de raisonner à une échelle infranationale, par exemple régionale.

La seconde étape du projet s'est donc donné pour objectif de territorialiser le scénario national à l'échelle régionale, en partenariat avec des acteurs de quatre régions : Centre-Val-de-Loire, Ile-de-France, Picardie et Rhône-Alpes.

Le scénario Afterres2050 répond à la feuille de route publique dans les domaines de l'environnement et de la santé publique. Il n'était donc pas prévu de rediscuter de ces objectifs mais de savoir à quelles conditions ils pourraient être atteints à l'échelle régionale.

1.3 Description du projet

Le projet comprend des actions communes et des actions spécifiques à chaque région. Les actions communes consistent à élaborer l'outil qui permet la régionalisation du scénario Afterres2050 mais aussi à le consolider et l'affiner pour prendre en compte les apports du travail mené au niveau régional, fournir de nouveaux indicateurs environnementaux et de premiers éléments d'analyse socio-économique.

Les actions spécifiques ont consisté à organiser, dans chaque région, la concertation avec des acteurs régionaux pour analyser la pertinence des hypothèses régionales issues du scénario national, élaborer de nouvelles hypothèses argumentées à partir des spécificités et contraintes régionales, puis valider le scénario régional élaboré collectivement dans le respect des objectifs d'Afterres2050. La concertation a permis d'appréhender, de façon qualitative, les enjeux socio-économiques des évolutions envisageables des agricultures régionales.

Le travail a progressé par des allers-retours réguliers entre les développements communs de l'outil au niveau national et les travaux dans chaque région.

On peut distinguer deux grandes parties dans ce projet :

- 1 : Consolidation/amélioration de l'outil existant et création de l'outil de régionalisation ;
- 2 : Territorialisation du scénario.

2 Organisation du projet

2.1 Gouvernance générale du projet et conditions de réalisation

Le projet est coordonné et piloté par Solagro : le coordinateur veille au bon déroulement du programme, au respect des délais et des jalons, à la fourniture des livrables, aux réorientations et recadrages éventuellement nécessaires.

La gouvernance du projet s'articule autour d'organes de décisions et de travail nationaux et régionaux dans lesquels toutes les parties sont représentées.

Les organes mis en place sont les suivants (Cf. schéma ci-après) :

- Un Comité de pilotage interne à Solagro
- Un Conseil National de Suivi du projet – CNS
- Un Conseil Scientifique – CS
- Des Comité Régionaux de Suivi du projet – CRS
- Des Groupes de Travail Régionaux – GTR
- Une animation régionale

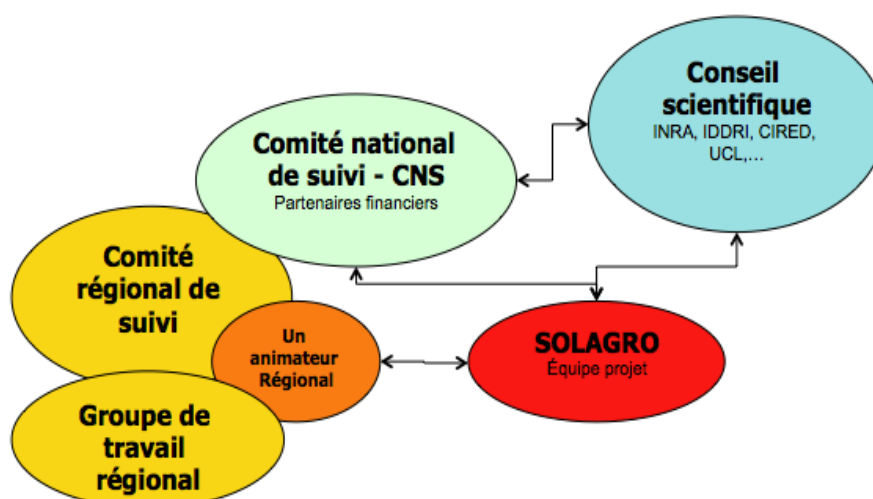


Figure 1 : Gouvernance du projet Afterres2

2.2 Pilotage Solagro

Au sein de Solagro, le groupe projet « Afterres2 » est composé de quatre personnes avec l'appui ponctuel d'autres membres de l'équipe en fonction des besoins. Le tableau ci-après permet d'identifier les tâches de chacun.

Tableau 1 : Pilotage interne du projet Afterres2

Personne	Missions transversales	Travail en région
Sylvain Doublet	Responsable du projet Pilotage du CNS Gestion des ateliers	Suivi des régions Centre et Ile-de-France
Christian Couturier	Amélioration de MoSUT Déclinaisons régionales	Suivi des régions Rhône-Alpes et Ile-de-France
Madeleine Charru	Suivi administratif et financier	Suivi des régions Rhône-Alpes et Picardie
Philippe Pointereau	Pilotage du Conseil Scientifique	Suivi de la région Picardie

Ce groupe projet s'est réuni une fois par mois pour travailler à la fois les questions de fond et suivre l'avancement des différents volets du projet.

A ce groupe projet ont été associés ponctuellement des experts de Solagro sur les thèmes suivants : agroforesterie/haie, systèmes de cultures innovants, GES et énergie en agriculture, gestion forestière et bois énergie, méthanisation, alimentation, statistique agricole, évaluation environnementale. Gaël CARAYON, Nicolas METAYER et Marine GIMARET, Claire RUSCASSIE ont été ponctuellement associés aux travaux.

2.3 Pilotage national : Conseil National de Suivi (CNS)

Les membres du CNS sont les financeurs du projet Afterres2 : ADEME (national/SAF et les quatre délégations régionales concernées), les quatre Conseils Régionaux impliqués, la FPH et Solagro.

Les principales missions du CNS sont :

- le suivi de l'avancement des travaux – cohérence/délais/moyens ;
- l'échange et la mutualisation des problématiques rencontrées dans les régions ;
- la mutualisation des questions méthodologiques ;
- la communication autour du projet.

Trois réunions du CNS se sont tenues au cours du projet.

- le 5 septembre 2013 : lancement du projet et validation de la méthode et des moyens mis en œuvre ;
- le 2 juillet 2014 : point d'étape à mi-parcours et validation des étapes suivantes ;
- le 2 juillet 2015 : finalisation, organisation du séminaire de restitution et communication autour du projet.

Les comptes-rendus de ces trois réunions sont disponibles en annexe n°1.

2.4 Conseil Scientifique (CS)

2.4.1 Positionnement du Conseil Scientifique

La construction d'Afterres2050 s'appuie depuis le départ sur l'implication d'un large panel de personnes volontaires et de réseaux qui apportent leurs avis et contributions à la démarche, à l'occasion de groupes de travail, de présentations du scénario et des universités d'hiver qui sont des moments privilégiés d'échanges. La création d'un conseil scientifique s'inscrit pleinement dans cette ouverture et vient conforter l'expertise des scénaristes qui, au sein de l'équipe salariée de Solagro, développent et documentent les modèles à la base de l'élaboration des scénarios proposés.

Ce conseil pluridisciplinaire a associé des chercheurs en agronomie, foresterie, pêche, économie, sociologie, procédés industriels, énergie, climat, nutrition afin de couvrir l'ensemble des thématiques concernées par Afterres2050.

La mission générale qui lui a été assignée est de consolider les bases scientifiques de la démarche mais aussi d'ouvrir de nouvelles perspectives. Concrètement, le conseil scientifique a contribué à :

- donner un avis critique sur les choix méthodologiques,
- orienter la réflexion en établissant des axes prioritaires de développement,
- éclairer les limites de l'exercice et son domaine de validité au regard des connaissances actuelles,
- communiquer sur la démarche vers le monde scientifique afin de faire émerger de nouveaux thèmes de recherche.

3 réunions du Conseil Scientifique ont eu lieu :

- en début de programme pour une présentation des axes de travail, de l'outil MoSUT, et le recueil d'une première analyse critique du scénario élaboré (28 janvier 2014) ;
- à mi-parcours (3 juillet 2014) pour affiner quelques-uns des points jugés prioritaires ;
- au deux tiers du parcours (30 mars 2015) pour réagir aux résultats des travaux menés en régions, aborder les questions sociales.

Les membres du conseil scientifique ont été sollicités dans leur domaine d'expertise sur des questions précises, au fur et à mesure de leur émergence, au regard des questions soulevées dans les phases de développement en cours, tant pour le scénario national que pour ses déclinaisons régionales.

Comme tout comité scientifique pour ce type de programme, il n'est pas appelé à prendre des décisions, mais a pu formuler en toute indépendance des recommandations, propositions, avis. Il a permis d'élargir la discussion, de prendre de la hauteur par rapport au travail technique de modélisation et d'animation, de fournir des éclairages critiques pertinents.

2.4.2 Les membres du Conseil Scientifique

Le Conseil Scientifique présidé par Marc Deconchat compte 18 personnes :

- Philippe BARET (Université Catholique de Louvain), agroécologie et transitions ;
- Marc BENOIT (INRA), organisations d'activités agricoles au sein de territoires complexes à enjeux environnementaux ;
- Marc DECONCHAT (INRA), écologie forestière ;
- Antoine COLIN (IGN-IFN), évaluation de la ressource forestière nationale, de son évolution récente et des futurs possibles ;
- Fabienne DAURES (IFREMER), ressources halieutiques ;
- Dominique DRON, agriculture, territoires et environnement dans les politiques publiques ;
- Eric JUSTES (INRA), variétés et systèmes de culture pour une production agroécologique ;
- Denis LAIRON (INSERM/INRA de Marseille), nutrition humaine ;
- Bernard LEMOULT (Ecole des Mines de Nantes), transitions sociétales ;
- Frédéric LEVRAULT (Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes), agriculture et changement climatique ;
- Jean-Marc MEYNARD (INRA), interface entre l'agronomie et les systèmes de culture, l'écologie et les sciences sociales ;
- Michael O'DONOHUE (INRA), caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture ;
- Martine PADILLA (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), alimentation durable, sécurité alimentaire des populations, comportements alimentaires et politiques publiques ;
- Grégoire PIGEON (Météo France), agrométéorologie ;
- Vincent PIVETEAU (Ecole Supérieure du Paysage de Versailles), aménagement du territoire, économie et échanges internationaux ;
- Philippe QUIRION (CIRED), économie de l'environnement et de l'énergie ;
- Arthur RIEDACKER (ex INRA), systèmes agricoles et climat ;
- Sébastien TREYER (IDDRI), développement durable et relations internationales.

Une présentation plus détaillée des activités et des compétences des membres du Conseil Scientifique est disponible en annexe n°2.

2.4.3 Le Conseil Scientifique du 28 janvier 2014

(Cf. CR détaillé en annexe n°2)

16 membres du Conseil Scientifique d'Afterres2050 sur 18 ont participé à cette première journée d'échanges qui avait trois objectifs :

- une présentation par Solagro de la démarche en cours et du travail de régionalisation prévu,
- le recueil d'un avis critique des membres du Conseil Scientifique sur la prospective présentée,
- l'identification de points à approfondir et la définition des modalités de travail du Conseil Scientifique.

L'encadré ci-dessous récapitule les points forts et les points faibles du scénario Afterres2050 selon les membres du Conseil Scientifique.

Les points forts de la prospective	Les points faibles de la prospective
• L'existence même de ce scénario : une approche systémique et intégrée fondée sur les besoins plutôt que l'offre ou les capacités de production, et associant les aspects alimentaires, agricoles, énergétiques et environnementaux ; • Un scénario rationnel, efficace et réaliste, rafraîchissant, audacieux, enthousiasmant, « poil à gratter », courageux (dire haut ce que beaucoup pensent tout bas) et avec un supplément d'âme ; • Une approche transversale, rigoureuse, transparente, honnête, innovante, et crédible ; • Un scénario accessible et pédagogique dont l'appropriation est possible ; • Un modèle qui donne un cap pour penser l'avenir et analyser le présent ; • Sans rupture technique majeure : les options sont crédibles mais avec des points à approfondir ; • La mise en débat public qu'il suscite ; • Une approche qui augmente le degré de liberté de la société en donnant à penser et en ouvrant le champs des possibles ; • Un scénario à bénéfices multiples ; • Un scénario physique et quantifié ; • Le scénario permet de nous réinterroger tout de suite sur notre façon de consommer sans attendre des évolutions technologiques.	• Un seul scénario à l'échelle nationale et une absence d'analyse de sensibilité ; • Une prise en compte insuffisante de l'innovation et des possibles ruptures technologiques (élevage d'insectes, efficacité des intrants...) ; • Une prise en compte insuffisante des services écosystémiques ; • Une approche trop simplifiée de la question alimentaire et nutritionnelle. Il faudrait pouvoir régionaliser les régimes alimentaires ; • Non prise en compte de la « faim cachée » (problème de carences, qualité des matières grasses...) ; • Le scénario n'intègre pas l'ensemble du système alimentaire (transformation, transport, emballage, chaîne de froid, approvisionnement) et les possibilités d'économie circulaire ; • Un modèle trop « simple » pour aborder la complexité de la forêt et de ses ressources (essences, sylviculture, prélèvements, marché du bois) ; • Hypothèses ressource bois à affiner ; • Validité des hypothèses sur les ressources halieutiques ; • La nécessité d'une approche plus globale des questions de comptabilité carbone ; • Une insuffisance de l'affichage et de la prise en compte du changement climatique.

L'encadré ci-dessous récapitule les points de vigilance et les points à approfondir de la prospective Afterres2050 selon les membres du Conseil Scientifique.

Les points de vigilance

- Le foncier et la spatialisation des enjeux : la maîtrise du foncier constitue un véritable enjeu.
- Les services écosystémiques : comment pouvoir les visualiser ou les quantifier ?
- La pertinence d'une approche régionale ? Prendre en compte les spécificités des territoires et l'avis des acteurs locaux.
- Expert versus acteur : attention à bien identifier le rôle de chacun dans le processus de régionalisation.
- Les métabolismes territoriaux : un nouveau cadre de réflexion et un outil de compréhension entre les villes/territoires et leurs environnements.
- La transition : même si elle n'est pas au cœur de l'exercice de régionalisation en cours, elle devrait être abordée.
- L'intérêt d'un scénario : la question n'est pas de savoir si le scénario est vrai ou faux mais si il est fécond. La démarche est aussi importante que le résultat. L'important n'est-il pas de faire réfléchir et bouger les acteurs ?
- Un scénario européen ? Le transfert de la démarche au niveau européen est posé.
- Clarifier les limites de l'exercice : il est important de pouvoir dire clairement ce que l'on va faire au niveau de cette prospective et ce que l'on ne fera pas.
- Produire des questions pour la recherche : le scénario soulève de nombreuses questions de recherche, il est important de pouvoir formuler ces questions et de les transmettre aux chercheurs.

2.4.4 Le Conseil Scientifique du 3 juillet 2014

(Cf. CR détaillé en annexe n°2)

12 membres du Conseil Scientifique d'Afterres2050 sur 18 ont pu participer à cette deuxième journée d'échange qui avait trois objectifs :

- présenter la méthode de régionalisation,
- apporter des connaissances et analyses complémentaires thématiques (changement climatique, alimentation, ressources marines disponibles),
- recueillir l'avis du conseil scientifique sur la question de la localisation des productions agricoles.

2.4.4.1 Les enjeux alimentation et santé (par Denis Lairon et Martine Padilla)

Par rapport à la consommation observée en France (PNNS, INCA) il convient de :

- augmenter la consommation de fruits, de légumes et de féculents,
- diminuer les apports en lipides (notamment les acides gras des produits animaux),
- diminuer les apports de sucre et de sel,
- et augmenter les apports en fer, calcium, vitamines et fibres.

L'amélioration de la qualité nutritionnelle du régime moyen des français peut se faire à minima en :

- augmentant la consommation de céréales non raffinées, de fruits secs, de poissons, de fruits, de légumes, de laitages,
- en baissant la consommation de boissons et d'aliments sucrés, de graisses animales, de pâtisseries, de fromages, de viandes rouges et de volailles.

Ce régime optimisé (mais pas encore idéal) se rapproche fortement du régime méditerranéen, jugé idéal en terme de santé (-30 % de risque de maladies cardiovasculaires). Celui-ci diminue notamment les carences en minéraux, oligo-éléments et vitamines. Il est basé sur une forte consommation de céréales, de légumes secs et frais, de fruits, de poissons et d'huile d'olive, d'ail et de plantes aromatiques avec un peu de vin mais une faible consommation de viandes et de produits laitiers.

Il se rapproche aussi de l'assiette d'Afterres2050. Cependant certains points restent à approfondir comme l'augmentation de la consommation de poissons (avec quelles ressources ?), une consommation de laitages plus importante que celle de fromage (sel) et de beurre (graisses animales) tout en réduisant la consommation totale de lait.

Enfin l'enquête épidémiologique Nutrinet reliant alimentation et santé intégrant une étude spécifique sur les consommateurs de produits bio (Bionutrinet) montre un effet très positif de l'alimentation bio sur l'adiposité qui diminue d'environ 50 %, toutes choses égales par ailleurs. Cette enquête présente aussi le profil de consommation des consommateurs bio réguliers qui se rapprochent très fortement de l'assiette Afterres2050 avec plus de fruits et légumes frais et secs, d'huiles végétales, de céréales complètes mais avec moins de boissons sucrées et alcoolisées, moins de viandes et de lait. Les consommateurs de produits biologiques actuels ressemblent aux consommateurs d'Afterres2050.

Martine Padilla rappelle qu'il ne suffit pas de s'intéresser aux produits, mais aussi aux modes de production, pour s'assurer que ceux-ci soient durables. Elle cite le cas des cultures sous serre (tomate, fraise) ou le développement de monocultures. La diversification alimentaire est nécessaire mais pas suffisante pour atteindre la sécurité alimentaire qualitative étant données les fortes variations en nutriments selon les espèces et les variétés. Il y a par exemple une grande variabilité des apports de nutriments (notamment les vitamines D, B12, B6, B3) selon l'espèce de poisson. Le chinchard, hareng ou maquereau en apportent beaucoup plus que le panga d'élevage ou la perche du Nil.

2.4.4.2 Les disponibilités futures des ressources marines (Fabienne Daures)

La pêche en mer stagne depuis les années 90 à moins de 100 millions de tonnes. On assiste parallèlement à un fort développement (60 millions de tonnes aujourd'hui) de la pisciculture notamment en Chine. Certains scientifiques ont prévu un effondrement des pêcheries en 2048.

Les français consomment beaucoup de produits de la mer dont 60 % sont importés (saumon, cabillaud, crevettes mais aussi thon et moules). Aujourd'hui la consommation des français en produits de la mer (PDM) est de 95g/j/hab. Les principales espèces consommées étant : le thon, les moules, le saumon, le cabillaud, la coquille Saint-Jacques, l'huître et les crevettes.

La consommation de PDM est stable, mais le niveau des importations augmente (+35 % en 10 ans). La pêche se répartit en 3 zones : la zone côtière, la zone territoriale et européenne et la zone internationale. En France la pisciculture reste très marginale.

D'après la FAO (2004), 52 % des stocks sont pleinement exploités et 24 % sont surexploités ou épuisés et seulement 3 % sont sous-exploités. Ceci confirme la faible marge de manœuvre et la stagnation de la pêche en mer. Cependant, dans les eaux européennes avec la mise en place d'une politique du quota, certains stocks s'améliorent comme en Atlantique Nord-Est mais ce n'est pas le cas en Méditerranée, Mer Noire ou Baltique.

La question de la place que pourront tenir les produits de la mer en 2050 en France reste à affiner. La demande est en effet très forte et les poissons constituent un véritable apport nutritionnel (apport en oméga 3 notamment) à notre alimentation. Les hypothèses du scénario Afterres2050 doivent donc être affinées et éventuellement revues à la hausse si la gestion des stocks s'améliore.

2.4.4.3 Les conséquences du changement climatique sur la production agricole (Raphaëlle Kounkou-Arnaud et Frédéric Levraut)

Les appareils de mesure et les modèles sont de plus en plus précis et fiables et l'augmentation de 1°C des températures moyennes en France depuis un siècle est confirmée. Il y a une hausse plus forte des températures minimales que maximales. Par contre les tendances sur l'évolution des précipitations (cumul des pluies) ne sont pas significatives. Le GIEC (2013) prévoit une augmentation pour la fin du XXI^{ème} siècle de 1,5°C relativement à 1850-1900 pour les scénarios optimistes et de 2°C pour les scénarios pessimistes (mais avec un max de 5°C). Mais avant 2030 il y a peu de différences entre les scénarii qui divergent rapidement après.

Au niveau agricole, le réchauffement climatique pourrait se traduire par une plus grande précocité du maïs (25 jours versus 9 jours pour le blé). Il est ainsi prévu une augmentation des besoins d'irrigation du maïs (+ 30 à 60 mm) mais aussi de la vigne (+ 40 à 50 mm). Le nombre de jours d'échaudage pourrait augmenter mais les maladies foliaires et le nombre de jours de gel baisser. Le taux d'alcool des vins pourrait augmenter de 2 à 3°. La question de la relocalisation de certaines cultures est posée, l'adaptation ne sera pas facile.

2.4.4.4 Comment aborder la question de la localisation des productions agricoles (et autres ressources)

Point important pour la suite des travaux de régionalisation, le Conseil Scientifique a proposé un certain nombre d'avis listés ci-après :

- Il est important d'arriver à définir des critères de résilience et pouvoir mesurer si celle-ci s'accroît dans le scénario et quelles marges de manœuvre sont offertes.
- Il faut baser la relocalisation principalement sur des données biophysiques (sol, climat, eau, résilience environnementale).
- Les critères doivent être justifiés.
- Il faut rechercher une complémentarité entre les composantes régionales et nationale.
- Il ne faut pas trop se fixer de contraintes sur la relocalisation : les critères économiques et sociaux doivent venir des acteurs, dans un deuxième temps.
- Il faudrait prévoir à terme d' :
 - intégrer dans le scénario les différentes filières agro-alimentaires au vu de leurs impacts sur la qualité des produits et les émissions de GES ;
 - envisager des ruptures sur certains produits alimentaires (insectes, méduses, gâteau à base de luzerne...).

2.4.5 Le Conseil Scientifique du 30 mars 2015

(Cf. CR détaillé en annexe n°2)

2.4.5.1 La conception de systèmes bovins laitiers autonomes (Marc Benoit)

Il s'agit d'un programme de recherche sur la production de bovin lait en polyculture sur une station expérimentale de l'INRA à Mirecourt sur 240 ha. La ferme est passée en AB depuis 2004.

Deux prototypes de systèmes laitiers ont été étudiés : système herbager et système autonome de polyculture élevage (SCPE). Dans le système herbager le pâturage a été favorisé. Dans le système autonome de polyculture élevage, une partie de la SAU sert à la production de céréales. Ces deux systèmes ont été évalués du point de vue économique, social et environnemental.

C'est la race Montbéliarde qui a été utilisée ; elle offre notamment une meilleure résistance face aux aléas climatiques. Il s'agit de systèmes qui tiennent compte des contraintes du milieu et des bâtiments existants. Le lait est valorisé en bio depuis un an (à 125km).

Dès les premières étapes beaucoup de visites dans des fermes AB ont été faites. Ces visites avaient pour rôle d'apprendre des techniques mais surtout de montrer une autre façon de produire.

Les principaux résultats obtenus sont listés ci-après :

- Résultats techniques :
 - 180 kg de concentrés (pois/féverole) par vache et par an pour le système SCPE (soit environ 30g/litre, contre une moyenne nationale autour de 200 g/l actuellement) ;
 - Production laitière 6100 kg/an en herbager et 6300 kg/an en SPCE ;
 - Un paramètre clé réside dans la récolte de l'herbe jeune optimiser sa valeur fourragère.
- Résultats environnementaux :
 - Moins d'EQF pour 1000 litres de lait en herbager que SPCE (mais pas d'allocation pour les céréales vendues) ;
 - le bilan azoté a été réduit de moitié (la fixation symbiotique représente 80 % des entrées d'azote) ;
 - les émissions de méthane sont nettement supérieures dans le système SPCE (résultats à consolider).
- Résultats sociologiques :
 - Mise en place d'unités d'échanges de savoir ;
 - Mise en place de nouveaux métiers et apprentissage de nouvelles compétences ;
 - Mise en place d'une conception et d'une évaluation pas à pas.

2.4.5.2 Présentation du cadre de l'approche économique et sociale (Philippe Quirion)

L'échéance de 2030 a été choisie. C'est une échéance suffisamment proche pour parler d'emplois (contrairement à 2050). Tendanciellement, on observe une baisse généralisée de l'emploi mais avec un fort ralentissement des pertes d'emplois, sauf en 2013 où il y aurait eu création d'emplois. On fait l'hypothèse que les prix entre 2010 et 2030 restent stables.

Le modèle TES (Tableau Entrée Sortie) a été utilisé. Il assure un équilibre entre ressources et utilisations de chaque produit, fournit le détail par secteur d'activité et permet de mobiliser les utilisations intermédiaires. C'est un modèle économique qui donne une vue d'ensemble de l'économie française. La règle générale est de limiter les changements (comme les taxes ou les subventions).

Les consommations intermédiaires (intrants) de l'agriculture ainsi que les débouchés (vente de biogaz) et la demande finale (exportation, machinismes, construction), ont été modifiés conformément aux résultats « physique » du scénario Afterres2050 (données nationales de 2030, trajectoire Afterres2050). Cela permet de passer des quantités physiques au prix puis à l'emploi (règle de proportionnalité entre valeur ajoutée et emploi).

2.4.5.3 Quelles priorités pour le séminaire de restitution du projet Afterres2 ?

Pour ce temps fort du projet avec notamment une présentation des travaux à un large public, le Conseil Scientifique a proposé un certain nombre d'avis listés ci-après :

- Distinguer dans la présentation la logique et la cohérence d'ensemble des points clefs méthodologiques ou des cas particuliers qui nécessiteraient des zooms ;
- Impliquer les membres du CS dans la conférence finale (apport du conseil scientifique au scénario et inversement apport du travail de scénario pour la recherche) ;
- Bien s'ingérer dans l'agenda des événements liés à la COP 21.

2.5 Gouvernance régionale et animation

2.5.1 Gouvernance régionale

La territorialisation du scénario Afterres2050 en région a été menée en concertation avec les acteurs régionaux. La démarche, initiée par Solagro, a été pilotée, dans chaque région, par un Comité Régional de Suivi (CRS).

Les comités régionaux de suivi avaient pour fonction :

- L'organisation et l'orientation du travail à l'échelle régionale :
 - la sélection des membres du groupe de travail invités à suivre les 3 réunions plénières régionales (RPR),
 - l'organisation des réunions plénières régionales et des ateliers thématiques ;
- La coordination logistique et l'intendance (invitation, salle, repas, équipement) ;
- La communication autour du projet ;
- Le suivi du calendrier d'exécution de la mission.

Les CRS sont constitués de représentants de :

- l'ADEME,
- la région,
- Solagro,
- l'animateur régional de la concertation,
- 5 à 10 représentants des institutions et principaux acteurs professionnels régionaux.

Les CRS se sont réunis 3 fois sur la durée du projet. Les membres du CRS ont participé également aux 3 réunions plénières régionales. La participation au CRS s'est faite sur la base du volontariat et du bénévolat.

Un Groupe de Travail (GT), de 40 à 60 de personnes a été constitué dans chaque région. Il s'est réuni 3 fois en Réunion Plénière Régionale (RPR) sur la durée du projet (24 mois) pour :

- réagir à la proposition de scénario régional et pointer les points clefs à étudier plus particulièrement au regard des spécificités régionales,
- préciser et valider les hypothèses de production, de consommation et d'itinéraires techniques pour les secteurs agricoles, forestiers et alimentaires,
- proposer et justifier les arbitrages à l'horizon 2050,
- proposer des scénarios alternatifs.

La participation au GT s'est faite sur la base du volontariat et du bénévolat. Les personnes impliquées (membre du GT) ont été choisies en fonction de leur capacités à :

- représenter les différents secteurs et types d'acteurs concernés sans toutefois être en représentation du groupe auquel elles appartiennent,
- pouvoir s'exprimer librement dans le cadre de l'exercice,
- s'approprier la démarche prospective et s'engager à participer à la concertation pendant toute la durée du projet.

La composition idéale d'un GTR (cf. Schéma ci-après) devait refléter la diversité des secteurs d'activités et des acteurs concernés.

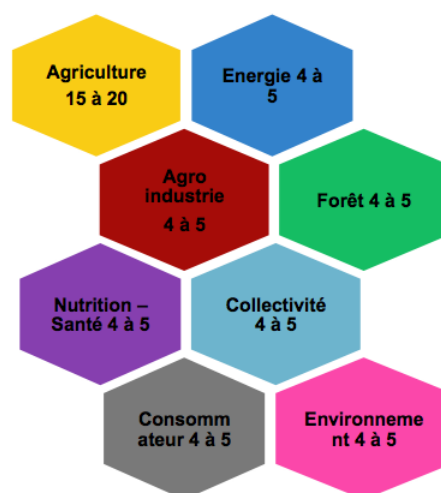


Figure 2 : Composition des groupes de travail régionaux

Certaines thématiques ont été approfondies lors d'Ateliers Thématiques (AT) organisés par l'animateur régional et Solagro. Ces ateliers ont offert la possibilité d'ouvrir les échanges à d'autres personnes ressources (invitées pour l'occasion) qui ne sont pas membre du GT.

Pour les membres du GT, la participation aux ateliers a été optionnelle (contrairement aux réunions plénières, où leur participation était requise) et fonction de leur expertise sur un sujet donné et/ou de leurs disponibilités.

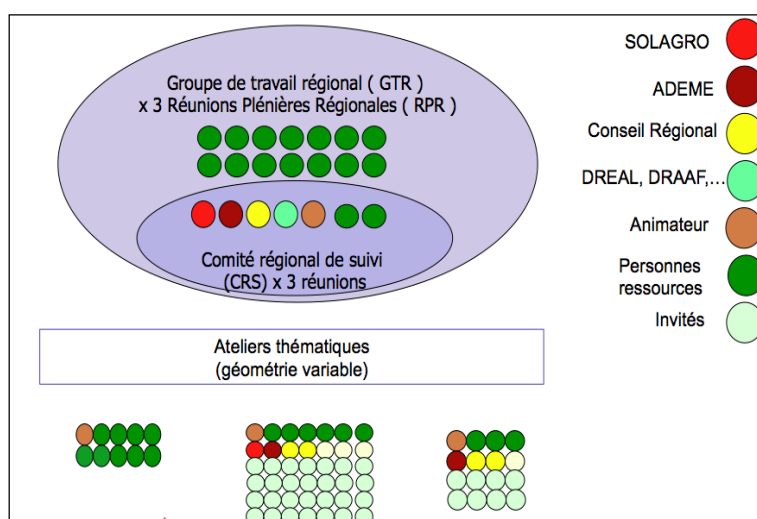


Figure 3 : Organisation de la concertation en région

2.5.2 L'animation régionale

L'animation régionale est un élément clef du bon déroulement du projet. Solagro a souhaité déléguer cette mission du fait de son manque de compétence en animation, de la difficulté à bien appréhender à distance les contextes et acteurs des différentes régions et surtout de l'impossibilité d'être à la fois expert et animateur pour vraiment recueillir l'expression des acteurs régionaux.

La sélection des candidats suite à consultation a été conduite en trois temps

- première sélection de candidats sur la base de leurs références,
- organisation d'une journée de « dialogue compétitif » entre les candidats retenus, à Toulouse le 13 septembre 2013,
- choix des animateurs sur la base d'une proposition technique et de leur connaissance du (des) contexte(s) régionaux, des travaux déjà menés et des acteurs locaux, de leur capacité à mobiliser pour la durée de l'exercice les acteurs adéquats pour constituer le groupe de travail,

Suite à ce processus de sélection, l'animation régionale a été confiée à 3 bureaux d'études :

- ISL ingénierie pour animer les travaux dans les régions Centre et Picardie ;
- Sol & Civilisation pour animer la concertation en région Ile-de-France ;
- Hélianthe pour la région Rhône-Alpes.

Chaque bureau d'études a développé des méthodes d'animation et de concertation qui lui sont propres. L'objectif prioritaire étant de mobiliser « l'intelligence collective » et de faire travailler ensemble des groupes d'une soixantaine de personnes d'horizons divers (et qui ont parfois des points vues divergents voire opposés sur l'avenir de l'agriculture et de la forêt régionale).

2.6 Constitution des groupes de travail régionaux (GTR)

2.6.1 Méthode

La constitution des GTR s'est faite sur la base d'une liste de noms proposés par les membres des Comités Régionaux de Suivi. En moyenne, plus d'une centaine de noms ont été proposés par région. Chaque nom étant associé à une catégorie d'acteurs et une note allant de 1 à 4 pour « juger » de la pertinence d'associer cette personne à l'exercice de réflexion proposé. Cette note est attribuée par celui qui fournit le nom, sur la base d'une présentation des critères (qualités recherchées chez les personnes ressources : dynamique de prospective et intérêt pour les sujets en lien avec Afterres2050 – Cf. figure ci-dessous) et des « références » de la personne ciblée. Il est revenu ensuite aux animateurs de faire le tri et de contacter les personnes sélectionnées, en s'assurant en premier lieu de la représentativité du GTR et de sa légitimité.

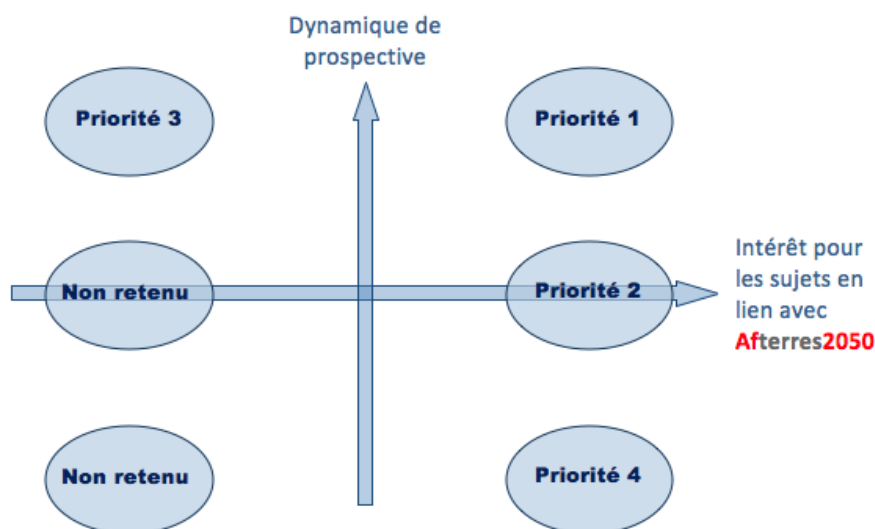


Figure 4 : Processus de sélection des membres du GTR

2.6.2 Résultats

La composition des GTR était la suivante :

- Pour la région **Centre**, 107 personnes ont été contactées (en plus des membres du CRS) et le GTR final a regroupé **54 membres** dont 12 membres du CRS.
- Pour la région **Picardie**, plus d'une centaine de personnes ont été contactées et le GTR a regroupé **61 membres** dont 18 membres du CRS.
- Pour la région **Ile-de-France**, plus d'une centaine de personnes ont été contactées et au final, le GTR comptait **61 membres** dont 18 membres du CRS (y compris animation et Solagro).

- Pour la région **Rhône-Alpes**, plus d'une centaine de personnes ont été contactées et le GTR comptait **57 membres** dont 21 membres du CRS.

3 La régionalisation de la prospective : méthode et moyens

3.1 Conjuguer les échelles

Le scénario Afterres2050 a été conçu initialement à l'échelle de la France métropolitaine. Les "limites du système" ont été gérées en intégrant une contrainte de maintien relatif du solde exportateur : maintien des exportations de lait sous ses différentes formes, augmentation de 60 % des exportations de céréales destinées à l'alimentation humaine vers les régions qui seront nécessairement déficitaires en 2050, c'est-à-dire l'ensemble du bassin méditerranéen et du Moyen-Orient, en se basant sur la prospective AGRIMONDE (version G1), et diminution des exportations de céréales fourragères vers l'Europe en parallèle à la diminution du cheptel européen.

Cette seconde phase du projet - après la phase initiale qui a consisté à imaginer un premier scénario au niveau **national** - a consisté à travailler à l'échelle des **régions** administratives. D'autres choix auraient pu être préférés, plus en lien avec la géographie agricole par exemple, mais le partenariat avec des entités politiques que sont les Conseils Régionaux présente l'intérêt de permettre un travail collaboratif dans un espace de concertation largement ouvert.

Une troisième échelle de travail a été ajoutée, celle de "**l'unité de production**", afin de tester la cohérence de systèmes nouveaux à l'échelle d'unités de production de base. Il ne s'agit pas à proprement parler d'exploitations agricoles puisque la forme même des entreprises agricoles à l'horizon 2050 reste une inconnue. Cette échelle permet de vérifier la faisabilité agronomique et technique de nouveaux agrosystèmes, et de mieux intégrer les effets du changement climatique. Chacun des trois échelons - local, régional et national - s'alimente entre-eux.

Un **jeu de "briques" élémentaires** (des unités de production en grandes cultures, élevage bovin lait, bovin viande, granivores...) a donc été créé. Il permet à la fois de décrire la situation actuelle et d'envisager des situations futures, par assemblage au niveau régional puis au niveau national. **Le scénario conjugue donc les différentes échelles géographiques.**

3.2 Les étapes de la régionalisation

Le point de départ de la régionalisation est **une connaissance suffisante** des secteurs agricoles et forestiers régionaux. Cette connaissance suppose d'avoir à la fois :

- une vision claire des activités actuelles : surfaces, cheptels, peuplements forestiers et accroissements biologiques, productions,
- un regard qualitatif des acteurs sur les points faibles et les points forts des secteurs agricoles et forestiers.

Dans un deuxième temps, il faut **définir les contraintes** imposées à la fois :

- par la déclinaison de l'exercice de **prospective Afterres2050** :
 - nourrir une population croissante mais différemment (plus de protéines d'origine végétales notamment),
 - prendre en compte l'artificialisation des sols,
 - réduire les intrants (azote, produits phytosanitaires, fioul, eau),
 - préserver les sols (couverts végétaux, réduction voire suppression du travail du sol),
 - développer les infrastructures agroécologiques (haies, bandes enherbées...),
 - produire des énergies renouvelables à partir de biomasse (notamment biogaz),

- par la nécessaire adaptation des secteurs agricoles et forestiers aux **changements climatiques** (avec un focus particulier sur la question de l'eau),
- par les **particularités régionales** (espaces protégés, contraintes physiques, bassin de population...).

L'ensemble de ces contraintes va nous amener à **reconcevoir des unités agricoles et forestières** capables de répondre à tout ou partie des enjeux et des contraintes listées : les « briques » élémentaires des versions régionalisées du scénario Afterres2050 et de ses variantes. La proportion des différentes « briques » entre elles sera le résultat d'un **processus itératif** : différents assemblages de briques donnent des résultats contrastés en terme de pressions sur l'environnement, résilience climatique, quantités et diversité des productions. Nous avons également traduit sous forme de briques élémentaires les systèmes agricoles et forestiers actuels pour pouvoir :

- **faciliter les échanges** avec nos partenaires et donner à voir les évolutions,
- « **reconstituer le présent** » avec notre outil de modélisation MoSUT de manière suffisamment fine pour comprendre les liens et les synergies entre les différentes productions.

Nous avons donc été amenés à produire différentes versions régionalisées du scénario Afterres2050. Nous devons également être vigilants sur la cohérence nationale donnée par une somme de projets régionaux. Il y a eu donc plusieurs allers-retours entre les approches régionales et la vision nationale.

3.3 Les moyens et les outils

Pour réaliser les versions régionales et nationales nous disposons de :

- **statistiques** agricoles et forestières complètes permettant de décrire la situation actuelle ;
- statistiques d'occupation du territoire permettant notamment de quantifier l'artificialisation des sols aujourd'hui et de faire des propositions pour l'horizon 2050 ;
- **temps d'échanges** avec les membres du GTR et d'autres personnes ressources :
 - RPR 0 : comprendre la démarche et apprendre à travailler ensemble pendant 2 ans,
 - RPR 1 : caractériser les secteurs agricoles et forestiers régionaux,
 - RPR 2 : découvrir la 1^{ère} version régionalisée,
 - RPR 3 : commenter la version régionale finalisée et les scénarios alternatifs,
 - **Atelier** thématique « unités agricoles » : définition des unités agricoles actuelles et futures,
 - Atelier thématique « forêt » : définition des unités de gestion forestière actuelles et futures,
 - Atelier thématique « scénarios » : définition de scénarios alternatifs pour les régions ;
- **publications** sur le changement climatique et ses impacts sur l'agriculture et la forêt ;
- **l'outil de modélisation à l'échelle des fermes** : description des systèmes actuels et futurs (assolement, itinéraires techniques, cheptel, conduite des troupeaux...) et évaluation des productions (alimentaires, fourragères, énergétiques) et des performances environnementales (bilan N, IFT, IAE, GES, énergie, NH3) ;
- **l'outil de modélisation MoSUT**, amélioré tout au long de cette étude : assemblage de l'ensemble des données et production d'indicateurs à l'échelle nationale et régionale (niveaux de productions, soldes, indicateurs environnementaux).

3.4 MoSUT : la nécessaire adaptation du modèle à la régionalisation

MoSUT est le modèle qui permet de traiter l'ensemble des données nécessaires. Il s'agit d'un **assemblage de modules** (tableurs Excel) qui permettait au **niveau national** :

- de retranscrire des réalités techniques agricoles :
 - en productions végétales : intrants (azote, fioul, pesticides, ...), techniques culturales, rendements
 - en production animales : alimentation, gestion des déjections et type de bâtiments, pâture, croissance et renouvellement, productions
- d'utiliser des données statistiques agricoles (Agreste), forestières (IGNf), de disponibilité alimentaire (FAO) et d'import/export
- de prendre en compte les paramètres clés de l'alimentation humaine
- de lier un volume de production et une demande
- de chiffrer des indicateurs environnementaux (le tableur Climagri® est intégré à MoSUT)
- de vérifier la cohérence globale
- de faire des choix de scénarios.

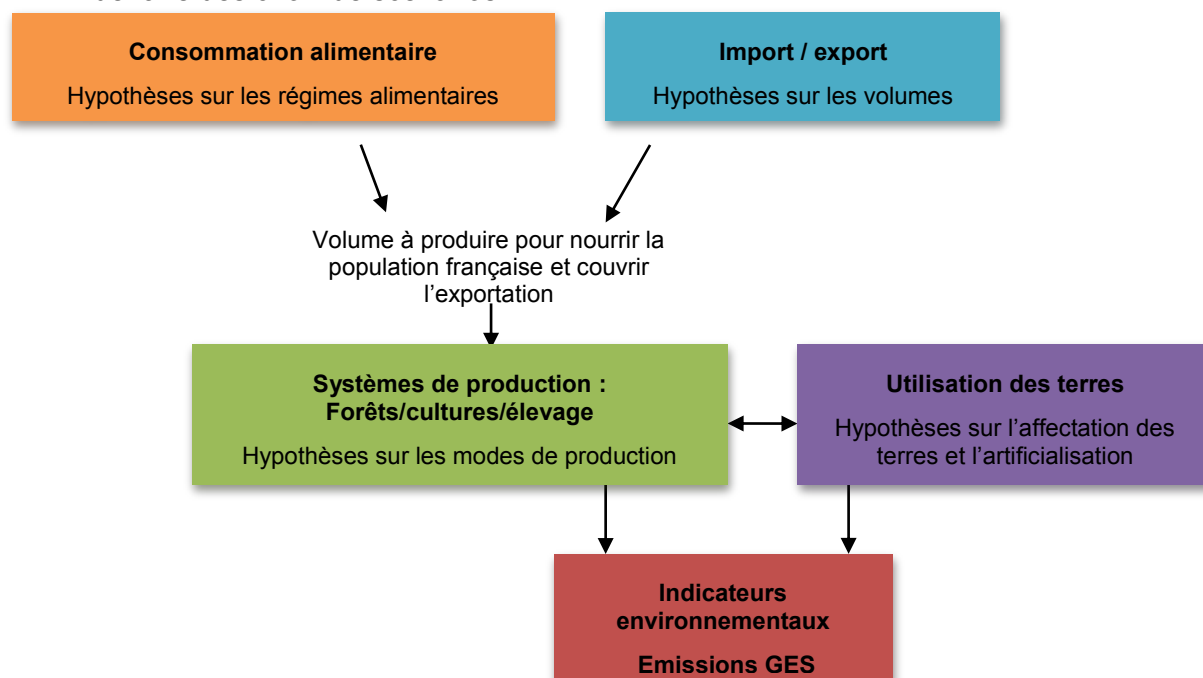


Figure 5 : Fonctionnement du modèle MoSUT

La **version « régionalisation » de MoSUT** repose sur une architecture différente de celle de l'outil national, en effet :

- le fait de ne pas disposer de bilans détaillés au niveau régional ne permet pas d'identifier les flux d'importation, d'exportation, de transformation ;
- les objectifs nationaux tels que le Facteur 2 ne peuvent pas être simplement transposés à l'échelle régionale.

Dans la version régionalisée, la production et la consommation sont totalement différenciées. La production est calculée à partir de données d'entrée que sont les évolutions de surfaces et de cheptels. La consommation est calculée à partir de la population et de l'assiette nationale.

Les principales modifications architecturales portent sur la façon de calculer les bilans d'approvisionnement. Les trois modules de description (cultures, élevages, alimentation humaine) restent identiques. Le module intégrateur est divisé entre un module « Végétaux » qui décrit les productions végétales (surfaces, productions, consommations de ressources,

etc.), et un module « Animaux » qui décrit les productions animales (production du cheptel, consommations d'aliments).

Le module « approvisionnement » est réorganisé pour mieux caractériser les flux, notamment pour pouvoir calculer le bilan GES des importations et des exportations.

Les modules d'évaluation (Climagri, TerUtil et le module Résultats) font également l'objet de modifications. Celles-ci n'ont pas d'incidence sur la régionalisation.

Tableau 2 : Description des onglets de MoSUT

Onglet	Entrée	Sortie
Scénario (S)		
Scénario	Saisie choix scénario date, région	Indice scénario, date, région
Hypothèses	Saisie valeurs clé	Valeur clé du scénario-région choisi
2010	Base de données cheptels, surfaces, rendements agricoles, population par région en 2010, saisie des coefficients d'évolution	
2050		Calcul des cheptels, surfaces, population par région pour le scénario choisi
REGvM		Récapitulatif des caractéristiques de la région en 2010 et 2050 (surfaces, cheptels, population)
Cultures (K)		
Pas de modification de structure / version nationale (scénarios et caractérisation des différentes cultures selon les systèmes (conventionnel, AB, PI...))		
Élevages (E)		
Pas de modification de structure / version nationale (scénarios et caractérisation des différents élevages)		
Alimentation humaine (H)		
Pas de modification de structure / version nationale (scénarios et caractérisation du régime alimentaire)		
Animaux (A)		
HvA	Importation valeur protéines des denrées alimentaires depuis module alimentation humaine	
VvA	Importation production de grains en cultures associées depuis module Végétaux	
EvA	Importation caractéristiques élevages (consommation d'aliments par type de cheptel)	
ProdAnimaux		Production de lait, viande, œufs, consommation globale de concentrés, fourrages, herbe
Concentrés	Composition des concentrés (% de blé, orge, etc. par année)	
AvB		Consommation détaillée des concentrés (blé, orge, etc.)
AvC		Effectifs d'animaux, productions animales et consommations de concentrés injectés dans Climagri
AvT		Répartition gestion des déjections d'élevage
AvV		Besoins en fourrages et besoins en pâture

Onglet	Entrée	Sortie
Végétaux (V)		
SvV	Evolution des surfaces année par année selon le scénario choisi	
AvV	Besoins en fourrages et besoins en pâture	
Séries d'onglets calculés à partir du module culture : rendements de chacune des cultures principales, associées, intermédiaires, bois, besoins d'azote, fixation symbiotique, consommation d'énergie, d'eau, etc.		
Productions végétales		Production par culture principale (liste CLIMAGRI, incluant les fourrages et l'herbe pâturée)
Productions secondaires et indices		Production globale de cultures associées, intermédiaires, bois, consommation d'azote, d'énergie, d'eau, etc.
VvB		Production par culture principale (liste FAO, conversion liste Climagri à l'aide des codes produit FAO, excluant fourrages et herbe)
VvC		Caractéristiques des cultures principales pour Climagri (surfaces, rendements, exportation N, etc.)
VvT		Surfaces regroupées par grandes catégories, flux d'azote par grandes catégories, pour calcul bilan d'azote
Approvisionnement (B)		
VvB	Productions végétales principales par année en tonnes, liste FAO	
HvB	Alimentation humaine par année en tonnes, liste FAO	
AvB	Alimentation des animaux et productions animales, par année en tonnes, liste FAO	
Productions		Ensemble des productions brutes animales et végétales
Productions Finales		Ensemble des productions nettes animales et végétales (déduction faite des productions végétales utilisées en alimentation animale) – uniquement les productions dont le solde net est positif
ProductionsFinales 2		Idem mais uniquement pour les productions dont le solde net est négatif (correspond aux importations d'aliments destinés aux animaux) ; nécessaire pour calculer la valeur GES des importations d'aliments pour les animaux
Semences		Consommations utilisées pour les semences
Traitements		Consommations utilisées pour les traitements (par exemple graine d'oléagineux) (en positif) et productions issues de ces traitements (par exemple huile et tourteau) (en négatif)
Demande intérieure		Somme alimentation humaine + alimentation animale + semences + traitement
Solde		Différence entre productions (brutes, végétales et animales) et demande intérieure
Export		Valeur du solde si positif
Import		Valeur du solde si négatif
Ressources		Productions + importations
Emplois		Demande intérieure + exportation
CTRL		Contrôle équilibre emplois ressources
Bilan approvisionnement		Tableau et graphique du bilan par denrée agricole en masse
Bilan GES		Idem pour les GES
BvT		Idem pour les protéines
BvR		Valeur énergétique du solde export - import

3.5 Une obligation de cohérence (rappel): les bilans d'approvisionnements

La modélisation fait varier les importations/exportations, les surfaces et les rendements, et intègre toutes les modélisations relatives à l'alimentation humaine et l'alimentation des animaux, étapes de transformations comprises. Il est indispensable dans ce type d'approche d'avoir un moyen de vérifier les comptes à tous moments du processus itératif : s'assurer que ce que l'on produit (surfaces X rendements) et ce que l'on apporte « s'équilibre » avec ce que l'on consomme (hommes et animaux) et ce que l'on exporte.

Un bilan d'approvisionnement est un tableau « emplois / ressources ». Les ressources sont constituées de la production intérieure et des importations. Les emplois sont constitués des exportations et de la consommation intérieure, qui elle-même se décompose entre alimentation humaine, alimentation animale, semences, transformations et autres utilisations. Les emplois et ressources sont égaux aux variations de stock près. Ce bilan d'approvisionnement peut se faire sur plus d'une cinquantaine de produits agricoles (blé, orge, maïs grain, lait, viande bovine,...).

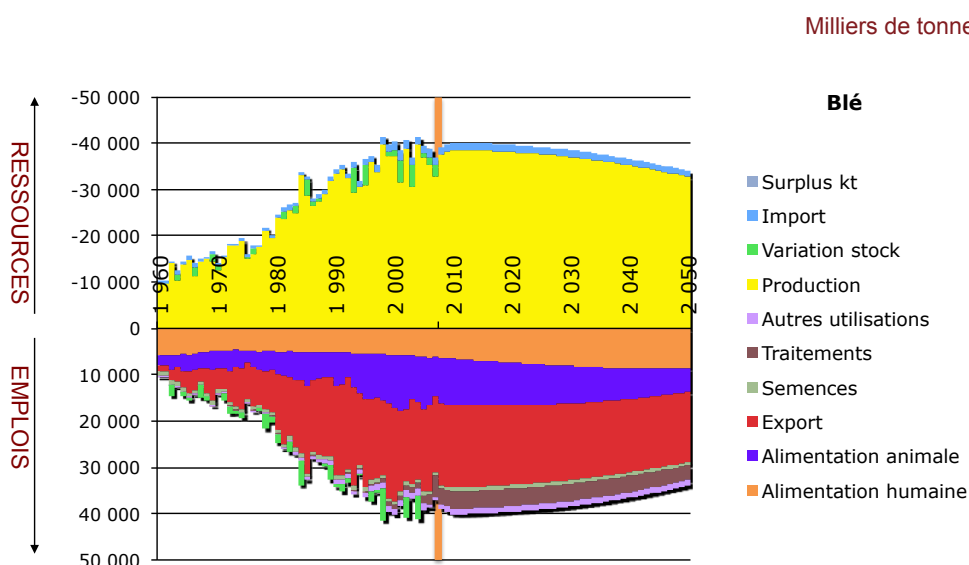


Figure 6 : Extrait du scénario : l'évolution du bilan d'approvisionnement du blé en milliers de tonnes.

L'exemple du blé :

- Les ressources en blé sont constituées essentiellement par la production nationale, les importations sont marginales. La production varie en fonction de la surface de blé disponible (qui s'ajuste avec les hypothèses sur l'artificialisation, le choix des systèmes agricoles et les règles d'allocation des surfaces) et le rendement moyen du blé (qui reflète l'arbitrage entre l'agriculture biologique, la production intégrée et l'agriculture conventionnelle).
- Côté emplois, les exportations, qui ont considérablement augmenté depuis 1960, se stabilisent et n'évoluent que peu d'ici 2050. La demande intérieure se modifie sensiblement : l'alimentation animale diminue (résultat de la taille des cheptels et leurs modes d'alimentation) alors que l'alimentation humaine augmente (résultat de la modification des régimes alimentaire, notamment le report partiel des protéines animales vers les protéines végétales).

Les bilans d'approvisionnement de certaines denrées agricoles ne peuvent être correctement décrits qu'en intégrant plusieurs bilans : c'est le cas par exemple des oléagineux qui produisent à la fois de l'huile et des tourteaux, chacun ayant son propre bilan d'approvisionnement. Nous avons également mis en cohérence les bilans du raisin de cuve, du vin et de l'alcool, qui sont articulés les uns aux autres.

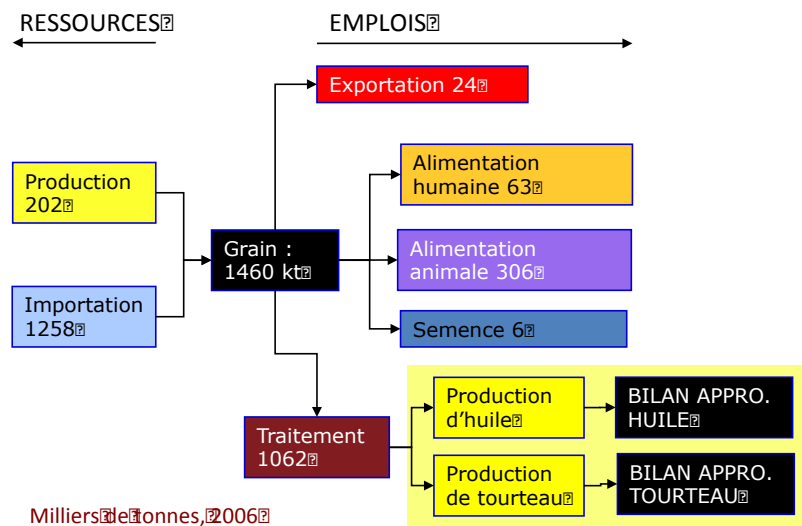


Figure 7 : Exemple d'un bilan d'approvisionnement (grain de soja)

Le bilan d'approvisionnement permet de passer d'une demande de consommation en produits alimentaires à un besoin de production intérieure de produits agricoles.

Pour passer à l'échelle régionale on calcule un solde net « d'importation » ou « d'exportation » égal à la différence entre les quantités produites et les quantités consommées sur le territoire.

3.6 Le travail à l'échelle des unités de production, une étape clé de la régionalisation

A l'échelon régional, la sole agricole a été décomposée en différents systèmes types, représentatifs des pratiques régionales, et décrits par un assolement (représentatif d'une rotation : part de céréales à paille, de protéagineux, de légumineuses fourragères, de prairies...). La scénarisation consiste ici d'une part à imaginer d'autres systèmes types et à faire évoluer la proportion de chacun de ces systèmes. Les systèmes agricoles types de 2050 ont comme point de départ les unités de production actuelles. Les fermes actuelles sont tout d'abord décrites (rotation, intrants, productions), puis évaluées (type de production, robustesse agronomique, impacts environnementaux, résilience climatiques). Dans un second temps, elles évoluent sous **3 contraintes majeures** liées au scénario Afterres2050 : gagner en **agronomie** et en écologie (fermer les cycles, maximiser les synergies, utiliser les fonctionnalités naturelles, réduire les impacts environnementaux), améliorer la **résilience climatique** (choix des espèces, diversification, effet « sol »...) et produire pour **répondre à la demande identifiée** (plus de protéines végétales pour l'alimentation humaine, moins de lait et de viande, amélioration des conditions d'élevage...). La version 2050 des unités de production est également décrite et évaluée.

Un outil d'évaluation à l'échelle des fermes a été utilisé pour caractériser les unités de production : **Outil ACCT** (outil développé dans le cadre du projet Life Agri Climat Change). Il permet à partir d'une description des systèmes agricoles actuels et futurs (assolement, itinéraires techniques, cheptel, conduite des troupeaux...) de quantifier des productions (alimentaires, fourragères, énergétique) et d'évaluer des performances environnementales (bilan N, IFT, IAE, GES, énergie, NH3). Les tableaux ci-dessus décrivent les principaux indicateurs d'évaluation des unités de production existantes ou imaginées en 2050.

Tableau 3 : Indicateurs de performances agronomiques environnementales de la ferme

Indicateurs	Unité
Production	TMS
Biomasse énergie produite (couvert – résidus – autres)	TMS
Part de la production destinée à alimentation humaine	%
Consommation Nmin	t N
Consommation Norg	t MB
IFT	
Légumineuses	% SAU
Consommation de fioul	litre / ha /an
Surplus N	t N
Surplus N	t N/ha
Production de méthane	Nm 3/an
IAE	%SAU
Total des émissions GES	éq. CO ₂
Réduction des émissions de GES / ferme de référence	éq. CO ₂
Total éq CO ₂ - évité	éq. CO ₂
Consommation d'énergie total	éq. Litre fioul/an
Réduction de la consommation d'énergie / ferme de référence	éq. Litre fioul/an
NH ₃	kg/an
réduction	kg/an
Résilience climatique	Faible/moy./bonne

Tableau 4 : Indicateurs de performances énergie/GES de la ferme

Indicateurs	Unité
Bilan GES	
Total CO ₂ net / an	en tCO ₂ /an
Ratios Emissions Brutes :	en tCO ₂ / ha SAU
Ratios Emissions Brutes :	en tCO ₂ / TMS
Postes - GES	
Fioul domestique	en tCO ₂ /an
Engrais et fertilisant (fab.)	en tCO ₂ /an
Produits phytosanitaires (fab.)	en tCO ₂ /an
Semences (fab.)	en tCO ₂ /an
Matériel (fab.)	en tCO ₂ /an
CH ₄ -Pertes	en tCO ₂ /an
Epandage engrais	en tCO ₂ /an
Résidus cultures	en tCO ₂ /an
NH ₃	en tCO ₂ /an
SurplusN	en tCO ₂ /an
Energie - Poste	
Consommation totale	éq-litres fioul/an
Fioul	éq-litres fioul/an
Engrais et amendements	éq-litres fioul/an
Produits phytosanitaires	éq-litres fioul/an
Semences	éq-litres fioul/an
Matériel	éq-litres fioul/an
Bilan énergie	éq-litres fioul/an
Production	éq-litres fioul/an

4 Hypothèses et principaux arbitrages pour la régionalisation

4.1 Régimes alimentaires

Le régime est le même pour tout le monde. Il n'a pas été décliné en fonction d'éventuelles spécificités régionales.

4.1.1 Éléments de méthode

La modélisation fait varier :

- La **demande alimentaire** (qualité et quantité d'aliments pour satisfaire aux besoins nutritionnels) ;
- La **proportion des denrées alimentaires** d'origines animales et végétales pour les apports en protéine ;
- La part de **calcium provenant du lait** ;
- Les **pertes et gaspillages**.

Les besoins alimentaires sont décrits selon plusieurs paramètres clés : **l'énergie, les protéines, les lipides, les sucres, le calcium**.

La quantité d'énergie nécessaire, au niveau national ou à l'échelle régionale, est estimée à partir des projections tendanciennes de la population et de la taille moyenne des personnes. L'indice de masse corporelle¹ est un paramètre variable dont dépendent les quantités nécessaires à la satisfaction des besoins. À partir de ces données on peut estimer les besoins alimentaires (de type « apports nutritionnels conseillés ») en valeur énergétique, protéinique, en sucres et en lipides.

Les statistiques disponibles au niveau national mettent en évidence un écart important entre les quantités correspondant aux apports nutritionnels conseillés et la consommation réelle de denrées alimentaires. Cet écart est dû d'une part à une **surconsommation** et d'autre part à des **pertes et gaspillages**, susceptibles d'être réduits. Un facteur de surconsommation ainsi qu'un taux de pertes et de gaspillage sont introduits dans le modèle.

Nous distinguons :

- les « **pertes évitables** » qui sont dues à des gaspillages d'aliments consommables ainsi qu'aux quantités perdues dans les chaînes de transformation et de distribution,
- les « **pertes inévitables** », constituées des matières non consommables (épluchures, os...).

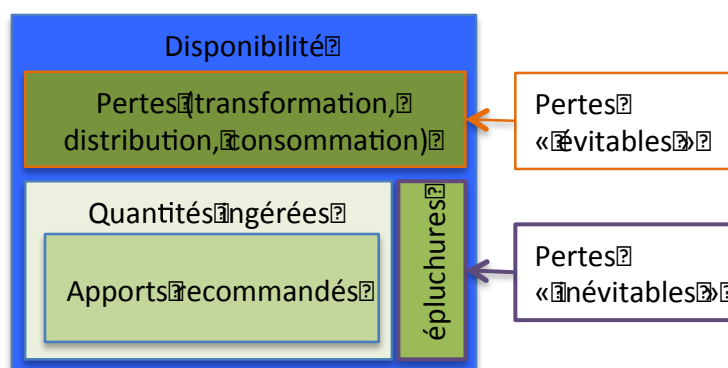


Figure 8 : La modélisation des pertes alimentaires

¹ Indice de masse corporelle : exprimé en kg par m², il s'obtient en divisant le poids par la taille au carré. C'est un indicateur de corpulence.

Le modèle construit permet, à partir de l'évaluation de la satisfaction des besoins nutritionnels, d'évaluer la nécessaire **disponibilité en denrées alimentaires**, c'est-à-dire la quantité et la nature des produits qui doivent être mis à disposition du consommateur. Cette analyse est réalisée pour les principales denrées alimentaires dont la disponibilité est connue grâce aux statistiques publiées par la FAO depuis 1961, avec leur valeur en énergie, protéines et lipides.

Le modèle permet de faire varier la proportion des différentes catégories d'aliments (plus de 70 au total) : 7 céréales, 6 légumineuses, 14 huiles, 15 fruits et légumes, 8 produits animaux, 4 boissons, 9 produits aquatiques... de manière à obtenir le résultat souhaité pour chacun des paramètres clés.

4.1.2 Les paramètres retenus dans la version actualisée d'Afterres2050

4.1.2.1 Quantités consommées

Selon l'INCA², nous surconsommons des protéines et des sucres simples : notre bol alimentaire comprend en effet :

- 70 % de trop pour les protéines, notre consommation étant de 90 grammes par jour et par personne au lieu des 52 grammes conseillés,
- 25 % de trop pour le sucre.

Il est donc proposé dans Afterres2050 de :

- Réduire à 20 % notre sur-consommation totale en **protéines** c'est à dire de passer de 90 à **65 g/j/personne** pour un apport nutritionnel conseillé (ANC) d'environ 50 à 60 g pour un adulte ;
- Ramener de 14 % à **11 % le rôle du sucre dans nos apports énergétiques** soit supprimer l'équivalent de 4 morceaux de sucre par jour sur les 20 ingérés aujourd'hui ;
- Maintenir **l'indice de masse corporelle** au niveau de celui de 2000.

Une part trop importante de la production agricole alimentaire consommable finit à la poubelle : 190³ kg par an et par personne entre la sortie de la ferme et l'estomac. S'y ajoutent les pertes sur la ferme qui s'élèvent à 90 kg par an.

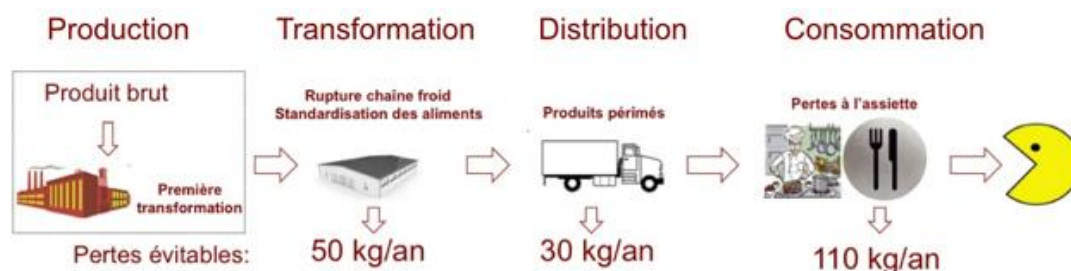


Figure : Schéma descriptif des pertes par personne et par an - Moyennes à partir des données du rapport FAO 2011

² INCA : Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA1 en 1998-1999 et INCA2 en 2006-2007)

³ FAO – Mai 2011- "Global food losses and food waste"

Dans Afterres2050 nous partons du principe qu'il est possible⁴ et souhaitable de :

- **Diminuer de 60 % les pertes « évitables »** c'est à dire les aliments jetés alors qu'ils étaient consommables sur l'ensemble de la chaîne⁵,
- recycler les pertes inévitables pour les valoriser (en énergie, en engrais sous forme de compost ou de digestat de méthanisation : épluchures, coquilles d'œufs...).

4.1.2.2 Origine des protéines

Les **protéines animales** représentent 62 % de nos apports en protéines. Du point de vue nutritionnel, une réduction de la part de protéines animales est possible. En effet, selon l'ANSES (ex AFSSA) Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, il est possible de couvrir nos besoins en acides aminés indispensables en consommant uniquement des protéines animales ou uniquement des protéines végétales, sous réserve d'associer des céréales à des légumineuses. Il n'y a donc pas de minimum de protéines animales recommandé, mais plusieurs avis convergent pour dire qu'un tiers de protéines animales dans la ration permet de satisfaire nos besoins en acides aminés essentiels. Un renversement de la part respective des protéines animales et des protéines végétales est proposé dans Afterres2050, soit une couverture de nos besoins protéiques par **60% de produits d'origine végétale et 40 % d'origine animale**. Couplé à la réduction de la surconsommation, ce renversement conduit à une division par deux de la consommation de viande.

4.1.2.3 Apport en calcium et produits laitiers

Résoudre de manière objective la question du calcium est capital compte tenu de son impact sur le dimensionnement des cheptels. La consommation de **produits laitiers** recommandée par le Programme National Nutrition Santé (PNNS) est de 3 produits laitiers par jour voire 4 pour les personnes âgées afin de subvenir aux besoins en calcium (estimés en France à 900 mg/j/personne⁶). Dans Afterres2050 **l'apport du calcium par le lait est entre 350 et 400 mg/j/pers**, sur un total de 700 mg/j/pers, ce qui correspond à la consommation de 0,3 l de lait/jour, soit 2 produits laitiers par jour plutôt que les 3 recommandés par le PNNS, le reste étant apporté par une alimentation variée (les produits laitiers n'ont pas le monopole du calcium : épinard, brocoli, noix, orange, amandes, noisettes, dattes, sardines, sont d'excellentes sources de calcium sans oublier l'eau). Dans Afterres2050 la consommation de produits laitiers est réduite à un niveau permettant néanmoins de satisfaire la totalité de nos besoins en calcium. Cette hypothèse, couplée à une réduction de la consommation de viande entraînera une forte évolution du cheptel bovin.

4.1.3 L'assiette proposée dans Afterres2050

L'assiette en 2050 est plus riche en céréales, fruits, légumes, fruits à coques (noix, amandes). Elle contient deux fois moins de lait et de viande.

Dans l'exercice de régionalisation, l'évaluation des besoins a été faite sur la base de cette assiette et des données prospectives d'évolution de la population. Les éventuelles particularités de consommation régionales n'ont pas été prises en compte.

⁴ « La grande [sur-] bouffe », Bruno Lhoste, Octobre 2012, Edition Rue de l'Echiquier

⁵ Objectif conforme à la résolution du Parlement Européen du 19 Janvier 2012 de réduire de moitié le gaspillage alimentaire à l'horizon 2025

⁶ Programme National Nutrition Santé

Tableau 5 : Evolution de l'assiette Afterres d'ici à 2050 (exprimée en g/j/personne)

g/j/personne (adulte équivalent)	2010	2050	Evolution en %
Céréales	320	388	21%
Sucre	91	75	-18%
Fruits et légumes	527	645	22%
Huiles	61	58	-5%
Légumineuses et fruits à coque	12	51	325%
Boissons (alcools)	207	152	-27%
Viandes et abats	270	138	-49%
Lait	635	332	-48%
Pomme de terre	175	147	-16%
Oufs	34	24	-29%
Poissons et crustacés	85	21	-75%
Autres	29	20	-31%
Ingérée	2100	1785	-15%
Gaspillage	510	200	-61%

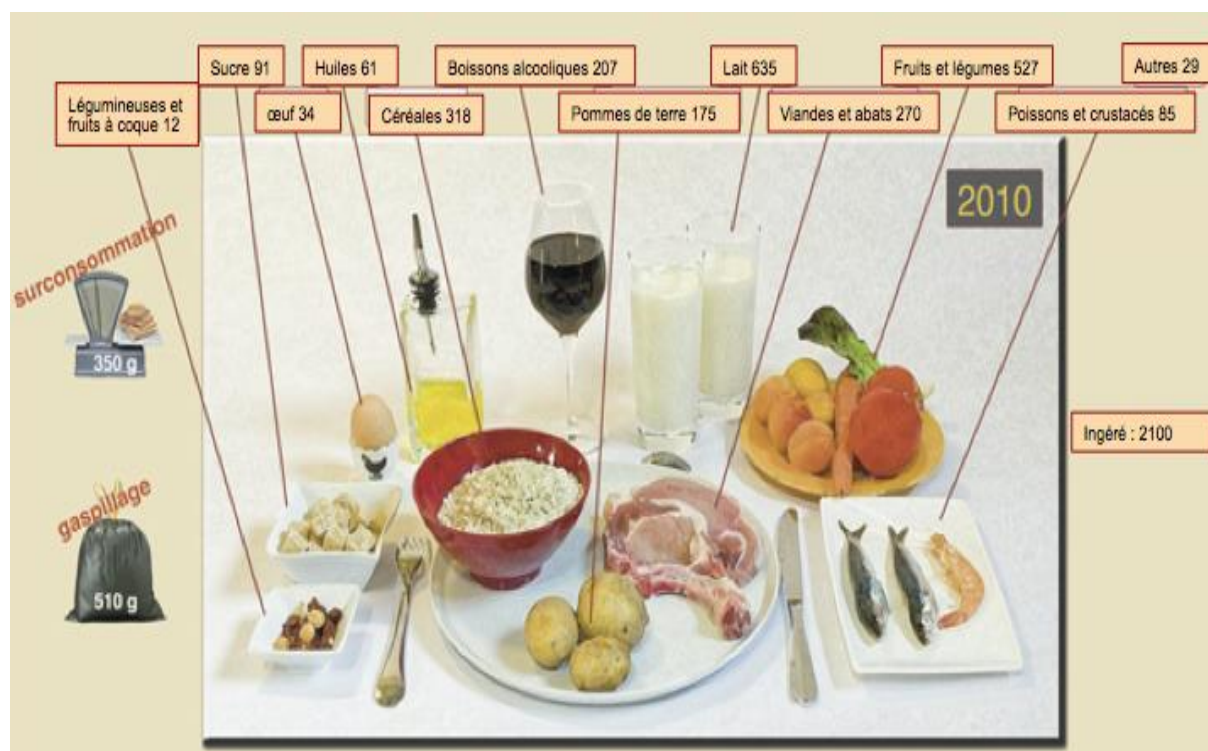


Figure 9 : Assiette « moyenne » actuelle

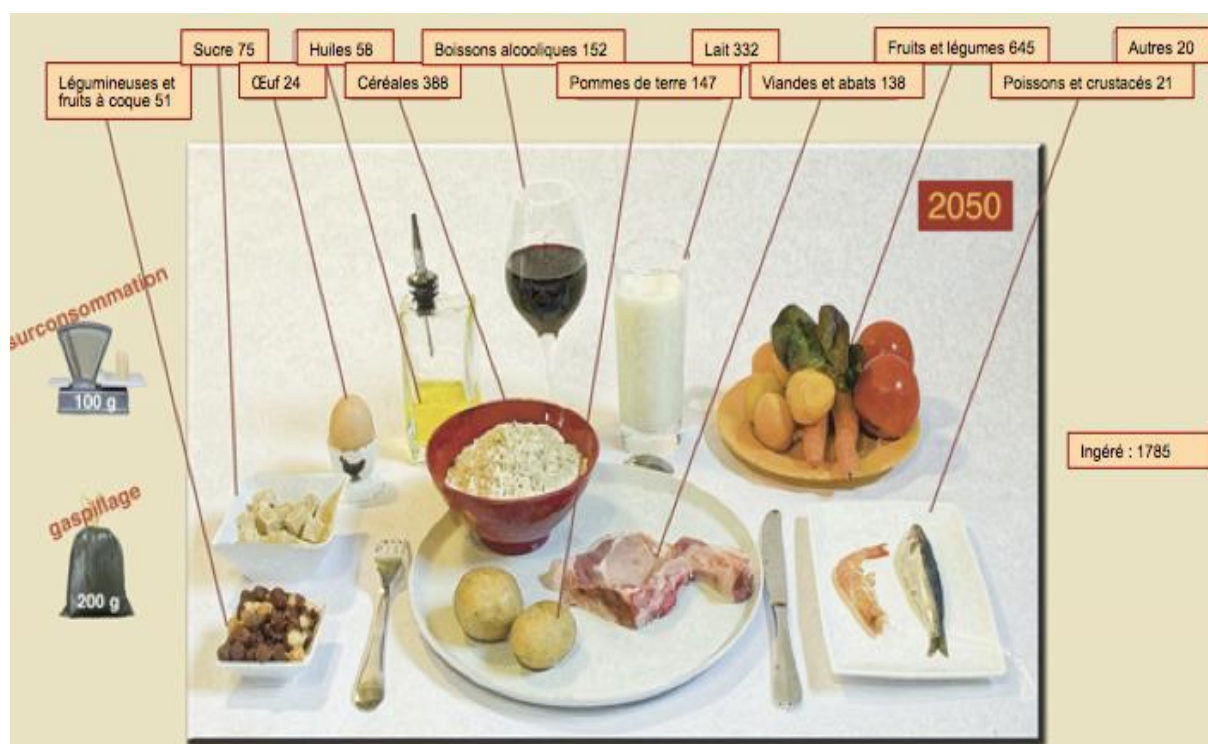


Figure 10 : Assiette « moyenne » en 2050 – Scénario Afterres2050

4.2 Artificialisation des sols

Les phénomènes et le taux d'artificialisation ne sont pas les mêmes sur l'ensemble du territoire. Il convient donc de tenter de déterminer les principaux paramètres de variation pour régionaliser au mieux ce facteur important.

4.2.1 Artificialisation et densité de population

Les surfaces artificialisées⁷ par habitant sont étroitement corrélées à la densité : plus la densité est faible, plus les surfaces artificialisées par habitant sont élevées.

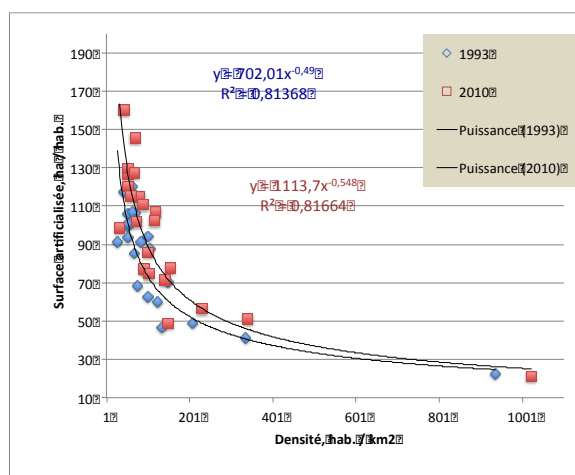


Figure 11 : Régression linéaire liant la densité d'habitants et la surface artificialisée

4.2.2 Artificialisation et augmentation de population

Le graphique suivant indique en abscisse l'évolution de la population par région, et en ordonnée l'évolution des surfaces artificialisées, sur la période 1992-2010. L'origine est l'année 1992 : en bas du graphique pour la région IDF, on voit que la population augmente de plus d'un million d'habitants, que l'artificialisation n'a gagné que 10 000 ha. Au centre, Rhône-Alpes gagne 800 000 habitants et artificialise 120 000 ha supplémentaires. Enfin à gauche du graphique, Champagne-Ardenne perd un peu de population, mais artificialise néanmoins 70 000 ha.

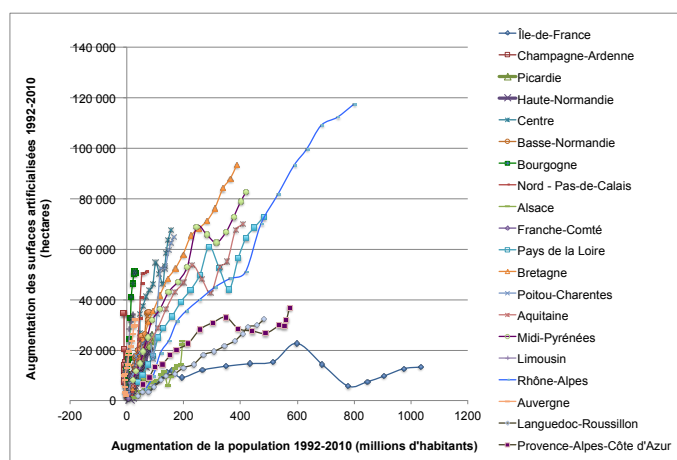


Figure 12 : Courbes liant l'augmentation de la population et l'augmentation des surfaces artificialisées

Languedoc-Roussillon ou PACA qui ont gagné 500 à 600 000 habitants n'ont pas plus artificialisé que la Bourgogne qui n'en a que très peu gagné.

La question est de savoir s'il est possible de dégager une règle permettant d'estimer le scénario tendanciel pour chaque région, à partir des projections de population. On imagine a priori deux composantes dans cette évolution : une composante liée à la population - les surfaces artificialisées augmentent quand la population augmente - et une composante liée au mode de vie - chaque habitant a besoin de plus en plus de surface artificialisée.

⁷ Les données sur les surfaces artificialisées proviennent de TERUTI. La première série 1992-2004 présente une discontinuité avec la seconde série 2006-2010, qu'il n'est pas possible de corriger. On observe donc des variations parfois fortes autour de l'année 2005 qui ne tiennent qu'au changement de calcul statistique. Il faut donc se contenter d'un raisonnement en tendance. L'année 2005 a été arbitrairement calculée comme étant la moyenne entre 2004 et 2006.

4.2.3 Un exercice de projection délicat

Le graphique suivant indique l'évolution des surfaces artificialisées depuis 20 ans (source TERUTI). On constate que cet indicateur a augmenté de près de 40 % en Limousin mais est resté constant en IDF (la baisse observée sur le graphique provient très certainement de la rupture de série intervenue en 2005).

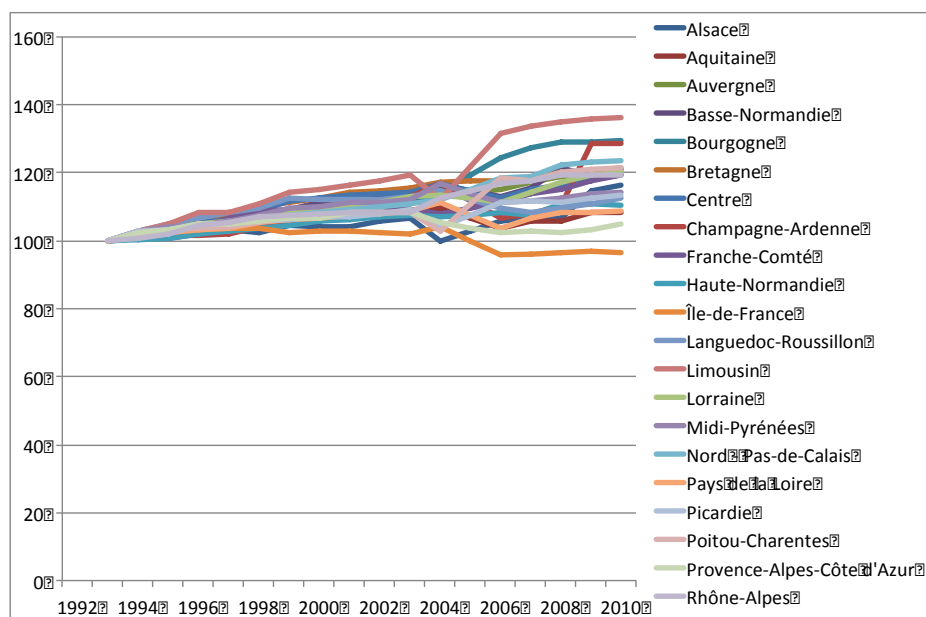


Figure 13 : La surface artificialisée pour 1000 habitants entre 1992 et 2010 par région

On peut supposer que la Surface Artificialisée par Habitant (SAH) augmente plus vite dans les régions moins densément peuplées, comme le laisserait penser le constat de cet écart entre IDF et Limousin. Si l'on exclu IDF (ainsi que la Corse, où selon TERUTI les surfaces artificialisées varient anormalement d'une année sur l'autre), on constate qu'il existe une certaine corrélation : l'augmentation de la SAH augmente d'autant plus que la région est peu dense. Mais la corrélation est faible. La corrélation est un peu meilleure avec la SAH : la SAH augmente moins lorsque la SAH est faible. Mais cette corrélation reste néanmoins faible.

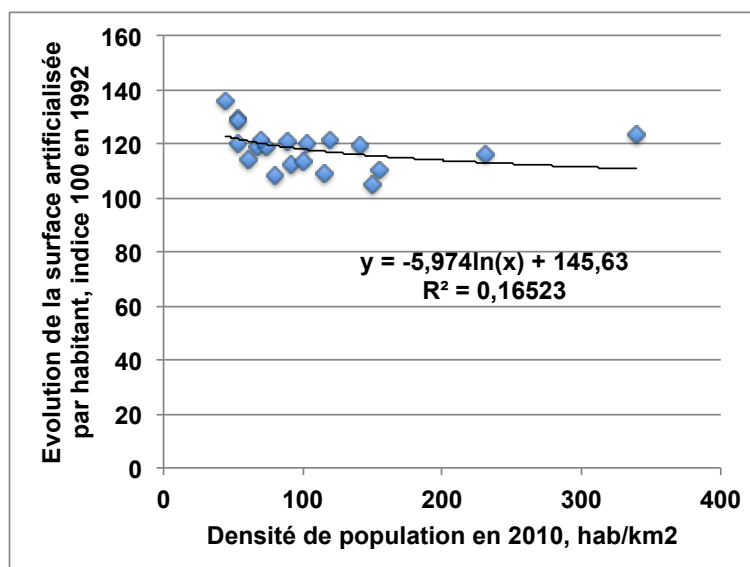


Figure 14 : Evolution de la surface artificialisée par habitant en 1992

Les évolutions sont donc très disparates selon les régions, et il n'est pas possible de définir une loi d'évolution générale.

Nous avons tenté une projection à l'horizon 2050 en considérant que le ratio surface artificialisée par habitant évoluait de façon linéaire pour chaque région, et en intégrant la variation de population par région.

Le graphique suivant indique en abscisse la variation de population par rapport à 2050 sur la période 1992-2010 (quadrant négatif) et sur la période 2010-2050 (quadrant positif), tandis qu'en ordonnée est indiquée la variation des surfaces artificialisées sur les mêmes périodes. On peut ainsi observer l'évolution de ces deux paramètres pour chaque région, l'origine étant l'année 2010.

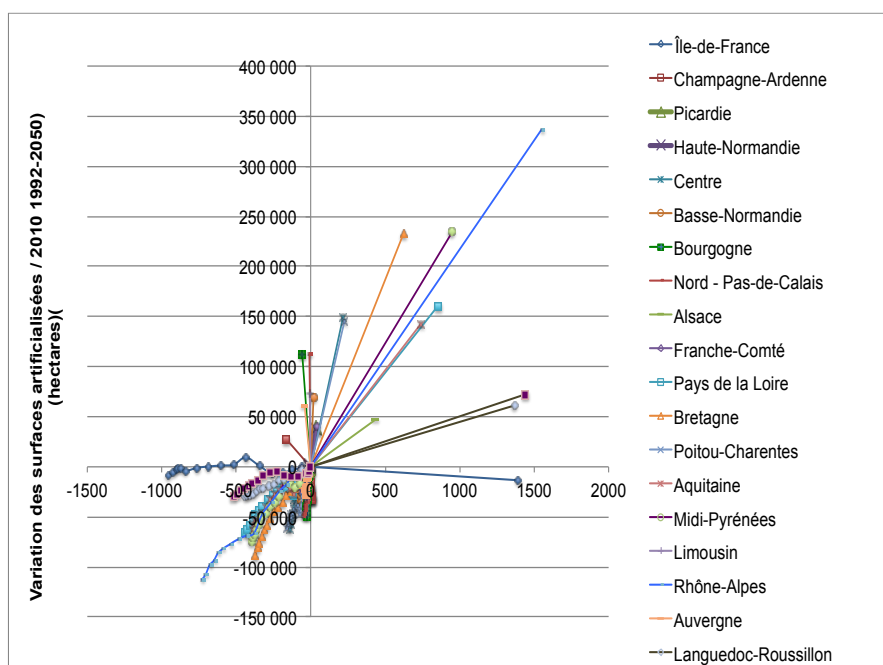


Figure 15 : Variation de population par rapport à 2050 sur la période 1992-2010 (quadrant négatif) et sur la période 2010-2050 (quadrant positif)

Le total des surfaces artificialisées est d'environ 7,1 millions d'hectares, ce qui correspond à une diminution par rapport à la tendance actuelle : 60 000 ha par an en moyenne sur 1992-2010⁸, s'ajoutant aux actuels 4,9 Mha, ce qui ferait 7,3 Mha.

Les 2,2 Mha de surfaces artificialisées supplémentaires sont dues principalement aux régions Rhône-Alpes, Midi-Pyrénées, Pays-de-Loire et Aquitaine, pour des raisons principalement démographiques, ainsi que Poitou-Charentes, **Centre**, Bourgogne et Nord-Pas-de-Calais. Malgré la croissance de leur population, PACA et Languedoc-Roussillon voient leurs surfaces artificialisées augmenter plus faiblement sous l'effet de la contrainte foncière (concentration sur le littoral).

L'Île-de-France, dans ce calcul, voit ses surfaces artificialisées diminuer légèrement, se stabiliser ou en tout cas augmenter faiblement.

On peut noter que ce sont de grandes régions d'élevage, Bretagne et Pays-de-Loire qui verraient les surfaces artificialisées augmenter le plus fortement : + 66 % en Bretagne par exemple, avec une population en hausse de 20 %. Les conflits dus à la fois à la pression sur les terres du fait de l'artificialisation, et à la cohabitation entre rurbains et élevages, devraient logiquement se multiplier.

Dans le scénario AFTERRES2050, nous posons l'hypothèse d'une division par deux de l'artificialisation d'ici 2050. Nous avons fait l'hypothèse que les surfaces artificialisées par habitant (SAH) seraient la moyenne entre la situation actuelle et la situation tendancielle.

⁸ Sur 2006-2010 la moyenne est cependant de 79.000 ha par an, ce qui ferait 8,1 Mha de surfaces artificialisées en 2050 si on prolongeait ces tendances récentes, plutôt que la moyenne des 20 dernières années.

4.3 Répartition des troupeaux bovins

La répartition du cheptel bovin est un élément clé des scénarios, compte-tenu de leur importance dans le paysage agricole et des contraintes particulières de leur localisation. **L'application d'un coefficient d'évolution identique par région (approche homothétique) ne peut pas fonctionner pour le troupeau bovin, compte tenu des fortes contraintes géographiques et pédoclimatiques liées à la nature des terres et à la volonté de maintenir autant que possible les prairies naturelles.**

Plusieurs hypothèses ont été testées pour mieux comprendre les interactions et le fonctionnement du système.

4.3.1 La situation actuelle : le solde de production

La première approche consiste à évaluer le solde de production de lait par région. Le solde théorique est égal à la différence entre la production actuelle de lait, et les besoins alimentaires régionaux (prorata par habitant de la consommation intérieure nationale), en 2010 puis en 2050. Le solde global actuel est de 8,3 Mt de lait.

On note qu'il existe trois régions très déficitaires car très peuplées et avec un très faible cheptel bovin : l'Île de France et les trois régions Méditerranéennes, Corse, PACA et Languedoc-Roussillon. Certaines régions sont déficitaires mais de peu : **Centre** (région céréalière), Aquitaine (région forestière), Bourgogne (le cheptel bovin est surtout allaitant et non laitier), Alsace. Toutes les autres sont excédentaires, le Grand Ouest l'étant très fortement : Basse-Normandie, Pays de Loire et Bretagne.

La surface en prairies productives est de 7 millions d'hectares en 2010 auxquelles il faut ajouter 2,5 millions d'hectares de prairies peu productives. Pour simplifier nous avons ajouté ces deux surfaces, en pondérant les prairies peu productives d'un coefficient de 0,2 pour tenir compte d'une bien moindre productivité. Sans cette correction, on aboutit à des incohérences, notamment pour les régions méditerranéennes.

Tableau 6 : Description des cheptels des bovins en 2010

Situation actuelle	Cheptel x 1000 vaches	Prairies productives éq. x100 ha	Chargement vache /ha PP*	Solde lait kt
France MÉTROPOLITAINE	7 960	7 500	1,06	8 320
11 - Région Ile-de-France	10	10	1,07	-2 930
21 - Région Champagne-Ardenne	210	270	0,80	330
22 - Région Picardie	200	140	1,52	350
23 - Région Haute-Normandie	220	170	1,30	400
24 - Région Centre	270	210	1,26	-220
25 - Région Basse-Normandie	620	500	1,22	2 540
26 - Région Bourgogne	540	690	0,77	-20
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	260	160	1,70	140
41 - Région Lorraine	340	420	0,80	630
42 - Région Alsace	60	70	0,92	-190
43 - Région Franche-Comté	250	360	0,69	990
52 - Région Pays de la Loire	970	380	2,52	2 420
53 - Région Bretagne	870	120	7,24	3 950
54 - Région Poitou-Charentes	320	170	1,88	200
72 - Région Aquitaine	360	280	1,29	-100
73 - Région Midi-Pyrénées	610	530	1,14	270
74 - Région Limousin	500	460	1,07	20
82 - Région Rhône-Alpes	440	560	0,79	210
83 - Région Auvergne	730	850	0,85	1 160
91 - Région Languedoc-Roussillon	100	150	0,67	-540
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	20	140	0,17	-1 210
94 - Région Corse	40	50	0,80	-70

*PP = Prairies Permanentes

4.3.2 Les clés de répartition possibles

La répartition du cheptel bovin a été effectuée à partir de 3 clés de répartition.

Tout d'abord la consommation de lait est recalculée à l'horizon 2050 sur la base de l'assiette Afterres nationale, soit 0,3 litre de lait (équivalent) par personne et par jour.

Règle n°1 : "chargement à l'hectare"

La première clé consiste à appliquer de manière uniforme un chargement à l'hectare de prairies. Le principe retenu dans Afterres est en effet de conserver au maximum les prairies naturelles, et les bovins sont nourris prioritairement à l'herbe. La répartition la plus simple est donc de répartir de manière (bien entendu) purement théorique, l'ensemble du cheptel national sur l'ensemble de la prairie nationale.

Dans le scénario national, le cheptel bovin (vaches laitières + vaches allaitantes) est de **3,5 millions de mères**.

Tableau 7 : Description des cheptels des bovins – règle 1 - "chargement à l'hectare"

"Règle 1"	Cheptel x 1000 vaches	Prairies productives éq. x100 ha	Chargement vache /ha PP	Solde lait kt	Solde lait actuel kt
France MÉTROPOLITAINE	3 000	7 500	0,40	4 320	8 320
11 - Région Ile-de-France	11	30	0,40	-1 260	-2 930
21 - Région Champagne-Ardenne	110	280	0,40	310	330
22 - Région Picardie	60	160	0,40	50	350
23 - Région Haute-Normandie	80	200	0,40	120	400
24 - Région Centre	120	310	0,40	200	-220
25 - Région Basse-Normandie	230	580	0,40	740	2 540
26 - Région Bourgogne	320	800	0,40	1 060	-20
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	70	160	0,40	-150	140
41 - Région Lorraine	170	440	0,40	450	630
42 - Région Alsace	30	70	0,40	-110	-190
43 - Région Franche-Comté	160	410	0,40	500	990
52 - Région Pays de la Loire	190	470	0,40	280	2 420
53 - Région Bretagne	80	190	0,40	-80	3 950
54 - Région Poitou-Charentes	70	190	0,40	90	200
72 - Région Aquitaine	140	360	0,40	150	-100
73 - Région Midi-Pyrénées	200	510	0,40	400	270
74 - Région Limousin	210	530	0,40	740	20
82 - Région Rhône-Alpes	240	600	0,40	160	210
83 - Région Auvergne	360	910	0,40	1 250	1 160
91 - Région Languedoc-Roussillon	50	120	0,40	-220	-540
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	40	110	0,40	-460	-1 210
94 - Région Corse	30	80	0,40	90	-70

On a donc au total 7,5 millions d'hectares équivalents de prairies productives, soit un chargement de 0,40 vache/ha ou inversement 2,5 ha de PP par vache. L'objectif de ce calcul est de voir comment se répartirait le troupeau si l'on priorisait l'utilisation des surfaces en prairies permanentes.

On recalcule alors le solde de lait par région.

On note que le déficit des régions IDF, PACA, LR, Alsace se réduit du fait de la réduction de la demande, que la Corse devient excédentaire pour la même raison. En revanche Nord-Pas-de-Calais devient déficitaire, et surtout la Bretagne deviendrait importatrice de lait. La raison en est que la Bretagne possède aujourd'hui peu de prairies permanentes, le troupeau bovin est alimenté principalement par des cultures fourragères de type prairies temporaires ou fourrages annuels. Les Pays-de-Loire et à un moindre degré la Basse-Normandie voient leur excédent très fortement diminuer.

A l'inverse, la Bourgogne devient très fortement exportatrice et prend le second rang après l'Auvergne. Ceci est dû à la transformation du cheptel bovin : dans cet exercice on a considéré que le troupeau bovin était constitué très majoritairement de bovin lait, à 80 % et de bovin viande à seulement 20 %.

Règle n°2 : "Autonomie régionale"

La clé 2 vient pondérer la première répartition en ajoutant la notion "d'autonomie régionale". On calcule le cheptel qui serait nécessaire pour assurer la couverture des besoins en lait dans chacune des régions qui seraient déficitaires si l'on suivait la clé n°1. Pour celles qui sont ou restent excédentaires, on conserve la notion de chargement moyen à l'hectare de la règle n°1.

Dans ce cas, toutes les régions deviennent donc autonomes. En Ile-de-France, le cheptel passerait à 430 000 vaches. La surface nécessaire serait de 430 000 ha équivalents de prairie permanente, en considérant un chargement de 1 vache par hectare, ce qui est le chargement actuel. Si l'on adoptait le chargement moyen de 0,3 vache/ha, les surfaces seraient triplées, mais ceci n'aurait guère de sens puisque l'objectif de ce chargement de 0,3 vache/ha est de conserver les prairies permanentes, alors que dans ce cas de figure il serait nécessaire de convertir des terres arables en prairies permanentes.

Ces 430 000 ha représenteraient alors 80% de la COP. Il en va de même en PACA : le cheptel passerait de 25 à 310 000 têtes.

Au total, le cheptel passerait à 4 millions de têtes, contre 8 millions aujourd'hui et 3,5 millions selon le scénario national Afterres2050.

Tableau 8 : Description des cheptels des bovins – règle 2 : « Autonomie régionale »

"Règle 2"	Cheptel x 1000 vaches	Prairies productives éq. x100 ha	Chargement vache /ha PP	Solde lait kt	Solde lait règle 1 kt
France MÉTROPOLITAINE	3 980	8 180	0,49	8 070	4 520
11 - Région Ile-de-France	430	430	1,00	350	-1 280
21 - Région Champagne-Ardenne	110	280	0,40	310	350
22 - Région Picardie	60	160	0,40	50	40
23 - Région Haute-Normandie	80	200	0,40	120	110
24 - Région Centre	140	310	0,44	250	100
25 - Région Basse-Normandie	230	580	0,40	740	730
26 - Région Bourgogne	320	800	0,40	1 060	1 040
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	100	160	0,59	-30	-130
41 - Région Lorraine	170	440	0,40	450	520
42 - Région Alsace	50	70	0,71	-20	-100
43 - Région Franche-Comté	160	410	0,40	500	500
52 - Région Pays de la Loire	190	470	0,40	280	230
53 - Région Bretagne	80	190	0,40	-80	-170
54 - Région Poitou-Charentes	100	190	0,53	180	100
72 - Région Aquitaine	200	360	0,55	360	100
73 - Région Midi-Pyrénées	200	510	0,40	400	550
74 - Région Limousin	210	530	0,40	740	730
82 - Région Rhône-Alpes	240	600	0,40	160	210
83 - Région Auvergne	360	910	0,40	1 250	1 350
91 - Région Languedoc-Roussillon	200	200	1,00	360	-140
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	310	310	1,00	570	-380
94 - Région Corse	30	80	0,40	90	50

Règle n°3 : limiter les amplitudes de variation du cheptel par rapport à la situation actuelle

La recherche de l'autonomie à l'échelle régionale conduit à des déplacements des usages des terres jugés inacceptables. On aurait en effet une grande partie des terres à blé du bassin parisien qui serait consacrée à l'alimentation des bovins, tandis que des prairies naturelles en régions de montagne seraient sous-pâturées, avec des risques d'abandon au profit de la friche et de la forêt.

Inversement, la division extrêmement forte des cheptels du Grand Ouest est jugée inacceptable, pour des raisons d'ordre socio-économique, identitaire et culturel.

Nous proposons donc de limiter l'ampleur des changements :

- en limitant la baisse au tiers du cheptel actuel,
- en limitant la hausse au doublement du cheptel actuel.

Par rapport aux deux règles précédentes, cet encadrement concerne :

- IDF et PACA, où le cheptel double et passe à respectivement 30 000 et 50 000 têtes ;
- Pays-de-Loire, Bretagne, Poitou-Charentes, où le cheptel passe à environ 300 000 têtes, contre environ 900 000 aujourd'hui, et serait descendu nettement plus bas si le troupeau avait dû être dimensionné sur les surfaces de prairies permanentes ;
- Picardie, Haute-Normandie, Centre, Basse-Normandie, Aquitaine, où le critère de limitation au facteur 3 conduit à une légère ré-estimation du cheptel bovin.

Tableau 9 : Description des cheptels des bovins en 2050 – règle 3 : « limiter les amplitudes de variation »

"Règle 3"	Cheptel x 1000 vaches	Prairies productives s éq. x100 ha	Chargement vache /ha PP	Solde lait kt	Cheptel actuel x 1000	Cheptel règle 2 x 1000
France MÉTROPOLITAINE	3 680	7 680	0,48	6 910	7 960	3 980
11 - Région Île-de-France	30	30	0,98	-1 200	10	430
21 - Région Champagne-Ardenne	110	280	0,40	310	210	110
22 - Région Picardie	70	160	0,43	70	200	60
23 - Région Haute-Normandie	80	200	0,40	120	220	80
24 - Région Centre	140	310	0,44	250	270	140
25 - Région Basse-Normandie	230	580	0,40	740	620	230
26 - Région Bourgogne	320	800	0,40	1 060	540	320
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	100	160	0,59	-30	260	100
41 - Région Lorraine	170	440	0,40	450	340	170
42 - Région Alsace	50	70	0,71	-20	60	50
43 - Région Franche-Comté	160	410	0,40	500	250	160
52 - Région Pays de la Loire	320	470	0,69	800	970	190
53 - Région Bretagne	290	290	1,00	730	870	80
54 - Région Poitou-Charentes	110	190	0,58	220	320	100
72 - Région Aquitaine	200	360	0,55	360	360	200
73 - Région Midi-Pyrénées	200	510	0,40	400	610	200
74 - Région Limousin	210	530	0,40	740	500	210
82 - Région Rhône-Alpes	240	600	0,40	160	440	240
83 - Région Auvergne	360	910	0,40	1 250	730	360
91 - Région Languedoc-Roussillon	200	200	1,00	360	100	200
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	50	110	0,45	-430	20	310
94 - Région Corse	30	80	0,40	90	40	30

Au total le cheptel bovin atteint 3,7 millions de têtes, la production exportée (solde : production – consommation nationale) de lait 7,0 millions de tonnes. Les surfaces de prairies productives (équivalentes) augmentent de 200 000 ha, du fait de 170 000 ha de surfaces fourragères en Bretagne converties en prairies, et de 20 000 ha en Ile-de-France.

4.3.3 Répartition du troupeau laitier et allaitant

Le troupeau laitier est orienté en grande partie vers des races mixtes. Néanmoins il paraît difficilement envisageable de convertir la totalité des troupeaux allaitants en races mixtes pour des raisons à la fois culturelles et industrielles. Nous avons donc cherché à limiter l'amplitude du changement en modulant la part du troupeau laitier en fonction de la proportion actuelle. **La part du cheptel laitier ne peut pas dépasser 90 % ni être en dessous de 20 %.**

4.3.4 Clés de répartition retenues

Au final nous proposons de répartir le cheptel bovin de la façon suivante :

- **le cheptel bovin ne peut pas être multiplié par plus que 2, ni divisé par plus que 3,**
- **à l'intérieur de ce cadre, on augmente le cheptel dans les régions déficitaires en lait pour viser l'autonomie régionale,**
- **dans les régions qui sont en excédent, on diminue le cheptel pour viser un chargement moyen de 0,49 vache par ha de prairie permanente,**
- **les surfaces de prairies permanentes sont recalculées pour que le chargement ne dépasse jamais 1 vache / ha,**
- **la part du cheptel laitier ne peut pas dépasser 90 % ni être en dessous de 20 %.**

Avec ces garde-fous, les régions où le cheptel allaitant est dominant reste majoritairement orientées bovin viande : il s'agit principalement des régions Limousin, Bourgogne, Auvergne, Midi-Pyrénées, et dans une moindre mesure Centre, Poitou-Charentes, Aquitaine (ainsi que les régions méditerranéennes).

Tableau 10 : Description des cheptels des bovins en 2050 – répartition finale

	2010			2050		
	Cheptel	VL	VA	Cheptel	VL	VA
France MÉTROPOLITAINE	7 960	3 730	4 230	3 552	2 261	1 291
11 - Région Ile-de-France	10	7	3	27	22	5
21 - Région Champagne-Ardenne	210	100	110	111	85	26
22 - Région Picardie	200	130	70	68	61	7
23 - Région Haute-Normandie	220	130	90	81	73	8
24 - Région Centre	270	70	200	136	53	84
25 - Région Basse-Normandie	620	450	170	234	210	23
26 - Région Bourgogne	540	60	480	319	64	255
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	260	180	80	97	87	10
41 - Région Lorraine	340	190	150	174	154	20
42 - Région Alsace	60	40	20	53	48	5
43 - Région Franche-Comté	250	200	50	163	147	16
52 - Région Pays de la Loire	970	510	460	323	272	51
53 - Région Bretagne	870	730	140	290	261	29
54 - Région Poitou-Charentes	320	100	220	108	53	56
72 - Région Aquitaine	360	110	250	196	95	101
73 - Région Midi-Pyrénées	610	150	460	204	83	121
74 - Région Limousin	500	30	470	213	43	170
82 - Région Rhône-Alpes	440	280	160	242	218	24
83 - Région Auvergne	730	230	500	363	185	178
91 - Région Languedoc-Roussillon	100	20	80	95	32	63
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	20	7	13	25	11	14
94 - Région Corse	40	0	40	31	6	25

Tableau 11 bis : Description des cheptels des bovins en 2050 – répartition finale – détails

Afterres2050	Cheptel x 1000 vaches	Prairies productives s éq. x100 ha	Cheptel x 1000 vaches lait	Cheptel x 1000 vaches viande	Chargement vache /ha PP	Solde lait kt
France MÉTROPOLITAINE	3 552	6 453	2 261	1 291	0,55	7 570
11 - Région Île-de-France	27	27	22	5	0,98	-1 160
21 - Région Champagne-Ardenne	111	226	85	26	0,49	440
22 - Région Picardie	68	139	61	7	0,49	210
23 - Région Haute-Normandie	81	165	73	8	0,49	290
24 - Région Centre	136	278	53	84	0,49	70
25 - Région Basse-Normandie	234	476	210	23	0,49	1 220
26 - Région Bourgogne	319	650	64	255	0,49	260
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	97	165	87	10	0,59	170
41 - Région Lorraine	174	355	154	20	0,49	790
42 - Région Alsace	53	75	48	5	0,71	90
43 - Région Franche-Comté	163	332	147	16	0,49	830
52 - Région Pays de la Loire	323	469	272	51	0,69	1 330
53 - Région Bretagne	290	242	261	29	1,20	1 320
54 - Région Poitou-Charentes	108	187	53	56	0,58	150
72 - Région Aquitaine	196	355	95	101	0,55	220
73 - Région Midi-Pyrénées	204	416	83	121	0,49	160
74 - Région Limousin	213	433	43	170	0,49	200
82 - Région Rhône-Alpes	242	493	218	24	0,49	650
83 - Région Auvergne	363	739	185	178	0,49	1 070
91 - Région Languedoc-Roussillon	95	115	32	63	0,82	-190
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	25	51	11	14	0,49	-550
94 - Région Corse	31	64	6	25	0,49	10

On notera également qu'aucune région ne voit son cheptel laitier augmenter de plus de 10 000 têtes (IDF, Alsace, Limousin, PACA, Languedoc-Roussillon). Il n'y a donc pas à construire de nouvelles laiteries. En effet, celles qui collectent déjà les régions qui deviendraient plus "laitières" (relativement à aujourd'hui) y suffiront encore en 2050.

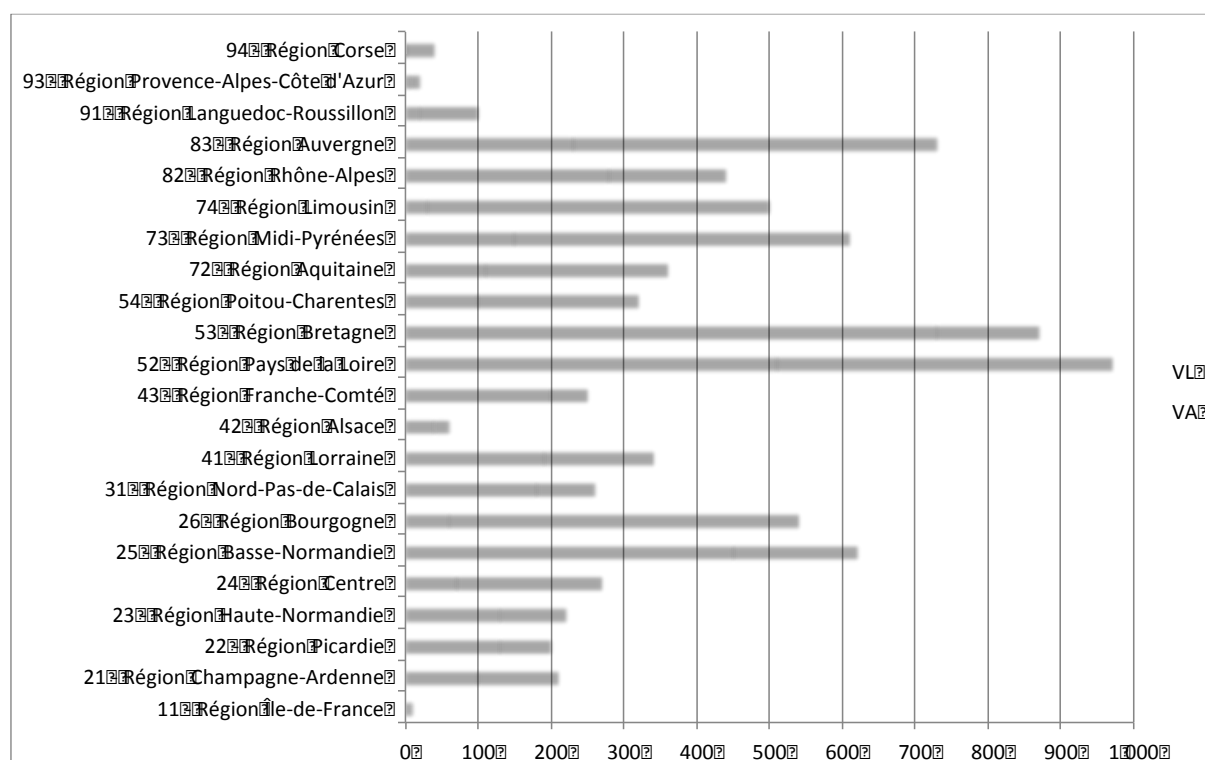


Figure 16 : Effectifs (milliers de mères) des troupeaux laitier et allaitant en 2010 par région

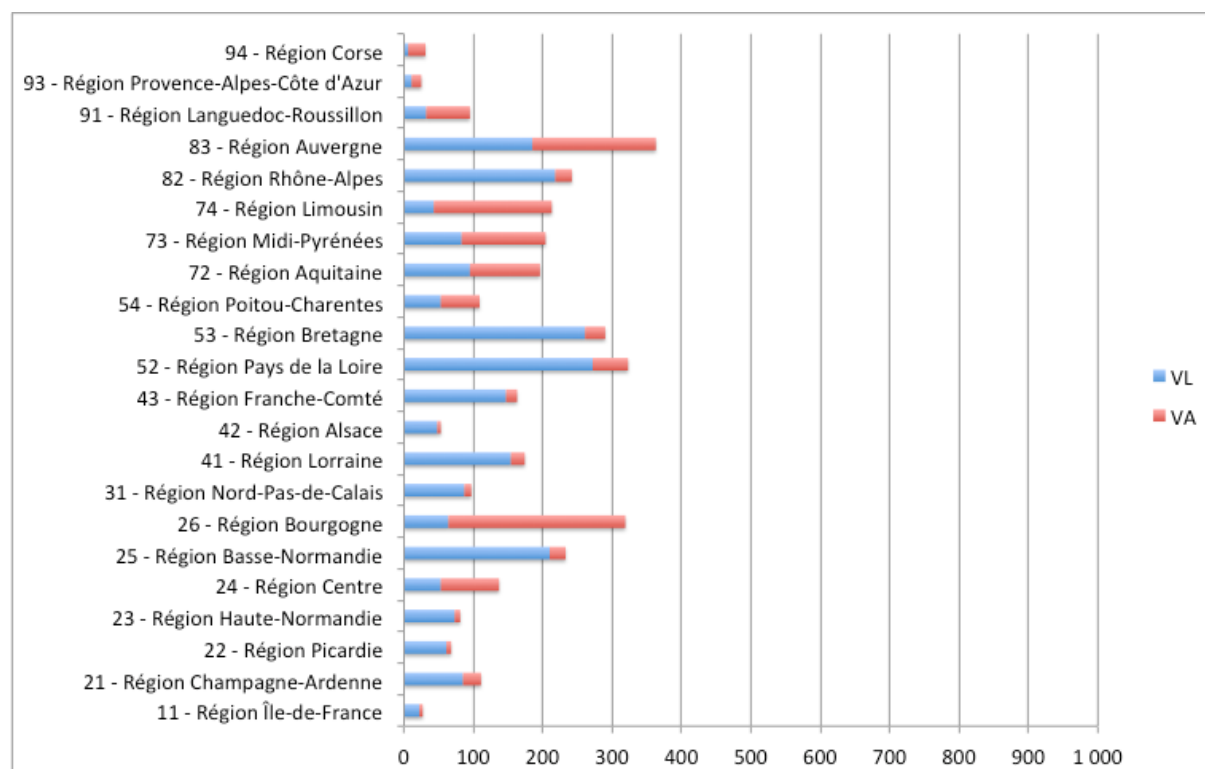


Figure 17 : Effectifs (milliers de mères) des troupeaux laitier et allaitant en 2050 par région



Figure 18 : Carte : cheptel bovin 2010 – une carte équivaut à 250 000 mères



Figure 19 : Carte : cheptel bovin 2050 — une carte équivaut à 250 000 mères

4.4 Les unités agricoles de 2050, l'agriculture biologique, l'azote et l'énergie

Les nécessaires adaptations des unités agricoles sont gouvernées par, d'une part la durabilité environnementale, agronomique et climatique, et d'autre part par l'atteinte des objectifs fixés pour Afterres2050 :

- nourrir une population croissante avec une part plus importante de protéines végétales,
- produire du carbone renouvelable,
- réduire les surplus d'azote,
- réduire la pression phytosanitaire,
- préserver la biodiversité et restaurer les écosystèmes,
- maintenir et augmenter la fertilité des sols,
- lutter contre le changement climatique et augmenter la résilience des systèmes.

Pour faire face à ces enjeux, des adaptations sont nécessaires sur les unités agricoles actuelles :

- adaptations d'ordre agronomique :
 - allongement et diversification des rotations et introduction de légumineuses,
 - couverture des sols,
 - réduction (voire suppression) du travail du sol,
 - mise en place d'infrastructures agroécologiques,
- adaptations des productions :
 - mise en place de légumineuses graines pour l'alimentation humaine,
 - production d'énergie (méthanisation) à partir de résidus de culture, des couverts, des déjections animales et de certaines cultures (luzerne, prairies naturelles).



Cultures associées



Agroforesterie



Légumineuse



Strip-till



Unité de biogaz



Couvert

Une contrainte majeure, qui est apparue en cours d'exercice, réside dans la démultiplication de systèmes de grandes cultures en agriculture biologique. Ces systèmes, qui présentent de nombreux avantages, sont « dépendants » d'une source d'azote exogène. Cet azote se trouve facilement quand ces systèmes ne couvrent que 2% de la SAU, mais lorsque l'on atteint 30% ou 40% de la SAU, le territoire ne peut plus fournir autant d'azote. Il est donc indispensable d'imaginer des systèmes « autonomes » en azote. Il faut donc augmenter les surfaces de légumineuses (sans rompre les équilibres agronomiques en place). Parmi les solutions possibles pour introduire des légumineuses, on trouve :

- les intercultures ;
- les cultures associées ;
- les cultures légumineuses (graines ou fourrage) non exportées.

Une solution a donc consisté, pour les systèmes en agriculture biologique avec luzerne, à « détourner » une des deux luzernes pour en faire, non plus une culture fourragère, mais une culture fournissant de l'azote à la rotation. Cette luzerne est récoltée, puis elle passe par une étape de digestion (dans un méthaniseur). L'azote fixé symbiotiquement est alors disponible dans le digestat et peut être épandu sur toutes les cultures. Cette « astuce » répond aussi à d'autres exigences de la scénarisation :

- produire de l'énergie,
- réduction des débouchés fourragers de la luzerne,
- maintenir l'équilibre agronomique de la rotation avec 2 (ou 3) ans de luzerne (réduction du temps de travail, bonne maîtrise de l'enherbement, bonne résistance aux changements climatiques).

4.5 La forêt et le bois

Le scénario Afterres2050 repose sur le développement d'une sylviculture à la fois productive et durable, comme pour l'agriculture. La fonction économique de la forêt devra être accrue tout en améliorant ses fonctions écologiques, paysagères et sociales.

4.5.1 Forêt et production biologique : données disponibles et projections

Les statistiques sur la forêt française sont produites principalement par l'IGN, qui réalise régulièrement un inventaire national. Les modes de calcul ont été profondément révisés en 2011, conduisant à une remise en cause de nombreuses données statistiques⁹. La surface forestière française a sensiblement augmenté depuis le milieu du XIX^e siècle et continue à croître, même si cette évolution semble se ralentir nettement ces toutes dernières années. La forêt a gagné sur les surfaces agricoles et sur les friches et landes, également générés en partie par la déprise agricole depuis les années 1950.

Les statistiques utilisées ici concernent la forêt dite « de production », incluant les peupleraies, mais excluant les forêts protégées, soit une surface actuelle de **15,4 millions d'hectares** (17 Mha avec les forêts des protections).

Le bois est généralement comptabilisé dans les statistiques en « bois fort tige ». Pour obtenir le bois total, c'est-à-dire la biomasse ligno-cellulosique aérienne, non compris les feuilles et les racines (voir encadré), on tient compte de coefficients appelés « facteurs d'expansion » (qui permet de calculer le volume du houppier, également rapporté en m³, à partir du volume du tronc.).

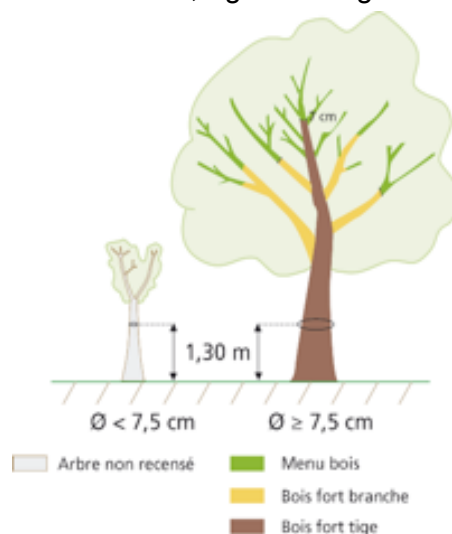


Figure 20 Les compartiments de la biomasse forestière aérienne

⁹ Rapport de la mission d'expertise sur les méthodes de l'IFN, Charles Dereix, Jean-Jacques Lafitte, Jean-Pierre Puig, Juillet 2011

Le stock de bois sur pied est estimé¹⁰ à **2,4 milliards de m³** et il s'accroît de 25 millions de m³ (Mm³) tous les ans. La production biologique annuelle est de 85 à 90 Mm³ de bois fort tige (5,5 m³/hectare), soit au total – houppier compris - **130 Mm³ de bois**.

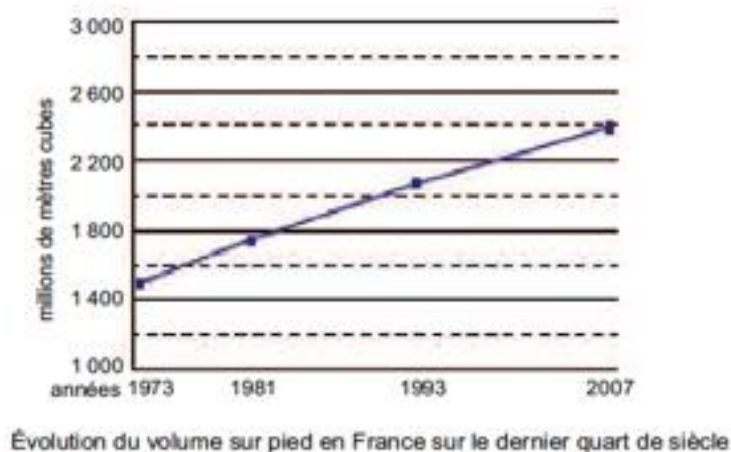


Figure 21 : Evolution du volume sur pied en France sur le dernier quart de siècle

Du fait de l'augmentation des surfaces forestières mais aussi de la structure de la forêt, globalement jeune, la production biologique a augmenté significativement ces dernières décennies puisqu'on estime qu'elle a progressé de l'ordre de 50 % en 30 ans.

Cette tendance devrait se poursuivre, mais des incertitudes pèsent sur les évolutions à moyen et long terme du fait du changement climatique. La forêt supporte en effet mal le stress hydrique, la multiplication des ravageurs, et l'augmentation des risques d'incendies et de chablis. Des phénomènes de diminution de la production biologique (voire de disparition de peuplements) sont déjà observés.

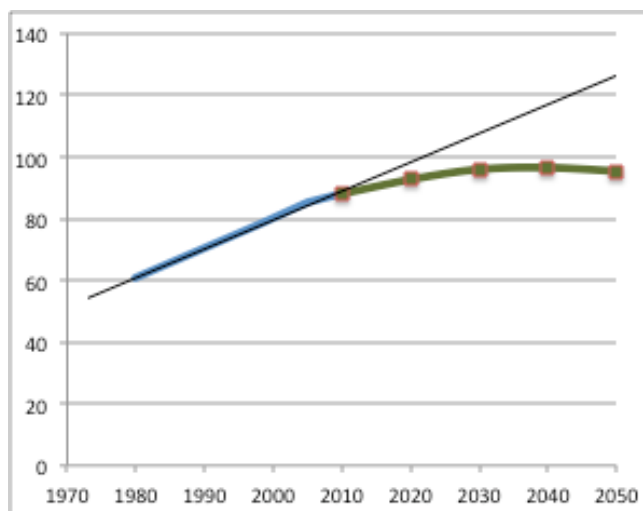


Figure 22 : Scénario d'évolution de la production biologique : évolution constatée depuis 1970 et hypothèses adoptées dans Afterres 2050, en millions de m³ de bois fort tige.

Afterres2050 a adopté comme hypothèses :

- Une légère augmentation de la forêt de production (15 000 ha/an) pour atteindre **16 millions d'hectare en 2050 (17,6 Mha en incluant les forêts de protection)**;
- une stagnation de la production biologique à hauteur de 95 Mm³ vers 2030 - 2040, puis une diminution (les effets négatifs du changement climatique l'emportent sur les bénéfices – notamment l'augmentation de la concentration en CO₂) vers 2050 pour atteindre **93 Mm³ soit 140 Mm³ de biomasse totale**.

¹⁰ L'ensemble des sources utilisées sont détaillées en fin de chapitre.

4.5.2 Bois : prélèvements et utilisations actuels

La production biologique représente la quantité de bois que produit la forêt annuellement. Une partie est prélevée, le solde est capitalisé et contribue à l'accroissement des volumes sur pied. Les quantités prélevées sont commercialisées, une partie est « perdue » (c'est-à-dire laissée sur place, comme les sciures), une autre partie enfin est utilisée hors circuits commerciaux (bois de chauffage). Selon l'IGN¹¹, les prélèvements en bois fort tige sont de 42 Mm³ par an pour des prélèvements totaux de 62 Mm³.

Sur la période 2005-2008, les quantités commercialisées en moyenne annuelle sont de 37 Mm³: 22 Mm³ de grumes, 12 Mm³ bois d'industrie, 3 Mm³ bois énergie.

Tableau 12 : Production biologique et taux de prélèvement en forêt

Mm ³	Bois fort tige	Autres compartiments	Total
Commercialisé	XXXXX	X	37
Autoconsommé	XX	XX	19
Pertes d'exploitation			6 (10%)
Total prélèvements	42	~20	62
Production biologique	86	42	129
Taux de prélèvement	49%		48%

Les usages hors circuits commerciaux peuvent être estimés à environ 19 Mm³, soit un total de 22 Mm³ de bois énergie, avec des incertitudes liées à la difficulté d'établir ces données. Les quantités commercialisées sont issues principalement du compartiment « bois fort tige » tandis que les quantités hors circuits commerciaux proviennent en grande partie du compartiment « bois fort branche ». **Le taux de prélèvement peut ainsi être estimé à un peu moins de 50 % de la production biologique annuelle.**

4.5.3 Une sylviculture productive et écologique

L'agglomérat « bois, papier, pâte à papier » représente le second poste déficitaire de la balance commerciale française, le premier étant l'agglomérat « pétrole, gaz, charbon ». Une exception : le poste « vieux papiers » est quand à lui excédentaire, pour la mauvaise raison que c'est l'Allemagne qui a investi dans les usines de recyclage.

Réduire les importations, notamment de bois non certifié provenant de la déforestation, tout en augmentant la part du bois dont la construction est possible : nous considérons que la forêt française doit jouer un rôle central, **l'enjeu étant d'augmenter significativement les prélèvements, tout en augmentant les services écosystémiques rendus**¹².

Il existe peu de scénarios prospectifs sur la forêt française à long terme. On peut signaler les travaux du Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER)¹³, effectués avant la révision de la méthode d'inventaire. Son scénario « développement durable » misait sur un volume prélevé de 129 Mm³, pour une forêt de 17 millions d'hectares.

¹¹ L'IGN a absorbé l'institut forestier national

¹² Construire une société soutenable : quelle production pour quels usages du bois des forêts françaises ? Les Amis de la Terre, Mai 2009

¹³ La forêt française en 2050 – 2100 : Essai de prospective. Juin 2008. Jean-Marie Bourgau, coordonnateur, CGAAER (Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux).

Présidé par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire, le CGAAER assure des missions d'audit, de conseil, de prospective et d'accompagnement des ministres.

Les hypothèses Afterres2050 sont plus prudentes. Elles intègrent deux facteurs qui tiennent compte d'objectifs environnementaux et organisationnels :

- le taux de prélèvement global sur un massif forestier ne doit pas dépasser 75 %¹⁴,
- le taux d'exploitation de la forêt productive ne doit pas dépasser 95 %.

D'où un taux de prélèvement maximal de 70 %. Appliqué à une production biologique totale de l'ordre de 140, les quantités mobilisables sont de l'ordre de 95 Mm³.

Les principes de l'agroécologie peuvent s'appliquer également à la forêt. L'objectif est de maintenir un haut niveau de production tout en augmentant la valeur écologique et la résilience des systèmes forestiers, dans un contexte climatique qui devrait devenir de moins en moins favorable.

4.5.4 Bois : évolutions des prélèvements et des usages

Parmi les usages actuels du bois, c'est **le bois énergie** qui subira les modifications les plus importantes avec un quasi doublement des quantités utilisées (pour atteindre 41 Mm³ en 2050) et une mutation profonde de ses formes. Le bois énergie est aujourd'hui constitué majoritairement de bois bûche utilisé dans ses applications traditionnelles pour le chauffage des logements. Cet usage diminue progressivement dans le scénario (conformément au scénario Négawatt), en même temps que les besoins de chauffage, au profit d'installations collectives (réseaux de chaleur) ou industrielles. Une partie de la biomasse ligneuse est également convertie en **biométhane** par gazéification suivie d'une réaction de méthanisation. Le biogaz est valorisé dans un premier temps par cogénération d'électricité et de chaleur, puis de plus en plus sous forme de biométhane injecté sur le réseau public.

La production de **bois matériaux** est en hausse modérée (de 20%) mais avec également, une profonde mutation de ses formes. Le bois matériaux / bois d'industrie de 2050 peut prendre de nombreuses formes allant du panneaux de particules jusqu'à l'extraction de la cellulose et de la lignine dans des bioraffineries. Ces nouveaux marchés permettent de valoriser une palette beaucoup plus large de bois d'œuvre qu'aujourd'hui. **Cette opportunité est cohérente avec la nécessité d'adapter la forêt aux changements climatiques :**

- La diminution de la densité d'arbre pour réduire le stress hydrique nécessite de valoriser des bois d'éclaircies (faibles diamètres, résistance mécanique hors transformation faible) ;
- La mise en place (via la régénération naturelle ou la plantation) de peuplements mélangés nécessite de pouvoir valoriser différentes essences ;
- Le raccourcissement des rotations pour éviter d'avoir un capital sur pied trop important nécessite également de pouvoir valoriser des bois d'un diamètre plus faible.

Tableau 13 : les évolutions des productions et des usages du bois

Mm ³ (vol. total aérien)	2010	2030	2050
Production biologique :			
- bois fort tige	86	94	93
- Volume total aérien	129	141	140
Taux de prélèvement	46%	58%	70%
Quantités prélevées	59	82	98
Bois matériau	~ 34	41	47
Bois énergie	~22	33	41
Pertes d'exploitation	6	8	10

¹⁴ Note de position : Production, gestion et utilisation du bois énergie, FNE Août 2010

4.6 L'affectation des sols

4.6.1 Règles adoptées

L'affectation des sols obéit à l'algorithme suivant :

- l'évolution des surfaces artificialisées (ΔARTIF) est une variable indépendante, elle est basée sur un historique d'évolution par région, les évolutions démographiques attendues, et affectée par des hypothèses d'évolution contrastées selon les scénarios (voir 2.2.2.).
- l'évolution des prairies permanentes (ΔSTH) dépend de l'évolution du troupeau de ruminants (cf. 2.2.3). Les prairies peu productives, notamment les alpages et parcours, restent inchangés dans tous les scénarios. L'évolution des besoins en prairie permanente intègre également l'évolution des troupeaux ovin et caprin.
- les surfaces "autres" - hors agricoles, forestières ou artificialisées - comptent les landes, eaux, etc., qui sont considérées comme constantes. La catégorie "autres" intègre également arbitrairement les surfaces maraîchères, dont la surface augmente dans Afterres2050 pour tenir compte d'une volonté de relocaliser des productions légumières.
- Ces trois sommes forment l'ensemble " $\Delta\text{Contrainte}$ ", c'est-à-dire les surfaces dont l'évolution est fixée par les jeux d'hypothèse décrits précédemment : $\Delta\text{Contraintes} = \Delta\text{ARTIF} + \Delta\text{STH} + \Delta\text{Autres}$
- On a donc nécessairement $\Delta\text{Contraintes} = - (\Delta\text{FORET} + \Delta\text{ARABLE})$, ces deux derniers termes représentant l'évolution de la surface de la forêt et celle des terres arables.

Si la somme est négative, cela signifie que la forêt et les terres arables se partagent les surfaces nettes perdues par les prairies naturelles et qui ne sont pas intégralement consommées par l'artificialisation.

Dans le cas contraire, les surfaces de forêt et de terres arables diminuent.

Dans le premier cas, on donne la priorité à l'augmentation de la SAU sur celle de la forêt, dans la limite du possible. En zone de montagne par exemple, l'augmentation de la superficie de terres arables est limitée, l'évolution se fait principalement au profit de la forêt.

Dans le second cas, on considère que la surface de la forêt ne diminue pas, et que c'est la surface arable qui subit les conséquences de l'artificialisation.

4.6.2 Résultat par région

Le tableau suivant synthétise les principales évolutions en regroupant les régions.

Le premier groupe rassemble les régions d'élevage et notamment de bovins allaitants, qui voient leurs surfaces en prairie diminuer, en partie au profit des terres arables. C'est le cas de la Lorraine, de la Bourgogne, des Normandies. En régions de montagne - Franche Comté et massif central - la diminution des prairies bénéficie surtout à la forêt et secondairement aux terres arables.

Le second groupe est celui où l'évolution de la somme surfaces artificialisées + STH + autres (légumes) est positive, avec par conséquent une perte globale de la somme terres arables + forêt. Le choix a été fait de conserver intégralement la forêt, aussi la perte de surface est portée exclusivement par les terres arables.

Il s'agit de régions dont la démographie est la plus dynamique. Même en Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes, fortement marquées par la diminution de la STH, la pression urbaine conduit à une diminution des terres arables.

On notera les cas particuliers de la Picardie et de la région Centre, où le travail collectif a conduit au choix d'une augmentation de la surface de la forêt, au détriment donc des surfaces arables.

	Δ Artif	Δ STH	Δ Autre	Δ Forêt	Δ Arable				
Corse	6	-12	32	-13	-12	la forêt et les terres arables diminuent	Perte de prairies permanentes supérieur au gain en surfaces artificialisées		
Champagne-Ardenne	12	-50	5	0	32	Forêt stable		Gain en terres arables	
Haute-Normandie	23	-37	2	0	11				
Basse-Normandie	39	-106	12	0	54				
Bourgogne	30	-145	3	52	60	Gain en forêt			Perte en terres arables
Lorraine	21	-79	1	18	39				
Franche-Comté	22	-73	3	31	17				
Limousin	28	-96	3	40	25				
Auvergne	26	-157	10	72	49		Perte de prairies permanentes inférieure au gain en surfaces artificialisées		
Île-de-France	30	0	28	0	-58	Forêt stable			
Nord-Pas-de-Calais	36	0	16	0	-52				
Alsace	39	0	-2	0	-37				
Pays de la Loire	146	0	28	0	-174				
Bretagne	140	47	59	0	-246				
Poitou-Charentes	63	0	6	0	-70				
Aquitaine	134	0	31	0	-165				
Midi-Pyrénées	165	-82	25	0	-108				
Rhône-Alpes	167	-100	34	0	-101				
Languedoc-Roussillon	133	0	-96	0	-37				
PACA	92	-35	-18	0	-40				
Picardie	23	-21	25	8	-35	Gain en forêt			
Centre	96	-27	32	21	-122				

4.6.3 Evolution de la COP

L'évolution de la COP (surfaces en céréales et oléoprotéagineux) est basée sur les travaux de régionalisation. La recherche d'un meilleur équilibre économique conduit à fixer un objectif d'augmentation des surfaces en protéagineux pour atteindre un niveau de l'ordre de 20% de la COP, tandis que la surface en oléagineux, rapportée à la surface en céréales, ne change pas.

On augmente également la surface en blé dur comparé au blé tendre, et on diminue la surface en autres céréales par rapport au blé tendre. Dans les deux cas, il s'agit de rééquilibrer les céréales en faveur des céréales destinées à l'alimentation humaine et de réduire la part des céréales fourragères.

4.6.4 Evolution des surfaces fourragères

Les surfaces fourragères englobent ici l'ensemble des surfaces de cultures fourragères, y compris le maïs pour l'ensilage. Le calcul est effectué sur la base du solde fourrager, c'est-à-dire la différence entre les besoins en fourrages du cheptel ruminant au niveau régional, et la production de fourrages au niveau régional également.

Cette approche est sans doute trop grossière pour tenir compte des contextes locaux, puisque les fourrages ne voyagent pas à l'échelle régionale sauf exception (luzerne, foin de Crau, années de pénurie...). Par sécurité, on conserve a minima 25% des surfaces fourragères actuelles.

Le travail au niveau des 4 régions testées montre également qu'il est nécessaire de disposer de 25% de légumineuses dans la sole arable. La part des protéagineux dans la COP a augmenté, lorsque ceci est insuffisant pour obtenir ces 25%, le complément est assuré par des cultures de type luzerne.

Il s'agit de terres arables : le besoin en fourrages diminuant, les surfaces fourragères libérées sont converties en COP.

Les surfaces en maïs, grain et ensilage, tiennent compte des contraintes sur la ressource en eau.

On s'assure que les besoins en fourrage sont intégralement couverts par la production au niveau régional, et on calcule le surplus disponible éventuel. Ce surplus en fourrages s'ajoute à un éventuel surplus en herbe. C'est ce total qui est ensuite pris en compte pour évaluer un surplus global en herbe et fourrages : la granulométrie de l'échelle utilisée ici ne permet pas d'ajuster finement la production aux besoins en fourrages annuels, foin sur prairies permanentes et herbe consommée au pâturage.

	Δ Arable		Δ FRG		Δ COP	
Champagne-Ardenne	32	Terres arables en augmentation	-28	Surfaces fourragères en diminution	60	COP en augmentation
Haute-Normandie	11		-26		37	
Basse-Normandie	54		-120		174	
Bourgogne	60		0		60	
Lorraine	39		-43		82	
Franche-Comté	17		-46		64	
Limousin	25		-93		117	
Auvergne	49		-153		202	
Centre	-122	Terres arables en diminution	-53	Surfaces fourragères en diminution	-69	COP en diminution
Nord-Pas-de-Calais	-52		-33		-20	
Aquitaine	-165		-56		-108	
Rhône-Alpes	-101		-88		-13	
Pays de la Loire	-174		-428		254	
Bretagne	-246		-413		167	
Poitou-Charentes	-70		-141		71	
Midi-Pyrénées	-108		-274		166	
Île-de-France	-58	Terres arables en diminution	18	Surfaces fourragères en augmentation	-76	COP en diminution
Picardie	-35		10		-45	
Alsace	-37		5		-43	
Languedoc-Roussillon	-37		12		-49	
Provence-Alpes-Côte d'Azur	-40		2		-42	
Corse	-12		29		5	

Dans le groupe des régions qui voient leurs surfaces en terres arables augmenter (c'est-à-dire où la perte de prairies permanentes est plus élevée que l'artificialisation), les surfaces fourragères diminuent et la COP augmente.

Dans l'autre groupe, on peut distinguer un sous groupe où les surfaces fourragères augmentent (pour des raisons variées : augmentation du cheptel, besoin de légumineuses...), et celles où elles diminuent.

Lorsque les surfaces fourragères augmentent, la COP diminue (sauf en Corse).

Dans le cas contraire, il existe encore deux possibilités. La COP diminue lorsque la perte cumulée de prairies permanentes et de surfaces fourragères ne permet pas de compenser l'artificialisation. Sinon, elle augmente.

4.7 Les cultures intermédiaires

Toute la SAU (hors STH et cultures pérennes) est potentiellement concernée par la mise en place de cultures intermédiaires (CI). Deux types de CI sont envisagés dans Afterres2050 :

- Les couverts hivernaux précèdent une culture d'été. La plupart du temps, ils sont semés en septembre et détruits en février-mars
- Les couverts estivaux, semés tôt en juillet (juste après la moisson) et détruits en octobre/novembre

Les rôles des CI sont multiples :

- Réduction du risque d'érosion ;
- Amélioration de la structure du sol ;
- Amélioration de l'infiltration d'eau ;
- Amélioration de la biodiversité des sols ;
- Transfert d'azote ;
- Réduction des risques de lixiviation d'azote ;
- Favoriser les auxiliaires et les pollinisateurs ;
- Production de biomasse ;
- Stockage de carbone dans les sols.

La mise en place des CI n'est pas simple et demande une grande technicité : choix des espèces, mode d'implantation et de destruction, conséquences sur les cultures suivantes, ... De plus les CI doivent optimiser des périodes de l'année climatiquement difficile (été, ou automne) qui ne sont pas les plus favorables pour la croissance des végétaux. Dans les systèmes agricoles proposés par Afterres2050, ils sont considérés comme des « atouts » agronomiques et écologiques nécessaires à la durabilité des systèmes agricoles : apport d'azote, diversification des productions, fermeture des cycles, synergie, fertilité des sols, ...

L'approche choisie dans cette version d'Afterres2050 est logiquement simplifiée par rapport à l'ensemble des combinaisons possibles en fonction des différents pédo-climats du territoire métropolitain. Nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- **Les CI sont des mélanges d'espèces avec 50% de légumineuses ;**
- **Les rendements proposés sont de 3,5 tMS.** Ce rendement est une moyenne entre des couverts estivaux dont le rendement peut aller de 1 à 4 tMS du Sud au Nord de la France ; et des couverts hivernaux dont le rendement varie de 2 à 6 tMS du Sud au Nord de la France.
- **30% de la biomasse produite par les CI est valorisée via la méthanisation.**

4.8 Les rendements, le changement climatique et l'irrigation

4.8.1 Les rendements actuels

Les rendements des principales cultures utilisés dans le projet Afterres2, sont des moyennes pondérées, pour une culture donnée, entre les différents modes de productions (agriculture conventionnelle, agriculture biologique, production intégrée).

Pour décrire la situation présente, nous avons, pour une culture, utilisé les données de rendement de la statistique agricole à l'échelle régionale entre 2000 et 2014. **Les rendements pour une culture sont donc la moyenne des données statistiques régionales entre 2000 et 2014.** De plus pour chaque culture et chaque région, nous avons identifié le rendement maximal, le rendement minimal, l'écart type.

Tableau 14 : Les rendements du blé tendre (qtx/ha) entre 2000 et 2014 à l'échelle régionale (en rouge les années inférieures à la moyenne)

Blé tendre	FR métro - France métropolitaine	11 - Région Île-de- France	21 - Région Champagne-Ardenne	22 - Région Picardie	23 - Région Haute- Normandie	24 - Région Centre	25 - Région Basse- Normandie	26 - Région Bourgogne	31 - Région Nord-Pas- de-Calais	41 - Région Lorraine	42 - Région Alsace	43 - Région Franche- Comté	52 - Région Pays de la Loire	53 - Région Bretagne	54 - Région Poitou- Charentes	72 - Région Aquitaine	73 - Région Midi- Pyrénées	74 - Région Limousin	82 - Région Rhône- Alpes	83 - Région Auvergne	91 - Région Languedoc-Roussillon	93 - Région PACA	94 - Région Corse
2 000	73	81	82	83	80	73	69	74	81	69	75	70	65	65	68	53	56	50	65	68	43	41	25
2 001	68	75	78	83	74	65	68	63	82	63	69	59	57	67	60	50	51	46	56	59	39	37	20
2 002	76	83	81	86	85	78	78	70	85	69	74	72	75	73	73	62	59	56	67	63	41	44	35
2 003	64	67	68	79	80	57	74	50	88	54	57	55	62	70	61	54	47	43	46	42	35	31	18
2 004	78	87	88	92	89	74	81	75	93	78	82	79	72	74	66	61	57	57	64	65	38	36	35
2 005	72	78	79	81	80	69	73	67	84	70	72	67	70	71	66	62	57	55	58	58	36	34	35
2 006	69	74	76	81	79	65	72	64	81	68	71	67	66	72	62	59	55	54	60	58	33	32	35
2 007	64	77	75	76	75	64	61	60	73	62	65	59	58	56	59	49	46	42	56	53	43	39	35
2 008	73	82	74	90	92	69	78	64	90	69	72	62	68	72	65	53	57	52	58	55	45	41	30
2 009	77	87	84	92	91	73	77	71	93	74	76	70	74	76	67	51	47	59	57	65	41	39	30
2 010	72	81	80	84	87	68	76	65	88	70	72	69	67	71	61	63	58	50	63	64	46	38	30
2 011	68	76	78	79	85	63	74	62	91	64	72	66	63	72	50	51	46	54	57	54	40	36	30
2 012	73	81	74	83	87	74	73	66	79	58	69	62	74	69	71	65	62	54	63	64	48	40	35
2 013	74	84	80	91	87	71	76	65	90	70	73	62	68	75	66	58	53	51	60	65	52	41	35
2 014	75	86	85	90	85	75	75	62	88	67	77	67	73	75	67	52	53	59	60	63	47	38	35
rdt minimal	64	67	68	76	74	57	61	50	73	54	57	55	57	56	50	49	46	42	46	42	33	31	18
rdt maximal	78	87	88	92	92	78	81	75	93	78	82	79	75	76	73	65	62	59	67	68	52	44	35
rdt moyen	72	80	79	85	84	69	74	65	86	67	72	66	67	71	64	56	54	52	59	60	42	38	31
Ecart-type	4	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5	7	5	4	6

Tableau 15 : les rendements moyens actuel des principales cultures (qtx/ha) l'échelle régionale

	FR métro - France métropolitaine	11 - Région Île-de- France	21 - Région Champagne-Ardenne	22 - Région Picardie	23 - Région Haute- Normandie	24 - Région Centre	25 - Région Basse- Normandie	26 - Région Bourgogne	31 - Région Nord-Pas- de-Calais	41 - Région Lorraine	42 - Région Alsace	43 - Région Franche- Comté	52 - Région Pays de la Loire	53 - Région Bretagne	54 - Région Poitou- Charentes	72 - Région Aquitaine	73 - Région Midi- Pyrénées	74 - Région Limousin	82 - Région Rhône- Alpes	83 - Région Auvergne	91 - Région Languedoc-Roussillon	93 - Région PACA	94 - Région Corse
blé tendre	72	80	79	85	84	69	74	65	86	67	72	66	67	71	64	56	54	52	59	60	42	38	31
blé dur	49	64	58	61	63	63	55	50	63	50	63	63	62	63	58	50	49	63	44	63	37	34	28
orge	63	69	68	74	75	66	67	60	78	61	61	57	59	64	57	49	46	49	53	52	37	38	27
triticale	52	63	59	67	65	50	60	46	71	55	60	52	55	62	50	47	45	48	51	50	38	41	31
avoine	45	61	48	60	59	45	57	37	61	41	40	40	48	51	43	40	33	37	39	35	27	25	22
seigle	47	65	50	65	63	56	59	48	61	51	45	54	50	46	48	40	36	41	41	42	30	30	15
maïs grain	90	96	88	93	86	94	86	88	96	81	105	87	86	82	89	89	90	76	95	89	83	102	93
maïs fourrage	125	116	122	145	141	101	136	107	144	119	148	127	120	125	115	130	113	115	115	107	89	92	94
colza	33	35	34	37	36	32	34	31	37	31	34	33	31	31	31	28	28	29	29	28	27	20	20
tournesol	24	29	29	27	28	25	26	26	28	26	29	26	25	22	23	25	22	23	24	26	21	21	17
pois	40	45	44	48	47	32	39	28	51	36	25	30	29	36	30	21	18	27	21	26	21	19	24
féverole	40	45	44	48	47	32	39	28	51	36	25	30	29	36	30	21	18	27	21	26	21	19	24
soja	26	26	28	28	28	26	26	28	26	26	30	25	20	28	26	25	26	23	29	24	27	24	24
Sorgho	57	60	50	57	60	50	50	50	50	47	75	60	55	64	53	60	56	40	63	63	56	52	23
betterave	827	810	860	810	824	870	799	759	821	716	847	702	754	765	754	827	754	754	510	812	754	754	754
pomme de terre	429	427	486	461	409	456	282	365	452	336	367	280	276	294	222	287	260	264	244	302	229	289	193
prairie naturelle	54	57	60	72	71	46	69	52	70	66	58	53	57	51	55	49	47	56	47	41	27	38	27
STH PP	13	10	34	19	34	21	12	25	29	27	24	24	27	17	20	24	17	19	13	26	6	6	6

4.8.2 Le climat actuel et les impacts sur les rendements des principales cultures

L'objectif de cette partie est d'identifier et de caractériser les phénomènes climatiques qui ont eu des impacts négatifs sur les rendements lors des 15 dernières années. Pour simplifier l'approche, nous avons retenu **4 phénomènes météorologiques majeurs** pouvant directement ou indirectement affecter les rendements des principales cultures :

- **Déficit hydrique ;**
- **Excès d'eau ;**
- **Température haute ;**
- **Température basse.**

Les paramètres retenus concernent soit l'eau, soit la température. La **température** est le moteur du développement des plantes. Le **développement** étant l'ensemble des changements qualitatifs qui s'opèrent au cours de la vie d'une plante. Les stades phénologiques sont les repères qui jalonnent le développement d'une plante. Le développement est régi principalement par la température (concept de degrés.jours : D.J). La température va jouer sur la **vitesse de développement** d'une culture et donc la durée des cycles (dont le remplissage des grains et donc le rendement). Chaque plante (et chaque variété) a ses propres exigences thermiques : un maïs aura besoin de 1700DJ (en base 6°C.) pour atteindre un stade de récolte ; un blé d'hiver aura besoin de 2350 DJ (en base 0°C.) pour atteindre la maturation.

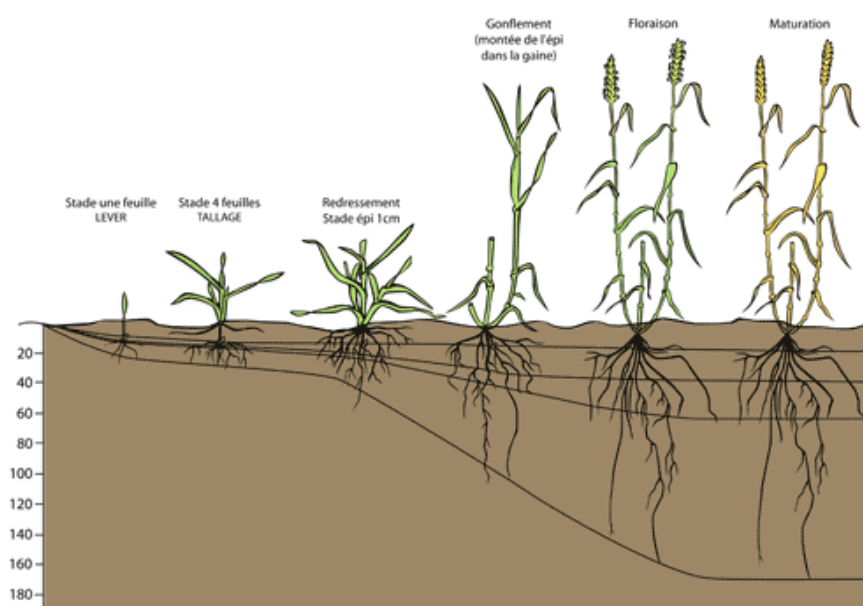


Figure 23 : les différents stades phénologiques des graminées (cas du blé : stade épi 1 cm 1100 DJ, stade maturation : 2350 DJ, base 0°C.)

L'eau est le facteur de croissance des végétaux. La croissance se définissant comme l'ensemble des changements quantitatifs irréversibles au cours de la vie d'une plante: allongement des entre-nœuds, multiplication cellulaire... En agronomie, on peut résumer la croissance à l'accumulation de biomasse. La croissance est régulée par de nombreux facteurs comme le **confort hydrique** (ou le **stress hydrique**), la **régulation stomatique** ou l'**évapotranspiration**.

De plus chaque famille, réagira différemment (avec plus ou moins de résilience) face à des modifications de température et/ou de disponibilité en eau (ou d'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère).

Huit « climats types » ont été choisis pour couvrir la France métropolitaine. Dans ces huit climats les fréquences des **4 phénomènes météorologiques majeurs affectant les rendements, varient**.

Tableau 16 : les 8 climats types de la scénarisation en 2010

	CAS TYPE MÉTEO 2010				Phénomènes agro-climatiques majeurs
	Part du déficit hydrique	Part de l'excès d'eau	Part température haute	Part température basse	
CAS 1	15%	10%	40%	35%	échaudage important, déficit hydrique faible, température froide hiver
CAS 2	25%	55%	10%	10%	excès hydrique assez important, pas d'échaudage, déficit hydrique moyen
CAS 3	24%	10%	33%	33%	température basse importante, échaudage important, déficit hydrique moyen
CAS 4	10%	5%	25%	60%	peu d'échaudage, déficit hydrique très faible, offre température basse
CAS 5	15%	25%	25%	35%	échaudage et déficit hydrique plutôt faible, offre température moyenne, pas d'excès d'eau en hiver
CAS 6	20%	30%	20%	30%	excès d'eau important hiver, froid, échaudage et déficit hydrique moyen
CAS 7	40%	10%	40%	10%	déficit hydrique important, échaudage important
CAS 8	35%	20%	35%	10%	excès d'eau assez faible en hiver, échaudage moyen, déficit hydrique important

Chaque région, s'est vu attribuer un climat type défini par :

- une occurrence des années où le climat affecte négativement les rendements (données ajustées par culture)
- pour ces années « climatiquement difficiles » des fréquences pour les 4 phénomènes météorologiques majeurs affectant les rendements

Tableau 17 : Régionalisation des climats et des paramètres explicitant les baisses de rendements en 2010

	Climat types 2010	Part du déficit hydrique	Part de l'excès d'eau	Part température haute (échaudage)	Part température basse
France métropolitaine	CAS3-5-8	25%	18%	31%	26%
11 - Région Île-de-France	CAS 5	15%	25%	25%	35%
21 - Région Champagne-Ardenne	CAS 5	15%	25%	25%	35%
22 - Région Picardie	CAS2-5	20%	40%	18%	23%
23 - Région Haute-Normandie	CAS2-5	20%	40%	18%	23%
24 - Région Centre	CAS 3-5-8	25%	33%	23%	18%
25 - Région Basse-Normandie	CAS2-4	18%	30%	18%	35%
26 - Région Bourgogne	CAS3-6	22%	20%	27%	32%
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	CAS2	25%	55%	10%	10%
41 - Région Lorraine	CAS 6	20%	30%	20%	30%
42 - Région Alsace	CAS 3	24%	10%	33%	33%
43 - Région Franche-Comté	CAS 1-3	20%	10%	37%	34%
52 - Région Pays de la Loire	CAS8	35%	20%	35%	10%
53 - Région Bretagne	CAS2	25%	55%	10%	10%
54 - Région Poitou-Charentes	CAS 8	35%	20%	35%	10%
72 - Région Aquitaine	CAS 8	35%	20%	35%	10%
73 - Région Midi-Pyrénées	CAS3-8	32%	18%	35%	16%
74 - Région Limousin	CAS3-6	22%	20%	27%	32%
82 - Région Rhône-Alpes	CAS3-1	20%	10%	37%	34%
83 - Région Auvergne	CAS3	24%	10%	33%	33%
91 - Région Languedoc-Roussillon	CAS7	40%	10%	40%	10%
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	CAS7	40%	10%	40%	10%
94 - Région Corse	CAS7	40%	10%	40%	10%

Tableau 18 : Fréquence des années avec incidents climatiques - 2010

	Climat types 2010	Blé tendre	maïs	Colza	Prairies
France métropolitaine	CAS3-5-8	33%	27%	33%	27%
11 - Région Île-de-France	CAS 5	27%	27%	27%	33%
21 - Région Champagne-Ardenne	CAS 5	33%	20%	27%	20%
22 - Région Picardie	CAS2-5	33%	33%	27%	33%
23 - Région Haute-Normandie	CAS2-5	40%	27%	27%	33%
24 - Région Centre	CAS 3-5-8	33%	20%	33%	27%
25 - Région Basse-Normandie	CAS2-4	20%	27%	27%	27%
26 - Région Bourgogne	CAS3-6	20%	27%	33%	27%
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	CAS2	33%	33%	33%	33%
41 - Région Lorraine	CAS 6	27%	27%	20%	20%
42 - Région Alsace	CAS 3	13%	27%	27%	27%
43 - Région Franche-Comté	CAS 1-3	40%	20%	33%	13%
52 - Région Pays de la Loire	CAS8	33%	27%	33%	33%
53 - Région Bretagne	CAS2	20%	20%	33%	40%
54 - Région Poitou-Charentes	CAS 8	33%	27%	47%	33%
72 - Région Aquitaine	CAS 8	40%	27%	47%	33%
73 - Région Midi-Pyrénées	CAS3-8	33%	27%	27%	27%
74 - Région Limousin	CAS3-6	20%	40%	33%	27%
82 - Région Rhône-Alpes	CAS3-1	27%	13%	33%	20%
83 - Région Auvergne	CAS3	27%	27%	33%	20%
91 - Région Languedoc-Roussillon	CAS7	27%	20%	40%	33%
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	CAS7	20%	33%	27%	33%
94 - Région Corse	CAS7	20%	13%	27%	40%

Au final, pour chaque culture et chaque région, les rendements inférieurs à la moyenne ont été explicités « climatiquement ». Si on prend l'exemple du blé tendre, on trouve les résultats suivant avec les données des tableaux ci-dessus :

- fréquence des années présentant des incidents climatiques (année où le rendement est nettement inférieur au rendement moyen) : 4 années sur 15 soit 27 % ;
- les températures basses au printemps demeurent la principale cause (35%) devant les températures hautes et l'excès d'eau à part égale et enfin le déficit hydrique.

Si on compare à la réalité de la période 2000 et 2014, on retrouve ces proportions. Les faibles rendements du blé tendre pour la région Ile-de-France s'expliquent par : des températures basses au printemps et en été (2006, 2007 et 2012), un printemps sec en 2011, un printemps (et début d'été) très pluvieux en 2001 et 2007 et des températures très élevées en 2003.

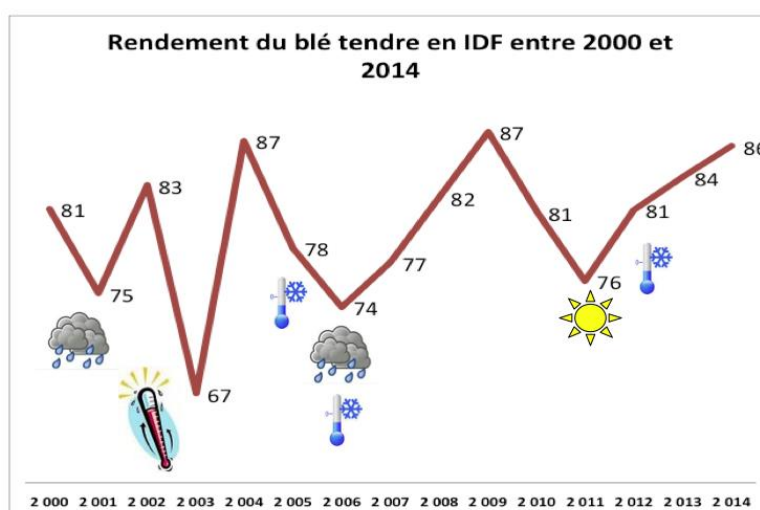


Figure 24 : les rendements du blé tendre en Ile-de-France entre 2000 et 2014

4.8.3 Les climats futurs

Sur la base des 8 climats types décrits pour 2010, nous avons fait évoluer ces climats en fonction de scénarios climatiques médians. Au final, on obtient :

- Un **doublement de la fréquence des années avec des incidents climatiques**
- une évolution des 4 paramètres influençant les rendements avec :
 - **Un renforcement du déficit hydrique**
 - **Une réduction des excès d'eau**
 - **Un renforcement des températures hautes**
 - **Un recul des températures basses**

Tableau 19 : les 8 climats types de la scénarisation en 2050

CAS TYPE MÉTEO 2050				
	Part du déficit hydrique	Part de l'excès d'eau	Part température haute	Part température basse
CAS 1	20%	5%	45%	30%
CAS 2	30%	50%	15%	5%
CAS 3	29%	5%	38%	28%
CAS 4	15%	0%	30%	55%
CAS 5	25%	15%	35%	25%
CAS 6	30%	20%	30%	20%
CAS 7	45%	5%	45%	5%
CAS 8	40%	15%	40%	5%

Au final chaque région se voit attribuer un climat pour 2050 définit par :

- **une nouvelle occurrence des années où le climat affecte négativement les rendements (données ajustées par culture)**
- **pour ces années « climatiquement difficiles » un ajustement des fréquences pour les 4 phénomènes météorologiques majeurs affectant les rendements**

Tableau 20 : Régionalisation des climats et des paramètres explicitant les baisses de rendements en 2050

	Climat types 2050	Part du déficit hydrique	Part de l'excès d'eau	Part température haute (échaudage)	Part température basse
France métropolitaine	CAS3-5-8	31%	12%	38%	19%
11 - Région Île-de-France	CAS 5	25%	15%	35%	25%
21 - Région Champagne-Ardenne	CAS 5	25%	15%	35%	25%
22 - Région Picardie	CAS2-5	28%	33%	25%	15%
23 - Région Haute-Normandie	CAS2-5	28%	33%	25%	15%
24 - Région Centre	CAS 3-5-8	32%	27%	30%	12%
25 - Région Basse-Normandie	CAS2-4	23%	25%	23%	30%
26 - Région Bourgogne	CAS3-6	30%	13%	34%	24%
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	CAS2	30%	50%	15%	5%
41 - Région Lorraine	CAS 6	30%	20%	30%	20%
42 - Région Alsace	CAS 3	29%	5%	38%	28%
43 - Région Franche-Comté	CAS 1-3	25%	5%	42%	29%
52 - Région Pays de la Loire	CAS8	40%	15%	40%	5%
53 - Région Bretagne	CAS2	30%	50%	15%	5%
54 - Région Poitou-Charentes	CAS 8	40%	15%	40%	5%
72 - Région Aquitaine	CAS 8	40%	15%	40%	5%
73 - Région Midi-Pyrénées	CAS3-8	37%	13%	40%	11%
74 - Région Limousin	CAS3-6	30%	13%	34%	24%
82 - Région Rhône-Alpes	CAS3-1	25%	5%	42%	29%
83 - Région Auvergne	CAS3	29%	5%	38%	28%
91 - Région Languedoc-Roussillon	CAS7	45%	5%	45%	5%
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	CAS7	45%	5%	45%	5%
94 - Région Corse	CAS7	45%	5%	45%	5%

Tableau 21 : Fréquence des années avec incidents climatiques - 2050

	Climat types 2050	Blé tendre	maïs	Colza	Prairies
France métropolitaine	CAS3-5-8	67%	53%	67%	53%
11 - Région Île-de-France	CAS 5	53%	53%	53%	67%
21 - Région Champagne-Ardenne	CAS 5	67%	40%	53%	40%
22 - Région Picardie	CAS2-5	67%	67%	53%	67%
23 - Région Haute-Normandie	CAS2-5	80%	53%	53%	67%
24 - Région Centre	CAS 3-5-8	67%	40%	67%	53%
25 - Région Basse-Normandie	CAS2-4	40%	53%	53%	53%
26 - Région Bourgogne	CAS3-6	40%	53%	67%	53%
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	CAS2	67%	67%	67%	67%
41 - Région Lorraine	CAS 6	53%	53%	40%	40%
42 - Région Alsace	CAS 3	27%	53%	53%	53%
43 - Région Franche-Comté	CAS 1-3	80%	40%	67%	27%
52 - Région Pays de la Loire	CAS8	67%	53%	67%	67%
53 - Région Bretagne	CAS2	40%	40%	67%	80%
54 - Région Poitou-Charentes	CAS 8	67%	53%	93%	67%
72 - Région Aquitaine	CAS 8	80%	53%	93%	67%
73 - Région Midi-Pyrénées	CAS3-8	67%	53%	53%	53%
74 - Région Limousin	CAS3-6	40%	80%	67%	53%
82 - Région Rhône-Alpes	CAS3-1	53%	27%	67%	40%
83 - Région Auvergne	CAS3	53%	53%	67%	40%
91 - Région Languedoc-Roussillon	CAS7	53%	40%	80%	67%
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	CAS7	40%	67%	53%	67%
94 - Région Corse	CAS7	40%	27%	53%	80%

4.8.4 Les rendements de 2050 hors irrigation supplémentaire

Sans tenir compte dans un premier temps de l'irrigation, les rendements de 2050 sont une évolution des rendements de 2010 en tenant compte, pour chaque culture et pour une région donnée :

- de la fréquence des années présentant des incidents climatiques,
- des écarts de rendements constatés aujourd'hui,
- les rendements maximums permis en 2050 quand les meilleures conditions sont réunies,
- du climat de 2050 et des 4 paramètres clés,
- de la réserve utile des sols : une réserve utile élevée (>150 mm) pouvant compenser certains effets négatifs du changement climatique,
- des caractéristiques intrinsèques des plantes et leurs plus ou moins grandes capacités à s'adapter notamment à l'augmentation de la concentration de CO₂ et de l'évapotranspiration.

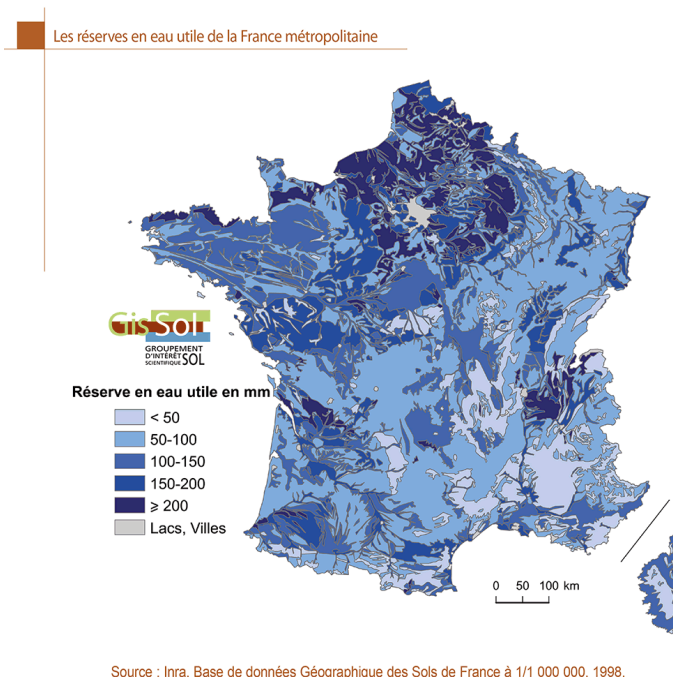


Figure 25 : Carte des réserves utiles des sols de France

Tableau 22 : Aptitudes des principales plantes à faire face aux changements climatiques

Principales cultures	Résilience climatique
Blé tendre	Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ - positionnement calendaire, photopériode longue pour fleurir; Effet -: besoin de vernalisation; sensibilité échaudage thermique en fin de cycle (montaison florence, remplissage) Mesure d'adaptation : date de semi avancée, variété précoce, mélange de variété
Blé dur	Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ - positionnement calendaire, photopériode longue pour fleurir; cycle court (/blé tendre), tolérance stress hydrique supérieur au blé tendre (indice foliaire faible), bonne capacité à extraire de l'eau; Effet -: sensibilité échaudage thermique en fin de cycle (montaison florence, remplissage) Mesure d'adaptation : date de semi avancée, variété précoce, mélange de variété
Colza	Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ - positionnement calendaire Effet -: Sécheresse édaphique au semi et levée (tps de levée supérieur de 1 mois) Mesure d'adaptation : retard de semi (de aout à septembre) - variété à montaison rapide - irrigation starter
Maïs	Effet -: positionnement calendaire, plante en C4 qui ne bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂, pas ou peu de stratégie d'esquive, indice foliaire important
Tournesol	Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ – bonne résistance au stress hydrique (ouverture stomatique longue et réduction de la croissance foliaire si besoin - plasticité). Effet -: positionnement calendaire, raccourcissement du cycle 10 jours et sensibilité implantation Mesure d'adaptation : modification de la date de semis, irrigation starter pour limiter la variabilité interannuelle, variété à cycle plus long en sol à RU faible
Betterave	Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ – bonne résistance au stress hydrique (réduction de la biomasse mais conservation de la quantité de sucre) – zone d'implantation (Nord) Effet -: positionnement calendaire
Sorgho	Effet + : adaptation à la sécheresse meilleure que maïs (racines plus profondes – indice foliaire plus faible) Effet -: positionnement calendaire, plante en C4 qui ne bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂

A titre d'exemple :

- **Le blé tendre :**
 - dans le Nord de la France, les années sans anomalie climatique, verront leur rendement augmenter de 10% sur les meilleures terres (RU >150 mm) et stagner sur les terres à RU¹⁵ faible,
 - dans le Sud de la France, les années sans anomalie climatique, verront leur rendement augmenter de 10% sur les meilleures terres (RU >150 mm) et reculer de 5% sur les terres à RU faible,
 - note : le **blé dur** par ses caractéristiques intrinsèques résistera mieux à la baisse de rendement dans le Sud de la France ;
- **Le maïs grain :**
 - dans le Nord de la France, les années sans anomalie climatique, verront leur rendement augmenter de 10% à 15% sur les meilleures terres (RU >150 mm) et stagner sur les terres à RU faible,
 - dans le Sud de la France, les années sans anomalie climatique, verront leur rendement reculer de 10% sur les meilleures terres (RU >150 mm) et reculer de 20% sur les terres à RU faible,
 - note : le sorgho par ses caractéristiques intrinsèques résistera mieux à la baisse de rendement dans le Sud de la France.

Tableau 23 : répartition de la RU et évolution des rendements maximums en fonction des RU – Cas type blé (plante C3 – cycle hiver printemps) – cas type maïs (plante C4 – cycle printemps été)

			Cas type Blé		Cas type Maïs	
		Facteur RU (part SAU RU >150mm)	évolution rdt max RU max 2010-2050	évolution rdt max RU min 2010-2050	évolution rdt max RU max 2010-2050	évolution rdt max RU min 2010-2050
France métropolitaine	CAS3-5-8	80%	10%	0%	10%	0%
11 - Région Île-de-France	CAS 5	80%	10%	0%	10%	0%
21 - Champagne-Ardenne	CAS 5	80%	10%	0%	15%	5%
22 - Région Picardie	CAS2-5	80%	10%	0%	15%	5%
23 - Haute-Normandie	CAS2-5	80%	10%	0%	10%	0%
24 - Région Centre	CAS 3-5-8	75%	10%	0%	10%	0%
25 - Basse-Normandie	CAS2-4	50%	10%	0%	10%	0%
26 - Région Bourgogne	CAS3-6	20%	5%	-5%	0%	-10%
31 - Nord-Pas-de-Calais	CAS2	80%	10%		5%	-5%
41 - Région Lorraine	CAS 6	20%	15%	5%	15%	5%
42 - Région Alsace	CAS 3	20%	10%	0%	0%	-10%
43 - Région Franche-Comté	CAS 1-3	20%	15%	5%	0%	-10%
52 - Région Pays de la Loire	CAS8	20%	5%	0%	0%	-10%
53 - Région Bretagne	CAS2	20%	5%	0%	0%	-10%
54 - Région Poitou-Charentes	CAS 8	75%	5%	0%	-5%	-15%
72 - Région Aquitaine	CAS 8	20%	5%	-5%	-10%	-20%
73 - Région Midi-Pyrénées	CAS3-8	20%	10%	-5%	-10%	-20%
74 - Région Limousin	CAS3-6	10%	5%	-5%	5%	-5%
82 - Région Rhône-Alpes	CAS3-1	20%	15%	-5%	-10%	-20%
83 - Région Auvergne	CAS3	20%	5%	-5%	5%	-5%
91 - Languedoc-Roussillon	CAS7	10%	5%	-10%	-10%	-20%
93 - Provence-Alpes-Côte d'Azur	CAS7	10%	5%	-10%	-10%	-20%
94 - Région Corse	CAS7	10%	5%	-10%	-10%	-20%

¹⁵ La Réserve Utile (RU) est la quantité d'eau stockable dans un sol.

Au final, les rendements de 2050 hors irrigation, sont composés de 4 facteurs :

- le rendement moyen 2000 – 2014 calculé sur les années sans accident climatique par culture et par région
- la fréquence en 2050 des années présentant des incidents climatiques (le double de la fréquence constatée sur la période 2000 – 2014)
- le rendement théorique maximal les bonnes années (climatique) en fonction de la RU régionale et des caractéristiques des plantes
- la baisse de rendement constaté entre 2000 et 2014 par culture et par région, les années présentant des incidents climatiques

En résumant la situation, on constate que hors irrigation additionnelle :

- les **rendements des cultures annuelles progressent légèrement dans le Nord et l'Est** de la France en combinant un climat moins froid, des espèces présentant de bonne capacité d'adaptation et des sols avec de très bonne RU
- les **rendements des cultures annuelles chutent dans le Sud** de la France du fait :
 - des climats très dégradés,
 - des sols avec des RU faible ;
- le maïs grain et le soja seront les cultures les plus impactés
- le blé dur ou le sorgho résisteront mieux que le blé tendre ou le maïs
- les **rendements des prairies naturelles** seront peu affectés dans le Nord et perdront jusqu'à 20% dans le Sud. Ces rendements moyens masquent les décalages important dans les périodes de pousse de l'herbe (augmentation massive au printemps, réduction voire annulation en été, augmentation en automne) et la nécessaire adaptation des systèmes fourragers (périodes de pâture, stockage, ...).

Tableau 24 : les rendements moyens en 2050 des principales cultures (qtx/ha) l'échelle régionale hors irrigation

	FR métro - France métropolitaine	11 - Région Île-de- France	21 - Région Champagne-	22 - Région Picardie	23 - Région Haute- Normandie	24 - Région Centre	25 - Région Basse- Normandie	26 - Région Bourgoane	31 - Région Nord- Pas-de-Calais	41 - Région Lorraine	42 - Région Alsace	43 - Région Franche-Comté	52 - Région Pays de la Loire	53 - Région Breitaane	54 - Région Poitou- Charentes	72 - Région Aquitaine	73 - Région Midi- Pyrénées	74 - Région Limousin	82 - Région Rhône- Alpes	83 - Région Auvergne	91 - Région Languedoc-	93 - Région PACA	94 - Région Corse
blé tendre	75	84	82	88	86	71	75	61	89	69	72	66	65	69	64	51	49	48	57	55	36	33	26
blé dur	49	64	57	62	63	64	54	46	63	51	61	63	60	61	58	48	47	59	41	60	35	31	25
orge	66	70	71	77	78	68	67	55	82	61	60	59	55	63	56	44	43	44	51	48	31	32	22
triticale	54	64	60	69	66	52	60	43	75	57	56	53	52	60	50	43	41	44	49	46	31	35	26
avoine	46	64	49	61	59	47	58	33	63	41	39	40	46	50	42	37	31	34	36	32	23	22	17
seigle	49	68	52	67	64	56	58	45	62	52	44	54	47	45	48	37	35	38	40	39	25	27	14
maïs grain	94	99	96	102	91	99	88	75	94	82	92	75	77	73	78	68	68	63	74	80	63	73	69
maïs fourrage	130	123	130	158	148	96	139	92	143	118	130	110	103	111	95	94	79	103	88	100	67	46	72
colza	32	35	34	36	36	31	33	37	36	38	41	39	29	29	30	23	24	25	27	27	21	16	17
tournesol	24	29	29	28	27	25	26	24	27	26	26	24	23	21	22	22	20	21	20	25	18	17	15
pois	40	42	43	46	48	32	36	26	51	34	23	28	26	34	29	17	14	25	15	25	16	11	19
féverole	40	42	43	46	48	32	36	26	51	34	23	28	26	34	29	17	14	25	15	25	16	11	19
soja	28	27	29	31	29	26	25	25	25	27	26	22	17	26	23	19	19	21	22	22	19	18	19
Sorgho	59	48	53	61	65	50	49	43	48	44	65	53	49	54	47	49	45	35	50	58	46	42	20
betterave	859	833	877	843	864	913	831	788	858	693	892	732	767	771	787	833	767	763	485	771	763	763	763
pomme de terre	435	414	479	474	415	411	282	342	459	274	317	253	254	276	218	188	229	238	229	277	199	258	145
prairie naturelle	55	55	61	72	70	45	68	45	71	67	55	55	51	45	49	40	41	50	41	37	20	30	19

Tableau 25 : écart de rendements des principales cultures (qtx/ha) l'échelle régionale entre 2015 et 2050 (hors irrigation complémentaire)

	FR métro - France métropolitaine	11 - Région Île-de- France	21 - Région Champaane-	22 - Région Picardie	23 - Région Haute-Normandie	24 - Région Centre	25 - Région Basse-Normandie	26 - Région Bourgogne	31 - Région Nord- Pas-de-Calais	41 - Région Lorraine	42 - Région Alsace	43 - Région Franche-Comté	52 - Région Pays de la Loire	53 - Région Bretagne	54 - Région Poitou-Charentes	72 - Région Aquitaine	73 - Région Midi- Pyrénées	74 - Région Limousin	82 - Région Rhône-Alpes	83 - Région Auvergne	91 - Région Languedoc-	93 - Région PACA	94 - Région Corse
blé tendre	4%	4%	4%	5%	3%	3%	2%	-6%	4%	2%	0%	1%	-4%	-2%	-1%	-9%	-8%	-8%	-4%	-8%	- 14%	-12%	- 16%
blé dur	1%	0%	- 1%	2%	- 1%	1%	- 2%	-7%	0%	3%	-3%	-1%	-3%	-4%	-1%	-4%	-4%	-6%	-6%	-6%	-7%	-7%	- 11%
orge	4%	2%	5%	4%	3%	3%	0%	-8%	5%	1%	-2%	3%	-6%	-3%	-2%	- 10%	-7%	- 10%	-5%	-7%	- 17%	-14%	- 18%
triticale	4%	2%	2%	4%	2%	3%	- 1%	-7%	5%	3%	-6%	1%	-5%	-3%	-2%	-7%	-8%	-8%	-4%	-7%	- 17%	-14%	- 16%
avoine	3%	4%	4%	2%	1%	3%	1%	-9%	3%	0%	-2%	0%	-5%	-2%	-3%	-6%	-5%	-7%	-6%	-8%	- 16%	-12%	- 22%
seigle	4%	4%	3%	3%	3%	1%	- 1%	-6%	1%	3%	-2%	2%	-6%	-3%	0%	-7%	-5%	-8%	-4%	-6%	- 16%	-10%	-8%
maïs grain	4%	4%	9%	10 %	5%	5%	3%	- 15%	- 1%	1%	- 12%	- 14%	- 11%	- 10%	- 12%	- 24%	- 24%	- 17%	- 22%	- 10%	- 24%	-28%	- 25%
maïs fourrage	4%	6%	6%	9%	5%	-6%	3%	- 14%	0%	0%	- 13%	- 13%	- 14%	- 11%	- 17%	- 28%	- 30%	- 10%	- 24%	-7%	- 25%	-51%	- 23%
colza	- 2%	-2%	0%	-2%	- 2%	-3%	- 3%	19%	- 2%	20%	21%	18%	-6%	-9%	-5%	- 18%	- 14%	- 14%	-7%	-4%	- 23%	-19%	- 14%
tournesol	2%	0%	1%	2%	- 1%	0%	0%	-9%	- 3%	-3%	- 10%	-8%	-7%	-7%	-5%	- 10%	- 12%	-5%	- 14%	-4%	- 14%	-20%	- 12%
pois	1%	-6%	- 4%	-4%	0%	-1%	- 9%	-9%	- 1%	-5%	- 11%	-6%	- 11%	-5%	-4%	- 16%	- 20%	-7%	- 29%	-4%	- 23%	-44%	- 22%
féverole	1%	-6%	- 4%	-4%	0%	-1%	- 9%	-9%	- 1%	-5%	- 11%	-6%	- 11%	-5%	-4%	- 16%	- 20%	-7%	- 29%	-4%	- 23%	-44%	- 22%
soja	5%	2%	6%	8%	4%	0%	- 3%	- 13%	- 5%	4%	- 13%	- 12%	- 16%	-9%	- 11%	- 24%	- 26%	-9%	- 24%	- 12%	- 31%	-28%	- 23%
Sorgho	4%	- 20%	4%	8%	8%	0%	- 2%	- 14%	- 4%	-6%	- 13%	- 12%	- 11%	- 15%	- 10%	- 18%	- 20%	- 11%	- 20%	-8%	- 18%	-19%	- 13%
betterave	4%	3%	2%	4%	5%	5%	4%	4%	4%	-3%	5%	4%	2%	1%	4%	1%	2%	1%	-5%	-5%	1%	1%	1%
pomme de terre	1%	-3%	- 1%	3%	1%	- 10%	0%	-6%	2%	- 18%	- 14%	- 10%	-8%	-6%	-2%	- 34%	- 12%	- 10%	-6%	-8%	- 13%	-11%	- 25%
prairie naturelle	1%	-4%	2%	-1%	- 2%	-1%	- 3%	- 14%	1%	1%	-6%	3%	- 11%	- 12%	- 11%	- 19%	- 12%	- 11%	- 12%	- 11%	- 25%	-23%	- 28%

4.8.5 Les rendements de 2050 avec irrigation supplémentaire

La notion d'irrigation supplémentaire correspond à la quantité d'eau qu'il faudrait ajouter pour compenser tout ou partie des effets négatifs du climat de 2050 ; effets négatifs uniquement liés au déficit hydrique. Un apport d'eau supplémentaire ne corrigera pas les effets du froid, du chaud ou bien évidemment des excès d'eau. D'autre part, dans certaines situations, où le déficit hydrique est la cause majeure de la réduction des rendements (ex. : maïs grain dans le Sud de la France) un apport d'eau supplémentaire ne peut pas « rattraper » la totalité de la perte.

D'autre part, il n'est pas envisageable que 100% de la SAU soit équipée pour pouvoir irriguer ; ni que les ressources naturelles puissent fournir des quantités d'eau supplémentaires. A l'exception du bassin du Rhône, les ressources naturelles disponibles pour l'irrigation (eau superficielle ou eau souterraine) devraient nettement diminuer. L'étude Explore2070 présente des résultats alarmants sur :

- La baisse des débits des principaux fleuves (notamment la Seine, la Garonne et la Loire)
- La baisse générale du niveau de recharge des nappes (30% en moyenne et jusqu'à 60%)

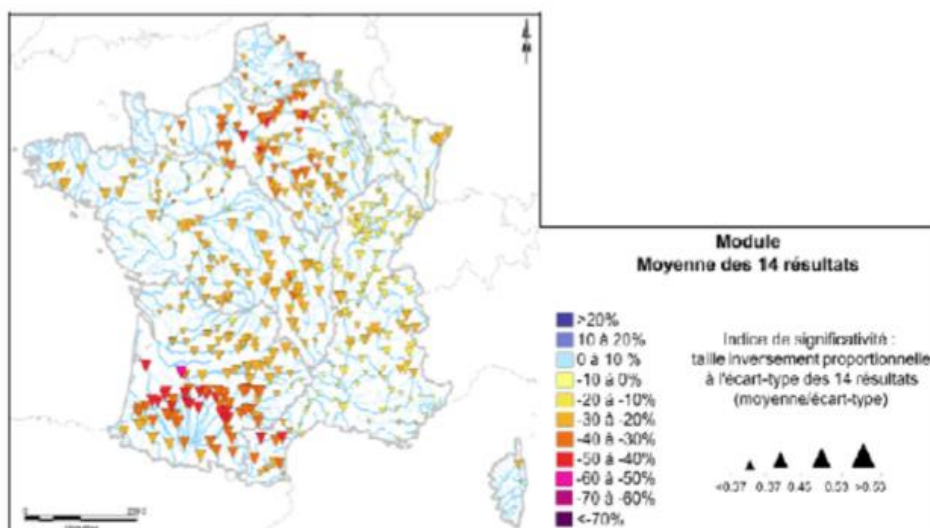


Figure 26 : évolution relative possible (en %) des débits moyen annuel entre 1961-90 et 2046-65 – résultats moyens établis sur 14 simulations (2 modèles hydrologiques et 7 modèles climatiques)
Source : Explore 2070

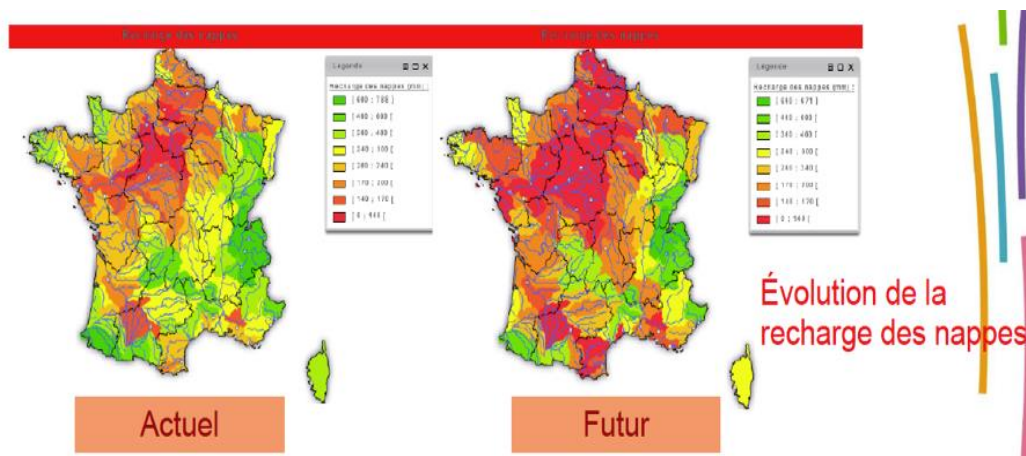


Figure 27 : évolution de la recharge des nappes - Source : Explore 2070

Le calcul consiste donc (étape par étape) à :

- Identifier la fréquence des années présentant des incidents climatiques
- Identifier parmi les années présentant des incidents, la fréquence des déficits hydriques
- Calculer les gains de rendements possibles
- Calculer la lame d'eau nécessaire
- Dimensionner l'irrigation : définir la part des déficits que l'on veut combler et que l'on peut combler (en fonction des ressources disponibles et de taux d'équipement des surfaces)

Les résultats montrent que par exemple :

- Pour le cas du **blé tendre**, l'irrigation de la totalité de la surface permettrait :
 - D'améliorer les rendements de 2% dans le Centre et le Nord de la France en apportant 200 m³/ha (amélioration des rendements entre la situation 2050 sans irrigation et avec irrigation). Dans ces régions, le rendement du blé tendre progresse entre 2010 et 2050 même sans apports d'eau supplémentaire
 - D'améliorer les rendements de 5% dans le Sud de la France en apportant 400 m³/ha. Ces apports d'eau permettraient de « rattraper » la moitié des pertes de rendements
- Pour le cas du **maïs grain**, l'irrigation de la totalité de la surface permettrait :
 - D'améliorer les rendement de 2% à 6% dans le Centre et le Nord de la France en apportant 350 m³/ha. Dans ces régions, le rendement du maïs grain progresse entre 2010 et 2050 même sans apports d'eau supplémentaire
 - D'améliorer les rendement de 10% (amélioration des rendements entre la situation 2050 sans irrigation et avec irrigation) dans le Sud de la France en apportant 600 m³/ha. Pour ces régions, l'augmentation de l'irrigation ne suffirait pas à compenser les baisses de rendement entre 2010 et 2050 qui sont de l'ordre de 25% à 30% (hors irrigation complémentaire). Ces apports d'eau permettraient de « rattraper » le tiers des pertes de rendements.

Tableau 26 : paramètres du calcul de l'impact d'une irrigation supplémentaire sur le rendement du **blé tendre**

	Fréquence des incidents climat.	Part du déficit hydrique	Impact des incidents Climat sur le rdt	Rdt moyen Actuel	Rdt 2050 moyen ss irrigation	Rdt 2050 moyen avec irrigation	Gain Rdt avec irrigation	Lame d'eau nécessaire (m3/ha)
France métropolitaine	67%	31%	10%	72	75	76	2%	200
11 - Région Île-de-France	53%	25%	12%	80	84	85	2%	200
21 - Région Champagne-Ardenne	67%	25%	10%	79	82	84	2%	200
22 - Région Picardie	67%	28%	9%	85	88	90	2%	200
23 - Région Haute-Normandie	80%	28%	11%	84	86	88	3%	200
24 - Région Centre	67%	32%	13%	69	71	73	3%	200
25 - Région Basse-Normandie	40%	23%	13%	74	75	76	1%	200
26 - Région Bourgogne	40%	30%	15%	65	61	63	2%	300
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	67%	30%	11%	86	89	91	2%	200
41 - Région Lorraine	53%	30%	15%	67	69	70	3%	300
42 - Région Alsace	27%	29%	17%	72	72	73	1%	300
43 - Région Franche-Comté	80%	25%	14%	66	66	68	3%	300
52 - Région Pays de la Loire	67%	40%	14%	67	65	67	4%	300
53 - Région Bretagne	40%	30%	13%	71	69	70	2%	300
54 - Région Poitou-Charentes	67%	40%	13%	64	64	66	4%	400
72 - Région Aquitaine	80%	40%	15%	56	51	54	5%	300
73 - Région Midi-Pyrénées	67%	37%	16%	54	49	52	5%	400
74 - Région Limousin	40%	30%	19%	52	48	49	2%	400
82 - Région Rhône-Alpes	53%	25%	12%	59	57	58	2%	400
83 - Région Auvergne	53%	29%	19%	60	55	57	3%	400
91 - Région Languedoc-Roussillon	53%	45%	20%	42	36	38	5%	500
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	40%	45%	18%	38	33	35	3%	500
94 - Région Corse	40%	45%	37%	31	26	28	8%	500

Tableau 27 : paramètres du calcul de l'impact d'une irrigation supplémentaire sur le rendement du maïs grain

	Fréquence des incidents climat.	Part du déficit hydrique	Impact des incidents climatiques sur le rdt	Rdt moyen Actuel	Rdt 2050 moyen ss irrigation	Rdt 2050 moyen avec irrigation	Gain Rdt avec irrigation	Lame d'eau nécessaire (m3/ha)
France métropolitaine	53%	31%	12%	90	94	97	3%	300
11 - Région Île-de-France	53%	25%	15%	96	99	102	3%	300
21 - Région Champagne-Ardenne	40%	25%	18%	88	96	98	2%	300
22 - Région Picardie	67%	28%	8%	93	102	104	2%	300
23 - Région Haute-Normandie	53%	28%	8%	86	91	92	2%	300
24 - Région Centre	40%	32%	10%	94	99	100	2%	300
25 - Région Basse-Normandie	53%	23%	8%	86	88	89	1%	300
26 - Région Bourgogne	53%	30%	26%	88	75	79	6%	450
31 - Région Nord-Pas-de-Calais	67%	30%	12%	96	94	97	3%	300
41 - Région Lorraine	53%	30%	21%	81	82	86	4%	450
42 - Région Alsace	53%	29%	16%	105	92	95	3%	450
43 - Région Franche-Comté	40%	25%	29%	87	75	78	4%	450
52 - Région Pays de la Loire	53%	40%	13%	86	77	79	3%	450
53 - Région Bretagne	40%	30%	13%	82	73	75	2%	450
54 - Région Poitou-Charentes	53%	40%	16%	89	78	82	4%	600
72 - Région Aquitaine	53%	40%	28%	89	68	73	8%	450
73 - Région Midi-Pyrénées	53%	37%	30%	90	68	73	8%	600
74 - Région Limousin	80%	30%	29%	76	63	70	11%	600
82 - Région Rhône-Alpes	27%	25%	42%	95	74	77	4%	600
83 - Région Auvergne	53%	29%	25%	89	80	84	5%	600
91 - Région Languedoc-Roussillon	40%	45%	30%	83	63	67	7%	750
93 - Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	67%	45%	32%	102	73	82	13%	750
94 - Région Corse	27%	45%	52%	93	69	75	8%	750

La consommation d'eau pour l'irrigation en 2010 était de l'ordre de 2,5 milliards de m3 (hors système Crau) dont près de la moitié pour le maïs, et 40% pour le seul maïs grain. Le bassin Adour-Garonne regroupe plus de 40% des surfaces irriguées en France en 2010. Sur les 530 000 ha irrigués sur le bassin Adour-Garonne, 73% sont des surfaces de maïs grain ou de maïs fourrages. A lui seul, le maïs consomme près de 800 millions de m3 soit près du quart de la consommation nationale (ou près du tiers si on ne tient pas compte des surfaces de prairie naturelles du système Crau). En 2010, près de 80% des consommations d'eau pour l'irrigation se fait en été (soit 2,0 milliards de m3). Et sur ces consommations estivales 75% sont destinées au maïs grain.

Etant donnée la très faible disponibilité additionnelle d'eau pour l'irrigation dans le futur proche, nous avons pris le parti au niveau national :

- De ne pas augmenter les volumes d'eau utilisés pour l'agriculture
- De réduire les consommations en été dans le Sud de la France
- De privilégier les cultures dont la destination est l'alimentation humaine (protéagineux graines et légumes)
- De privilégier les irrigations d'automne ou de printemps (sur colza et blé par exemple)

Au final, en 2050 :

- La surface irriguée augmente d'un tiers, passant de 1,5 millions d'hectares à **2,0 millions d'hectares**
- Les volumes utilisés totaux sont similaires : **2,5 milliards de m3** (sans compter les prairies naturelles et la vigne)
- La surface de maïs grain est :
 - réduite de 40% au niveau national (réduction des besoins, y compris l'exportation)
 - réduite de 50% dans le Sud-Ouest de la France, et la part de maïs irriguée passe de 80% à 50%.
- **Les prélèvements estivaux sont réduits de moitié et le maïs ne représente plus que 30% de ces prélèvements. Les autres consommations estivales se concentrent sur les fruits, le maraîchage et le soja.**

Tableau 28 : évolution des surfaces irriguées entre 2010 et 2050

Culture	Surfaces irriguée en 2010 ha	Surfaces irriguée en 2050 ha	Part de SAU de la culture irriguée en 2050
blé tendre	14 911	101 793	2%
blé dur	19 154	37 240	7%
maïs grain	796 163	141 564	14%
colza	-	28 397	2%
orge (hiver, printemps, brasserie)	46 157	58 901	5%
pois (hiver, printemps)	68 738	564 979	42%
betterave sucrière	126 825	174 768	45%
maïs ensilage	104 961	71 708	15%
tournesol	13 034	22 218	3%
soja	16 208	58 632	55%
pomme de terre	30 916	52 726	35%
PT Luzerne	6 581	39 626	4%
pomme	44 032	70 709	95%
Maraîchage et horticulture	128 000	263 224	50%

Les augmentations de rendements (pour le calcul du rendement de référence en agriculture conventionnelle en 2050) sont proportionnelles à la part de surface irriguée et ne varie que de quelques pourcents par rapport à la situation non irriguée. Les rendements de référence ainsi calculé serviront de base pour le calcul des rendements en agriculture biologique (réduction de 50% à 35% selon les cultures) et en productions intégrées (réduction de 5% à 15%).

4.9 La méthanisation, biogaz et agronomie

4.9.1 Un outil agronomique performant

La méthanisation constitue un moyen efficace d'optimiser la valeur agronomique des « engrais de ferme » dans la mesure où elle assure la minéralisation de l'azote contenu dans les matières organiques, particulièrement pour le fumier. La décomposition des matières azotées en absence d'oxygène aboutit à la formation d'un composé azoté sous forme réduite, l'ammoniac. Cet azote minéral est immédiatement assimilable par les plantes : le Coefficient Equivalent Engrais d'un digestat de lisiers et fumiers en mélange est très proche de celui de la fraction liquide d'un lisier porcin, ce qui lui confère une fonction agronomique proche de celle d'un engrais. Avec une séparation de phase, pratiquée couramment sur les unités de méthanisation, on récupère une fraction solide d'une part et une fraction liquide d'autre part. La première joue un rôle d'amendement organique de fond, elle contient la matière organique, l'azote organique, le phosphore et le potassium non solubles et biodisponibles sur le long terme. La fraction liquide contient peu de phosphore, la majorité du potassium, et surtout de l'azote sous forme ammoniacale. Comme elle est moins riche en matières sèches, elle s'infiltre plus facilement dans le sol.

4.9.2 Cultures intermédiaires et énergie

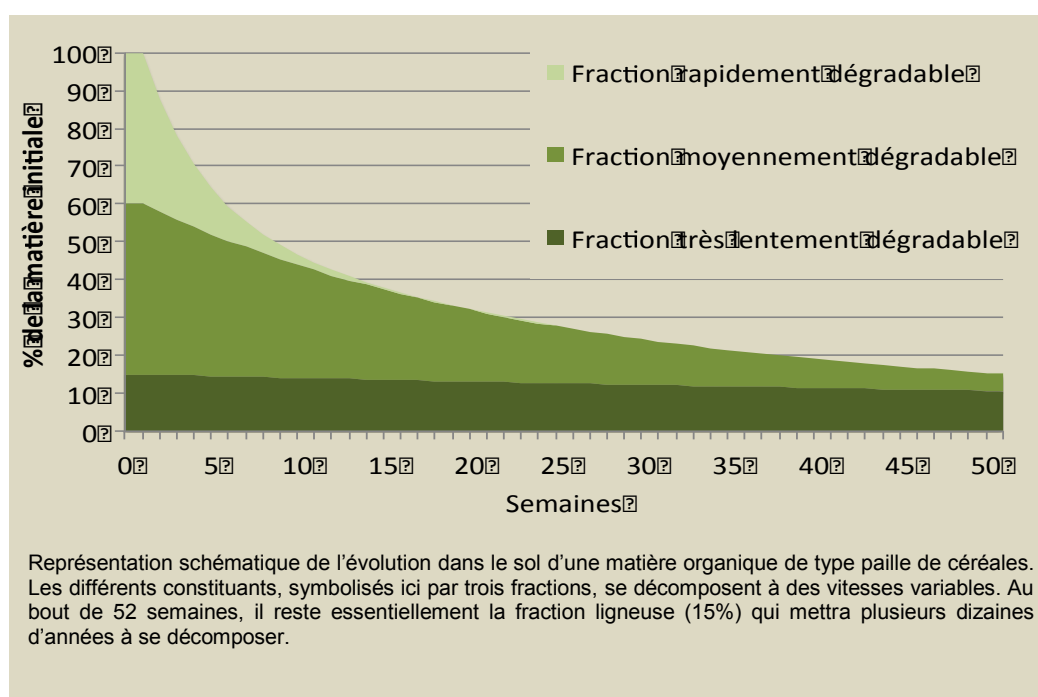
L'introduction de cultures dérobées (Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique ou CIVE) dans les digesteurs agricoles permet d'associer la fonction « engrais verts » à la fonction énergie. La fonction « engrais vert » passe par le cycle de piégeage des reliquats d'azote puis destruction et restitution à la culture suivante par minéralisation. Or cette minéralisation s'effectue de manière aléatoire en fonction de la météorologie, des sols, des cultures, des pratiques. En outre, comme pour les résidus de culture, on peut constater des phénomènes de « faim d'azote », la décomposition des matières organiques mobilise de l'azote au détriment des cultures. En méthanisant ces CIVE, la minéralisation se déroule de manière contrôlée, et l'azote minéral est apporté aux plantes aux moments clé de leur croissance. Le fait de disposer de digestat stocké permet de conserver l'azote minéral et d'effectuer le dernier apport d'azote sous une *forme* minérale mais *d'origine* organique.

4.9.3 Paille et menue paille

L'utilisation de la paille en méthanisation est parfaitement envisageable. Il faut dans ce cas raisonner le bilan carbone globalement, en fonction du contexte pédoclimatique. Certains sols supportent mal l'exportation de matière organique, d'autres tolèrent des prélèvements réguliers, une année sur 3, voire une année sur 2, à condition de restituer le digestat. Il s'agit bien ici de prélèvements avec restitution de 60% de la matière organique prélevée (la partie non décomposée par la méthanisation), c'est-à-dire d'une exportation nette de 40% du carbone et non de la totalité, le carbone stable étant intégralement restitué. Les menues pailles offrent un intérêt particulier, puisque celles-ci contiennent des graines d'adventices dont la méthanisation réduit le pouvoir germinatif. Cette propriété est particulièrement intéressante en agriculture biologique puisqu'elle diminue les contraintes de désherbage, mais aussi dans les autres formes d'agriculture, y compris en agriculture de conservation, puisqu'elle contribue à diminuer la pression phytosanitaire. La méthanisation des résidus de culture, en alternative à l'enfouissement, contribue également à lutter contre la propagation des maladies mycotoxiques et favorise la levée des cultures dérobées.

4.9.4 Equilibrer le bilan carbone des sols

Le « bilan humique » de la méthanisation est équivalent à celui d'un épandage direct. Le consortium de microorganismes présents dans les digesteurs ne décompose pas la lignine, principal facteur de formation de l'humus. Les actinomycètes, les bactéries capables de décomposer la lignine, sont aérobies : ce sont elles qui assurent la phase de maturation lorsque l'on composte. Ces phénomènes se déroulent à des températures inférieures à 40°C, après la première phase du compostage, appelée décomposition thermophile. Le digestat, une fois épandu, évoluera lui aussi naturellement vers des formes humifiées grâce à l'action des actinomycètes présents dans le sol. La production d'humus in fine est équivalente entre les matières brutes introduites en méthanisation, et les matières digérées : la méthanisation conserve le potentiel humique des matières organiques. La quantité de matière transformée en biogaz correspond au carbone lit « labile », ou biodégradable. Elle représente autant d'énergie qui ne sera pas restituée aux agrosystèmes. Cette énergie contenue dans la matière organique se présente sous forme chimique : ce sont les énergies de liaison entre atomes de carbone et atomes d'hydrogène. Ce carbone labile est d'une haute importance pour maintenir une activité biologique des sols intense. Le digestat de ce point de vue peut se comparer à un fumier de quelques mois : on a constaté qu'un fumier âgé a en effet perdu son potentiel méthanogène. Pour assurer un retour aux sol de carbone organique labile, seulement une faible partie des matières organiques « fraîches » seront utilisées pour des projets de méthanisation (30% des pailles et 33% des cultures intermédiaires). En ce qui concerne les fumiers et les lisiers, une très grande proportion est méthanisée (ce qui change peu le taux de retour de MO fraîche au sol).



4.9.5 Du « fumier végétal » pour les agrosystèmes sans élevage autonome en azote

La diminution de la consommation d'engrais azotés et l'amélioration de l'autonomie des exploitations agricoles qui en découlent, et de leur résilience, nécessite soit de diminuer la valeur protéinique des productions végétales, soit de diminuer les pertes, soit de substituer l'azote de synthèse par la fixation symbiotique. Cette dernière voie consiste à **planter des légumineuses dans les rotations**, avec pour corollaire le fait de disposer de débouchés

pour ces cultures. Ajouter des animaux n'est pas une solution puisque dans ce cas on augmente les exportations d'azote (dans les protéines des productions animales) ce qui nécessite d'autant plus de production d'azote symbiotique (les élevages ne « produisent » pas de matières azotées, ils ne font que transformer les aliments végétaux). Pour conserver l'azote sur l'exploitation sans devoir trop augmenter les surfaces de légumineuses, il faut trouver des voies qui permettent d'utiliser la valeur de ces plantes en restituant l'intégralité de l'azote, et c'est bien le cas de la production d'énergie par méthanisation. Aussi l'insertion de légumineuses dans les rotations, au titre de cultures "principales", relève de la même fonction que les cultures dites intermédiaires ou dérobées, avec comme atout supplémentaire d'offrir des rendements plus stables que les cultures intermédiaires.

En grandes cultures, dans les régions où l'élevage est devenu marginal, la méthanisation des couverts et des résidus de culture, voire de cultures de légumineuses, permet donc de produire l'équivalent d'un fumier à partir de végétaux uniquement. Le méthaniseur agissant en effet comme un système digestif de ruminant, le digestat issu de matières végétales, pailles comprises, possède les propriétés agronomiques et fertilisantes d'un fumier. Les seules fournitures primaires d'azote dans l'agrosystème proviennent des engrais de synthèse et de la fixation symbiotique. Tous les autres flux d'azote – provenant des déjections d'élevage, des résidus de culture – ne sont que des modes de recirculation.

La méthanisation est un moyen de stocker les engrais verts sans perte de leur valeur azotée. Ce **"fumier végétal"** présente des caractéristiques similaires à celles des engrais de ferme traditionnel, **il représente l'une des rares voies totalement autonome (sans recours à des apports extérieurs) de fourniture d'azote assimilable dans les systèmes sans élevage.**

4.9.6 Un outil de développement agricole et rural : démocratiser la méthanisation en jouant collectif

Une unité de méthanisation nécessite des investissements très conséquents, et les effets d'échelle sont substantiels. Dans leur grande majorité, les installations en fonctionnement en France dépassent une puissance de 100 kW électrique, et le développement de la méthanisation « à la ferme » se situe plutôt dans la gamme de 150 à 250 kW électrique. Pour pouvoir alimenter une unité de 100 kW, il faut disposer de fumier produit par 300 vaches. Un agriculteur qui se lance dans un tel projet doit donc posséder un troupeau important, ou chercher des sous-produits méthanogènes, dont il sera alors dépendant. En outre, la production d'énergie dépasse de loin les besoins en chaleur sur une ferme, et même sur le village alentours. L'absence de débouchés thermiques constitue un vrai handicap : même si des exutoires tels que par exemple le séchage de fourrages ou de plaquettes de bois sont possibles, ils sont néanmoins loin de consommer toute l'énergie disponible, en général. Le séchage du digestat doit rester une solution exceptionnelle car elle est couteuse et énergivore, si l'on veut éviter de perdre l'azote au cours de séchage.

Une autre approche consiste à **bâtir des projets collectifs**, qui permettent alors à tout agriculteur d'avoir accès à une unité de méthanisation, quelles que soient la taille et l'orientation technico-économique de son exploitation. Il existe des collectifs importants, de plus d'une centaine d'agriculteurs, et des très petits, à moins d'une dizaine. Il n'existe pas de forme – ni de taille – idéale, chaque projet s'inscrit dans un contexte agricole et culturel particulier. Les revenus stables tirés de la méthanisation offrent une sécurité que ne permettent plus aujourd'hui les prix agricoles. Ils peuvent contribuer à freiner la tendance à l'agrandissement. Pour cela, il est nécessaire de ne pas pénaliser le choix du collectif. Paradoxalement, ce sont les unités de taille importante, parce que collectives, qui sont les plus à même de favoriser les petites exploitations, tandis que les unités de « petite » taille s'adressent aujourd'hui plutôt aux gros élevages. En moyenne, la puissance électrique des unités collectives, divisée par le nombre d'agriculteurs, est 3 à 5 fois inférieure à celle que l'on trouve sur les projets individuels.

PARTIE 2

Les résultats de la Région Centre-Val-de-Loire

1 Déroulement des travaux et organisation des débats

1.1 Déroulement des travaux

Le premier CRS s'est tenu le 16 décembre 2013. Un groupe de travail régional a été constitué et réuni pour la première fois le 18 mars 2014 pour établir ses règles d'organisation, de fonctionnement et de participation.

La première réunion plénière régionale (RPR-1) s'est tenue le 27 mai 2014 avec la présentation globale de la démarche prospective Afterres2050, la présentation de premiers éléments régionaux au vu des enjeux et de l'état des lieux de l'agriculture et de la forêt régionale.

Le deuxième CRS portant sur la synthèse des travaux effectués et les prochaines étapes du projet (RPR-2, RPR-3, Ateliers thématiques) a eu lieu le 11 septembre 2014.

Les ateliers thématiques sur l'évolution des unités agricoles en 2050 ont été organisés sur deux demi-journées les 18 novembre et 15 décembre 2014.

La deuxième réunion plénière régionale (RPR-2) s'est tenue le 16 janvier 2015, elle a permis de présenter une version avancée de la prospective régionale (occupation du territoire, productions et résultats environnementaux) et de faire un focus sur les questions énergétiques.

Le dernier CRS a eu lieu le 22 avril 2015 et a permis de valider les thèmes des ateliers thématiques restants et de préparer la dernière réunion plénière et la réunion inter-régionale de restitution du projet Afterres2.

Des ateliers thématiques se sont tenus entre le CRS-3 et la RPR-3 portant sur :

- La forêt et le bois (atelier commun à toutes les régions) le 12 mai 2015 ;
- Des scénarios alternatifs le 26 mai 2015.

La dernière réunion plénière (RPR-3) s'est tenue le 15 juin 2015, elle a permis de présenter la version finale du scénario régional Afterres2050 et les 2 scénarios alternatifs. Cette RPR s'est terminée par un atelier autour de la transition.

En parallèle de ces travaux menés avec les acteurs régionaux, Solagro a mené un travail d'approfondissement à l'échelle régionale sur le changement climatique, la question de la ressource en eau et les impacts potentiels sur le secteur agricole.

1.2 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050-Centre »

Suivant une méthode bien précise (PATmiroir®), les animateurs ont, lors d'une journée de réunion, fait exprimer les membres du GTR sur leurs peurs, leurs attraits et leurs tentations par rapport au projet de régionalisation du scénario Afterres2050. Il en est ressorti un ensemble de règles de fonctionnement (éditées par les participants eux-mêmes) assurant un bon fonctionnement du groupe et la réussite du projet.

Les 6 axes de réussite identifiés par le groupe de travail sont les suivants :

- Se donner des perspectives d'avenir ;
- Partager une méthodologie ;
- Favoriser et valoriser la diversité des participants ;
- Fidéliser les membres du groupe de travail ;
- Valoriser et diffuser les résultats de la régionalisation ;
- Envisager la transition.

2 L'agriculture régionale aujourd'hui

2.1 Les chiffres clés

L'agriculture régionale c'est :

- Une SAU de 2,3 millions d'hectares dont :
 - 670 000 ha de blé tendre (soit 29% de la SAU) dont 10% irrigués,
 - 330 000 ha de colza,
 - 250 000 ha d'orge dont 15% irrigués,
 - 125 000 ha de maïs dont 60% irrigués,
 - 100 000 ha de blé dur dont 40% irrigués,
 - 27 500 ha de betterave,
 - 15 000 ha de maraîchage,
 - 495 000 ha de prairies (dont 315 000 de STH) ;
- Des élevages :
 - bovins viande (200 000 mères),
 - bovins lait (70 000 mères),
 - Caprins (150 000 mères) ;
- 25 000 exploitations (-24% en 10 ans) dont :
 - 14 000 en grandes cultures
 - 4 300 éleveurs de bovins viande,
 - 1 400 éleveurs de bovins lait.

1,3% de la SAU est couverte par l'agriculture biologique.

10% des exploitations vendent tout ou partie de leurs productions en circuits courts.

320 000 ha sont irrigués (1^{ère} région française en surface) et 70% des consommations (250 millions de m³/an) sont à destination des céréales.

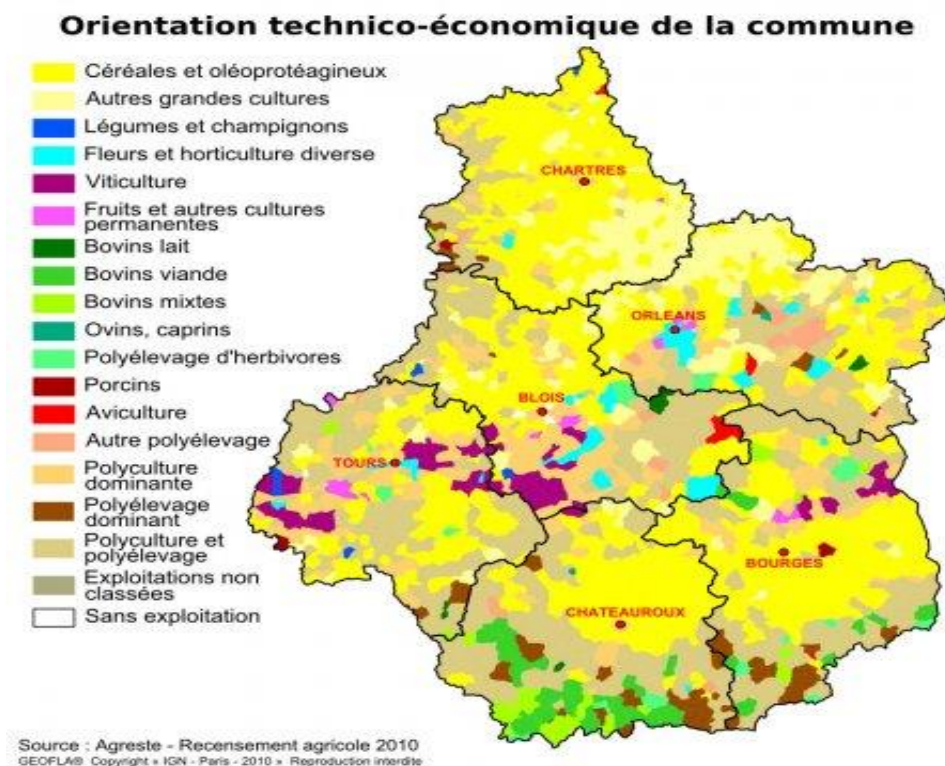


Figure 28 : les OTEX de la région en 2010

2.2 Les paysages agricoles régionaux



Plaine céréalière / Beauce



Plaine céréalière / Beauce



Sologne – élevage ovins



Vin de Loire



PNR du Perche



Elevage allaitant - charolais

2.3 Les sols de la région

Les sols argilo-calcaire (sols brun calcaires – 25 à 35 % d'argile) avec un potentiel agronomique élevé (peu ou pas de pente, fertilité chimique élevée, risque de battance faible, situation hydromorphique saine). Les deux principales contraintes de ces sols sont une réserve utile faible et un taux de matière organique moyen à faible (en diminution sur les 15 dernières années)

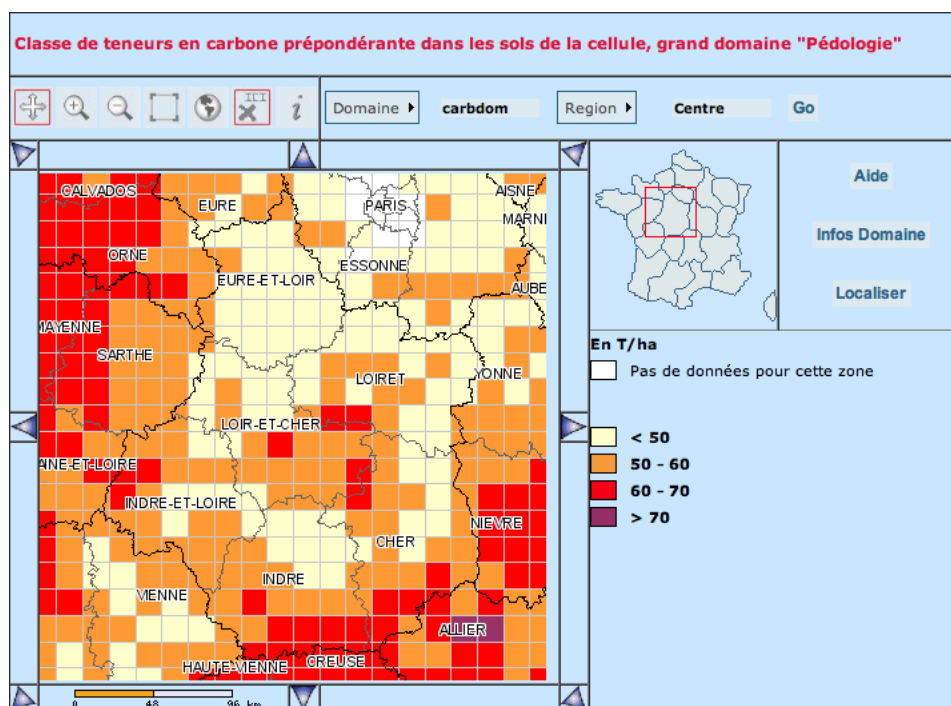


Figure 29 : Classe des teneurs en carbone des sols, en t/ha (Source : GIS-SOL/BDAT)

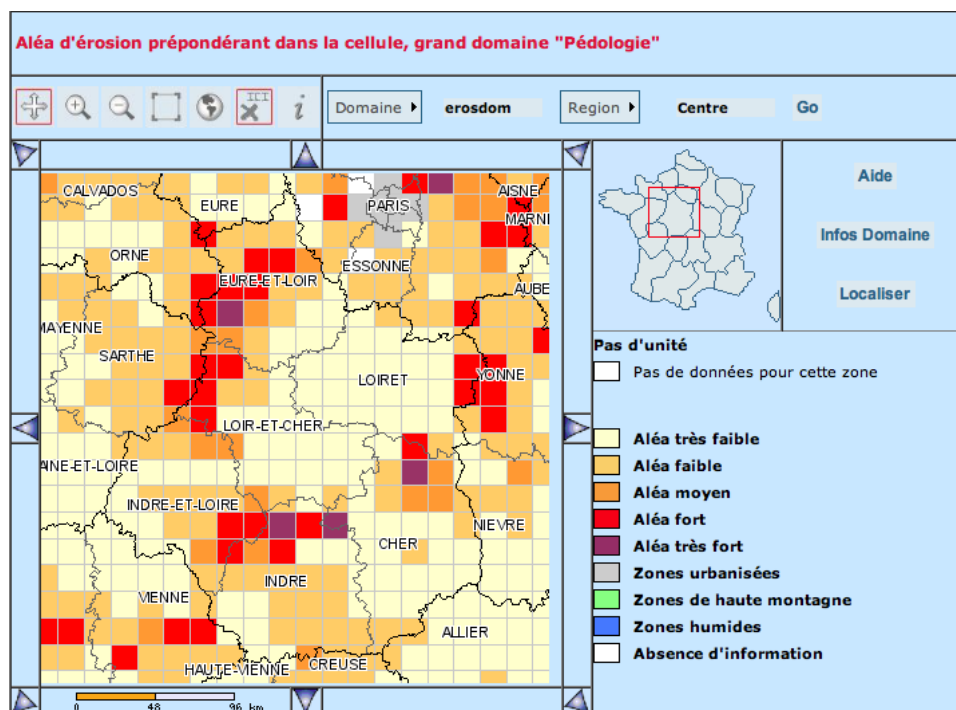


Figure 30 : Aléa érosion (Source : GIS-SOL/BDAT)

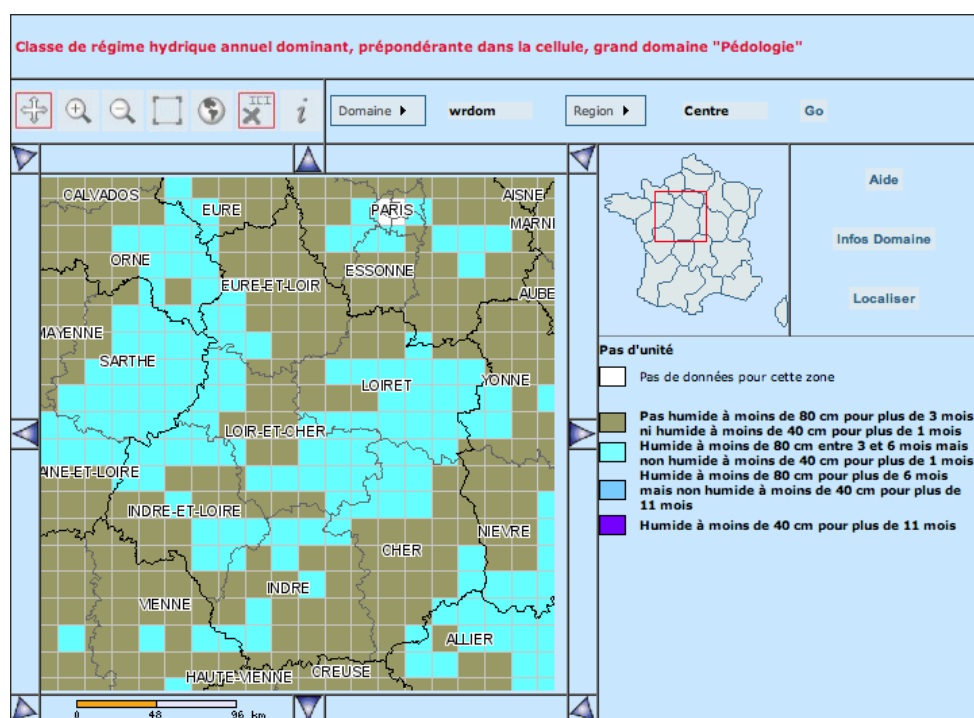


Figure 31 : Classe de régime hydrique annuel dominant (Source : GIS-SOL/BDAT)

2.4 Synthèse de l'analyse AFOM du groupe de travail régional

2.4.1 Les atouts

Trois atouts s'imposent de manière consensuelle. Ils concernent :

- le potentiel agronomique régional,
- la diversité agricole et territoriale,
- la présence d'une agriculture qualitative.

D'autres atouts sont identifiés de façon moins prégnante :

- la formation des agriculteurs, la diversité de leurs savoir-faire, l'encadrement de la profession,
- l'importante superficie des terrains disponibles pour les activités agricoles dans une région en pleine restructuration où les terres vont changer de mains,
- la présence de la filière sylvicole,
- la présence de bassins de consommation proches de la région Centre (région parisienne, grandes agglomérations),
- la présence des producteurs régionaux à l'export (blé notamment),
- la présence de coopératives puissantes,
- la bonne santé économique des exploitations agricoles,
- le développement des circuits courts du fait de la proximité des centres de consommation et de l'attente de filières courtes exprimée par les consommateurs.

2.4.2 Les faiblesses

Trois faiblesses majeures ont été identifiées :

- L'hyperspécialisation de l'agriculture régionale ;
- La dépendance de l'agriculture régionale aux intrants et aux aides économiques ;
- Une sociologie agricole qui constitue un frein aux évolutions.

D'autres faiblesses sont identifiées de façon moins prégnante :

- le faible développement de l'agriculture biologique (nombre insuffisant d'agriculteurs pour impulser une démarche de masse pour la conversion au « bio »),
- le manque d'unités de transformation locales ayant pour conséquences une agriculture régionale non orientée vers la demande régionale et une transformation extra territoriale des productions agricoles,
- les déficits pluviométriques qui, conjugués à une augmentation des consommations en eau depuis 10 ans, font peser des risques sur les ressources en eau,
- l'urbanisation du territoire,
- l'absence de stratégie de valorisation énergétique de la biomasse,
- un élevage en régression.

2.4.3 Les opportunités

Les réflexions menées convergent pour associer 3 opportunités à l'agriculture régionale. La première concerne la diversification agricole. Sont en particulier évoqués :

- le développement de projets locaux de méthanisation,
- les gisements éoliens et biogaz susceptibles de constituer des ressources complémentaires pour les agriculteurs,
- le développement de nouvelles productions et voies de valorisation (fibres textiles, bois énergie, chimie verte, agro matériaux),
- les formations en développement et diversification,
- la création de valeur ajoutée et d'emplois.

La seconde opportunité faisant l'unanimité est l'essor de la filière du fait de :

- l'importance de la surface boisée,
- le développement du marché du bois,
- l'image positive du matériau bois.

La troisième opportunité partagée est celle du rapprochement des acteurs des territoires ruraux. Elle se décline en :

- l'ouverture du monde agricole pour travailler en partenariat avec d'autres acteurs,
- le rapprochement des populations rurales et urbaines,
- la prise de conscience citoyenne (citadins, élus et aménageurs) des enjeux en lien avec l'agriculture.

2.4.4 Les menaces

Trois menaces sont conjointement identifiées par chacun des 3 groupes :

- le changement climatique,
- la dépendance aux aides de la PAC,
- les investissements privés.

Le changement climatique est unanimement perçu comme une menace en raison :

- des aléas de récolte,
- des déficits en eau,
- de la réduction de biodiversité.

S'agissant de la dépendance aux aides de la PAC, la menace est justifiée au travers des arguments suivants :

- la vulnérabilité de l'agriculture à la baisse des soutiens,
- la difficulté à orienter les aides PAC vers le « bio »,
- dans le registre des subventions publiques, des participants signalent comme une menace la faiblesse des dispositifs ciblés vers la filière sylvicole.

Concernant les investissements privés, la menace peut être décrite à partir des éléments suivants :

- le risque d'appropriation des terres par des grands groupes, notamment privés,
- l'investissement par les groupes agro-alimentaires qui orientent des productions et limitent les marges de manœuvre,
- la financiarisation de l'agriculture,
- la spéculation sur les produits agricoles,
- la puissance des lobbies.

2.5 Regards croisés

Lors de la RPR-1, la prospective nationale et sa première déclinaison régionale ont été présentées aux membres du GTR. Cette première déclinaison était une transposition homothétique des hypothèses et des résultats de l'approche nationale. Cette approche purement descendante a permis de donner une idée du travail à réaliser pour obtenir une vision ajustée du projet de régionalisation.

Sur la base de ces données, les membres du GTR ont eu l'occasion de donner leurs avis sur la prospective nationale et sa régionalisation : points forts, points faibles et points à approfondir. Le tableau ci-dessous détaille ces trois points.

Tableau 29 : Les premiers avis du GTR sur le projet de régionalisation

Les points faibles	Les points forts
Un scénario : • Déconnecté des autres secteurs (ex. : GES transports) • Qui privilégie les granivores par rapport aux bovins viandes • Qui prend peu en compte des évolutions techniques • Qui dépend de facteurs externes • Complexe : quelle cohérence entre approche régionale et nationale ?	• Un scénario qui lie agriculture et alimentation • Un scénario bas carbone • La prise en compte des légumes dans l'assiette
Les points à approfondir	
• Le devenir des systèmes d'élevage • La faisabilité « technique-économique-emploi » à l'échelle des fermes • Le cycle de l'azote et l'agriculture biologique • Les impacts du changement climatique (eau) sur les rendements et sur la forêt • Comment renforcer la sécurité alimentaire ? • L'approche économique et sociale du scénario • Comparaison de plusieurs scénarios • Comment organiser la transition ?	

3 Le climat et les ressources en eau

3.1 Le climat et les usages de l'eau aujourd'hui

3.1.1 Le climat

Le climat de la région Centre est océanique tempéré, caractérisé par des normales climatiques moyennes, pour les précipitations comme pour les températures.

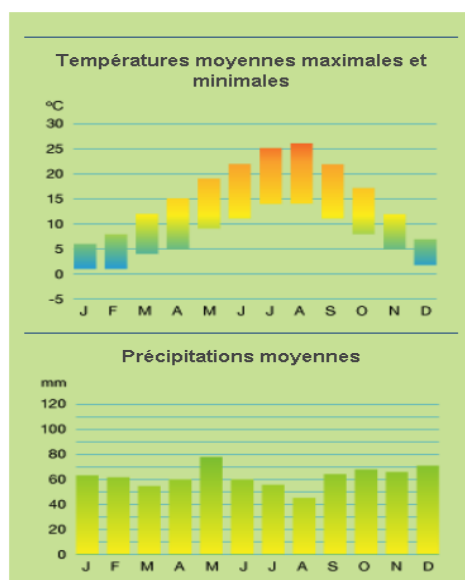


Figure 32 : Températures maximales et minimales et précipitations moyennes

Les pluies sont bien réparties sur l'année, mais elles sont inférieures à 760 mm sur les trois quarts du territoire. En ce qui concerne les hétérogénéités infrarégionales, à la limite entre le sud du Bassin Parisien et le nord du Massif Central, la répartition des précipitations est dépendante de la présence de relief et donc contrastée. A l'Ouest de la région, on observe un climat plus sec.

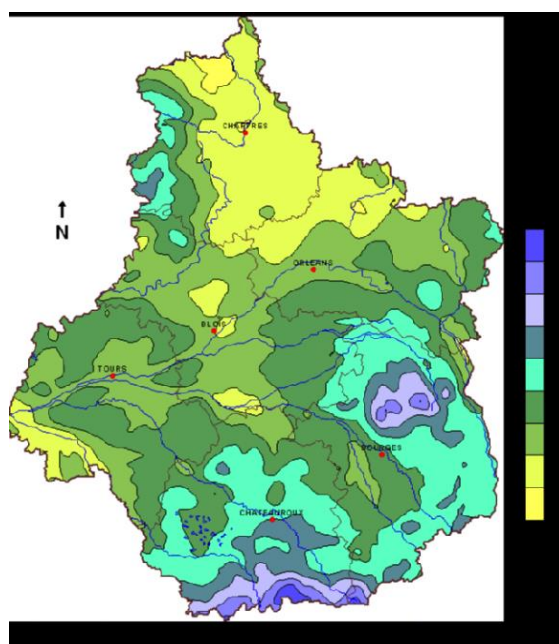


Figure 33 : Répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles en mm d'après la méthode AURELHY effectuée sur 187 postes pour la période 1971-2000 (source : ATMO Experts)

3.1.2 Les ressources et les usages de l'eau aujourd'hui

La **nappe de Beauce** a un rôle majeur en région Centre en tant que véritable réservoir d'eau pour les différents usages. Elle a une capacité de stockage estimée à 20 milliards de mètres cubes (dix-huit fois le volume du lac d'Annecy). En contribuant à l'alimentation naturelle des cours d'eau qui lui sont liés (apports d'environ 500 millions de m³/ an dans les cours d'eau suivants : Loire, Seine, Loing, Loir, Essonne, Conie...), elle joue un rôle régulateur très important. Elle permet aussi l'approvisionnement en eau potable pour un million d'habitants. Elle est libre au niveau des calcaires de Beauce (l'un des principaux réservoirs aquifères du Centre), et captive sur 15% de son étendue (est et sud du val d'Orléans et sous la forêt d'Orléans). La nappe de Beauce est réalimentée uniquement par les précipitations (hivernales surtout).

La **Loire** (280 km), ses affluents (le Cher, l'Indre, la Vienne, la Creuse, le Loir) et les autres cours d'eau de la région Centre constituent un réseau hydrographique de plus de 15 000 km. Les cours d'eau ont des régimes hydrologiques marqués par des différences notables, dues à la combinaison de la pluviométrie, du relief, de la nature des sols et de la taille du bassin versant du cours d'eau. On peut observer pour certains cours d'eau des étiages marqués et des débits pouvant être faibles, sur les petits bassins versants par exemple. D'autres cours d'eau peuvent présenter des débits nuls et des crues importantes au cours de la même année.

Ces variations handicapent la gestion quantitative de l'eau : d'une part, les prélèvements pendant la période d'étiage induisent une mauvaise qualité de l'eau ; d'autre part, plus de 250 000 habitants vivent en zone inondable (urbanisation à l'intérieur du lit majeur des cours d'eau).



Figure 34 : Principaux cours d'eau de la région Centre (Source : ecl.ac-orleans-tours.fr)

La région Centre compte **cinq zones de répartition des eaux** :

- deux de type bassin hydrographique :
 - le bassin des cours d'eau tributaires de la nappe de la Beauce (géré par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie),
 - le bassin du Cher ;
- trois de type système aquifère :
 - la nappe de Beauce,
 - la nappe du Cénomanien,
 - les nappes de l'Albien et du Néocomien.

En région Centre, plusieurs masses d'eau souterraine ont été identifiées comme étant dans un état quantitatif « médiocre » :

- Calcaires et marnes du Jurassique supérieur du BV du Cher,
- Calcaires et marnes du Jurassique supérieur du BV de Yèvre/Auron,
- Calcaires tertiaires libres de Beauce,
- Sables et grès du Cénomanien - unité du Loir,
- Sables et grès captifs du Cénomanien - unité de la Loire,
- Nappe captive de l'Albien-Néocomien, qui s'étend principalement dans le bassin Seine-Normandie.

Les ressources exploitées pour les usages agricole, industriel et domestique sont principalement les nappes souterraines. Les centrales de production d'électricité, elles, prélèvent dans les eaux superficielles. 1.16 Milliard de m³ d'eau a été prélevé en 2010 : 42% d'origine souterraine et 58% d'origine superficielle.

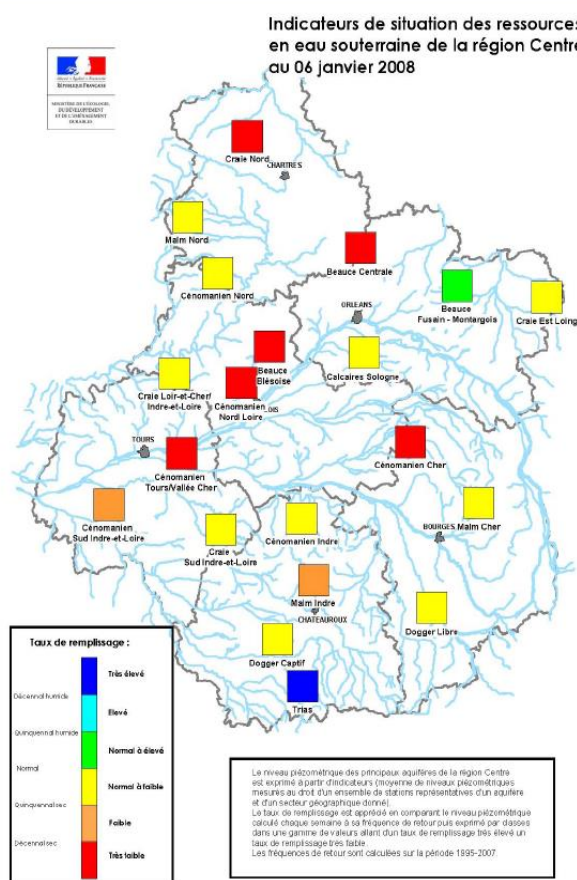


Illustration 14 - Carte de localisation des indicateurs régionaux.

Figure 35 : Indicateurs de situation des ressources en eau souterraine de la région Centre en 2008 (BRGM, 2008)

Les usages présentant les plus gros prélèvements sont, dans l'ordre décroissant :

- l'énergie (53%),
- l'agriculture (25%),
- l'AEP (20%),
- l'industrie (2%).

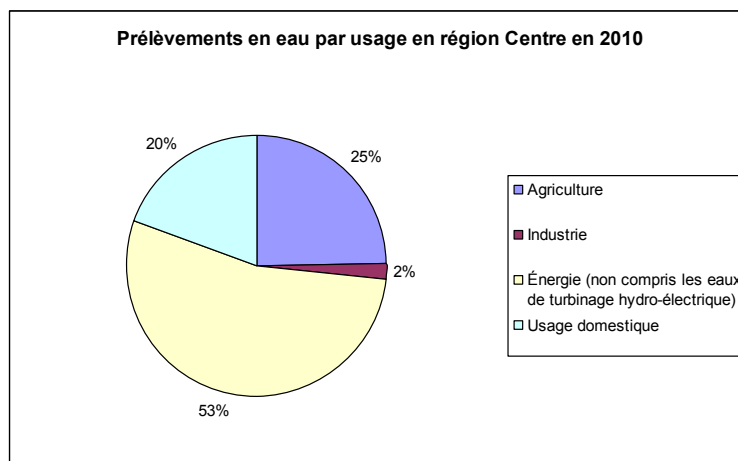


Figure 36 : Prélèvements en eau par usage en région Centre en 2010 (Source : INSEE)

Les prélèvements pour l'industrie (20 millions m³/an) restent stables d'année en année, contrairement aux **prélèvements pour l'irrigation qui varient beaucoup selon les conditions climatiques de l'année en question (150 à 450 millions m³/an)**. Les prélèvements seront beaucoup plus élevés si les précipitations hivernales et estivales sont faibles. Ce phénomène associé à une moindre recharge de la nappe conduit à l'assèchement des cours d'eau, à la baisse de productivité de certains forages, et à une forte baisse du niveau de la nappe. Les eaux souterraines subissent une forte pression à cause du développement de l'irrigation. Celui-ci entre en **conflit d'usage avec l'alimentation en eau potable lors des périodes de sécheresse**. De plus, le fonctionnement des installations d'énergie nécessite de prélever un important volume d'eau, plus de la moitié du volume total annuel prélevé en région, en majorité dans les eaux superficielles. La consommation nette des centrales nucléaires de la région s'élève à 170 millions de m³ par an. La consommation nette du secteur agricole, elle, est d'environ 90 % (chiffre à nuancer puisqu'il est difficile de quantifier exactement quel volume d'eau est effectivement rendu au milieu naturel).

3.2 Le climat, les ressources eau en 2050 et les conséquences agronomiques

3.2.1 Le Climat en 2050

Des simulations climatiques ont été réalisées à partir de données de Météo France afin d'anticiper les effets du changement climatique sur l'agriculture et la ressource en eau dans le bassin versant du Cher. Les périodes 1971-2001 et 2036-2065 ont été comparées et l'on observe :

- une augmentation des températures de 2°C, plutôt homogène sur l'année (plus importante en juillet-août avec +3°C),
- une augmentation du nombre de jours très chauds (température supérieure à 35°C),
- une hausse du nombre d'épisodes caniculaires (de 1 jour par an à 7 à 25 jours par an),
- des hivers plus doux, plus courts, avec moins de gel et moins de neige,
- un cumul de pluie équivalent pour le premier semestre, et moindre sur le second semestre (-20%),
- un déficit hydrique (P-ET0) qui s'aggrave de manière importante de juin à septembre,
- le nombre de jours échaudants multiplié par 2 sur le premier semestre.

3.2.2 Une diminution des ressources naturelles

On prévoit une diminution de la recharge des nappes à l'horizon 2050, entre -20 et -40%.

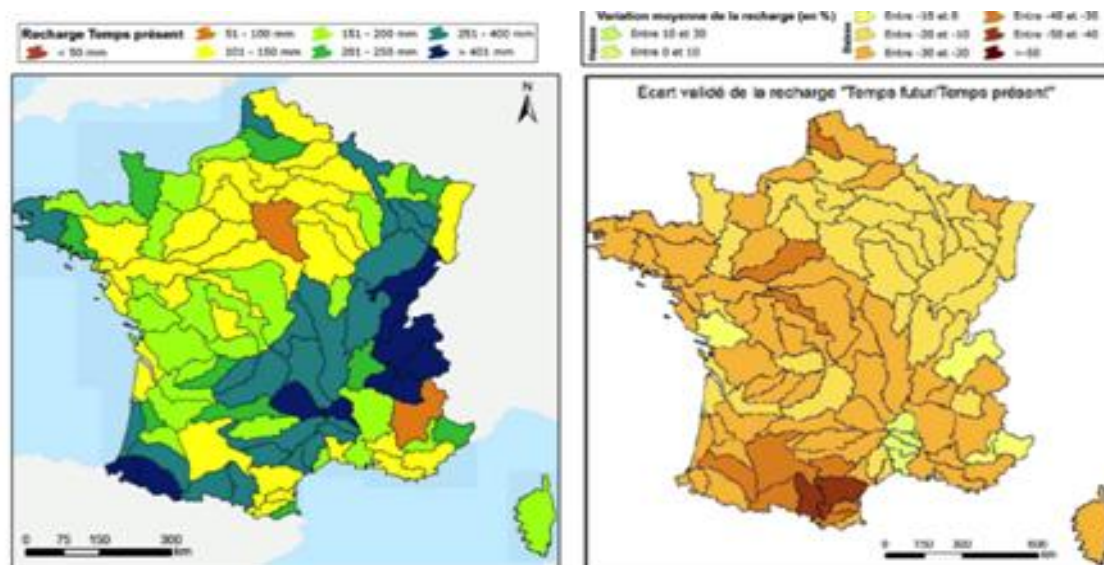


Figure 37 : Recharge des aquifères dans chaque bassin topographique en France.
A gauche : recharge (mm) sur la période 1961-1990,
A droite, écart moyen de recharge (%) entre 1961-1990 et 2046-65 (Explore 2070).

Dans le bassin de la Loire, on prévoit une baisse importante des débits moyens annuels, à l'horizon 2050. La diminution des débits est plus marquée sur les basses eaux que sur les hautes eaux, dont la baisse est moins robuste. Pour les basses eaux, la diminution est robuste en période estivale. La durée d'étiage augmente.

Pour caractériser les étiages sévères, le QMNA5 (débit mensuel minimal de temps de retour 5 ans) a été utilisé. C'est le QJXA10 (débit journalier maximal annuel de temps de retour 10 ans) qui a servi pour décrire l'évolution des crues sévères. Sur les onze stations du bassin de la Loire, le QMNA5 pourrait baisser fortement (25 à 30% en 2050). Concernant les crues, on n'observe pas d'évolution significative.

3.2.3 La question des ressources et de la qualité l'eau

La région Centre dispose de ressources en eau importantes : la Loire et son réseau hydrographique, la nappe des Calcaires de Beauce, sont des exemples des ressources majeures qui existent dans cette région. Malgré ces importantes ressources en eau, des conflits d'usage apparaissent en période de sécheresse, dus à des prélèvements croissants.

Les ressources en eau de la région Centre sont très vulnérables aux pollutions, du fait du contexte géologique et climatique : les eaux superficielles percolent directement dans les eaux souterraines, les étiages en été empêchent la dilution des pollutions, les bassins versants sont lessivés par les crues automnales... L'agriculture est une source de pollutions diffuses importantes (nitrates et pesticides) qui affectent notamment l'alimentation en eau potable et la biodiversité.

La relative abondance actuelle de l'eau en région Centre a pour conséquence une utilisation de l'eau sans prise en compte de la fragilité de la ressource. Aujourd'hui, la plupart des nappes de grande importance, d'où proviennent l'eau pour l'irrigation, l'eau potable et l'industrie, sont dans un état de déséquilibre chronique. A l'échelle du bassin versant, les situations sont contrastées. Des travaux détaillés montrent une certaine vulnérabilité aux prélèvements. La gestion de l'eau en région Centre va devenir un enjeu majeur dans les années à venir : la qualité comme la quantité d'eau sont à restaurer ou à préserver, en fonction de la situation actuelle.

En qui concerne l'agriculture, cette bonne disponibilité de l'eau en 2010, a engendré des pratiques d'irrigation « de confort » (ex. : irrigation des blés pour garantir des rendements élevés) qui font subir aux ressources souterraines (nappe de Beauce notamment) une pression importante du point de vue quantitatif (les différents usages entrent déjà en concurrence aujourd'hui). Sans adaptation du secteur agricole d'ici 2050, l'accroissement du déficit hydrique va augmenter les besoins en eau de l'agriculture. Certains bassins versants étant déjà vulnérables à une augmentation des prélèvements, des stratégies d'adaptation devront nécessairement être mises en place : cultures et variétés plus adaptées, diversification des assolements, modification des pratiques...

3.2.4 Les impacts agronomiques des changements climatiques

D'un point de vue agronomique le climat de 2050 devrait être marqué les faits suivants :

- Les stades seraient tous avancés de 10 jours en 2050.
- Le nombre de jours disponibles pour réaliser les récoltes devrait augmenter.
- La croissance des cultures sera meilleure en automne et en hiver (augmentation de températures et maintien de l'humidité, réduction du risque de gel).
- Certaines années, les rendements pourraient diminuer de plusieurs quintaux (stress hydrique).

Tableau 30 : Principaux impacts du changement climatique sur quelques cultures en zone Centre Nord (Ile-de-France, Picardie, Centre) - (Climator)

Culture	Type de variété	Effets du changement climatique sur la culture
Blé	Variété précoce	Augmentation de rendement de 8 à 10 %* sur les meilleures terres (le CO ₂ compense la dégradation du confort hydrique pendant le remplissage et l'augmentation des stress thermiques de fin de cycle).
	Variété tardive	Augmentation de rendement de 4 % maximum. Limitation des phénomènes d'esquive par la longueur du cycle. Augmentation des stress thermiques de fin de cycle. 5 à 8 jours échaudant en plus. Disparition du gel d'épis.
Colza	-	Stagnation des rendements : difficulté de levée due à la sécheresse du lit de semence en été, et déficit azoté de la plante (son faible flux transpiratoire ne lui permet pas d'absorber l'azote).
Maïs	-	Maintien voire augmentation des rendements en changeant de variété et en avançant les semis.

*Action bénéfique du CO₂ qui permet de compenser la dégradation du confort hydrique des cultures pendant le remplissage

4 Travail sur les unités de production et leurs évolutions

4.1 Les unités de production « bovins viandes »

4.1.1 Les fermes actuelles

Le cas-type retenu comme base de réflexion est celui des bovins viandes en région herbagère séchante : des broutards précoces associés à des cultures (cas type IDELE-Centre). Les tableaux ci-dessous décrivent les paramètres techniques cette ferme type.

Tableau 31 : les paramètres techniques de la ferme d'élevage (1/2)

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	125	SFP : 65% - Prairies permanente / SFP : 50% - Prairies temporaire / SFP : 50% Cultures de ventes : 35% blé orge colza
Cheptel	70 VA	
UMO	1,2	
Parc matériel	Retournement fragmentation fine	Labour – travail profond – outils sur prise de force – 100% en propriété
Atouts	Autonomie en céréales et paille	Surface labourable relativement importante
	Bon niveau d'équipement	
	Pousse d'herbe estivale favorable à la production de l'ait d'été au pâturage	
Contraintes	Parcellaire dispersé	Contrainte à l'agrandissement

Tableau 32 : les paramètres techniques de la ferme d'élevage (2/2)

Culture	Surface	destination de la culture :	rendt u/ha	unité du rendt
Prairie permanente	42	intraconsommé	5	tMS
Prairie	42	intraconsommé	6	tMS
Blé / colza / orge	43	vente	50/25/50	Qx

Sur la base d'un besoin en alimentation de 4,4 tMS/UGB, l'exploitation est tout juste à l'équilibre. L'utilisation de l'herbe se fait sous forme d'ensilage de foin et de pâture. La paille du blé est utilisée en litière. Le schéma ci-dessous décrit le système fourragé de L'unité de production.

42 ha prairie permanente + 42 ha de prairie temporaire								
20 ha	Foin				foin		pâture	
15 ha	ensilage							
15 ha	pâture							
15 ha								
15 ha								
15 ha								
	M	A	M	J	J	A	S	O

Figure 38 : le système fourragé de L'unité de production

En ce qui concerne les productions végétales primaires, la ferme produit à 75% de l'herbe. Les cultures annuelles (vendues) représentent 25% des quantités produites et seulement la moitié sont destinées à l'alimentation humaine (soit moins de 15% de la production végétale totale).

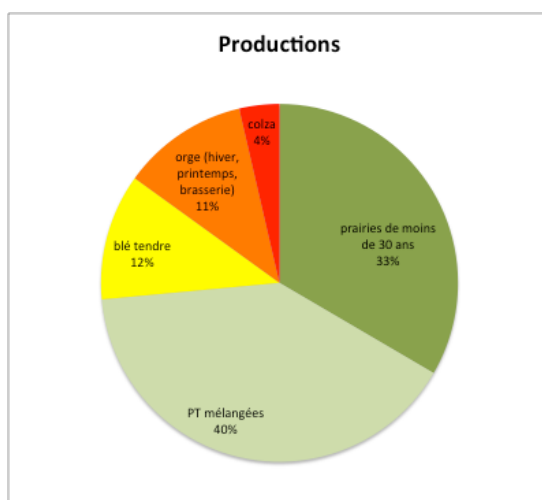


Figure 39 : les productions végétales de la ferme en 2015 – exprimées en % de du total de MS produite

La ferme consomme environ 25 000 éq. litre de fioul par an (soit 200 litres par hectare). Les deux principaux postes de consommation étant le carburant pour les opérations culturales (il s'agit d'une énergie qualifiée de directe) et les engrais (il s'agit d'une énergie indirecte : énergie qu'il a fallu dépenser pour fabriquer les engrais).

La ferme émet près de 510 tonnes d'éq. CO2 par an dont près de la moitié sous forme de méthane. Le graphe ci-dessous détaille les émissions de GES.

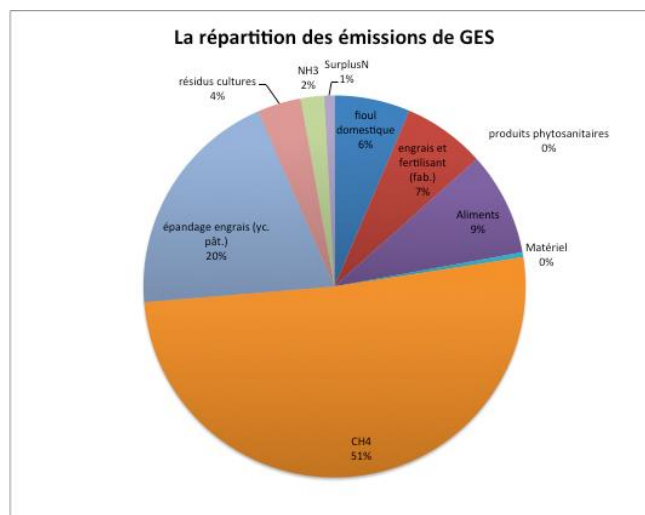


Figure 40 : répartition des émissions de GES de la ferme en 2015, exprimée en %

4.1.2 Les unités de production en 2050

L'unité de production de 2015 évolue en fonction des contraintes suivantes :

- Adaptation aux changements climatiques : réduction du travail du sol, allongement et diversification de la rotation, mise en place de couverts, constitution d'un stock de fourrage dit de « sécurité », modification du régime fourragé ;
- Maintien des prairies naturelles ;
- Réduction des intrants : passage en agriculture biologique ;
- Diminution des émissions de GES : division par 2 du nombre de bovins (35 mères) ;
- Production alimentaire à destination de l'alimentation humaine (moins de prairies temporaires et plus de cultures annuelles) ;
- Production d'énergie : participation à un projet collectif (20 fermes) de méthanisation et mise en place de panneaux photovoltaïques.

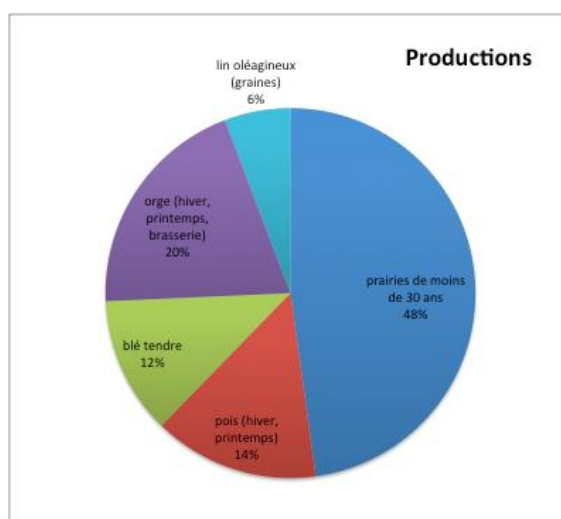


Figure 41 : les productions végétales de la ferme en 2050 – exprimées en % de du total de MS produite

Au niveau du régime fourrager, la ferme dispose en 2050 d'une marge de sécurité acceptable lui permettant de faire du stock pour passer l'hiver et l'été (en cas de sécheresse prolongée). Selon la disponibilité (et les stocks), une partie de l'herbe (6 ha sur 42) peut servir à alimenter un digesteur (dans le cadre d'un projet collectif).

42 ha prairie permanente								
6 ha	Méthanisation						Méthanisation	
6 ha	Foin "sécurité"						Foin "sécurité"	
4 ha	Foin						Foin	
10 ha							pâture	
15 ha	pâture							
	M	A	M	J	J	A	S	O

En terme de performance énergétique, la ferme a divisé par un facteur 2 ses consommations grâce notamment à la réduction du troupeau, la suppression des intrants (engrais et aliments du bétail) et la réduction du travail du sol. De même, les émissions de GES sont divisées par un facteur 2 (pour les mêmes raisons).

Le revenu de la ferme de 2050 est constitué par la vente :

- de viande ;
- de graines (déduction faites des besoins pour le troupeaux, soit environ 20% de la production) ;
- d'énergie (participation à un projet collectif de méthanisation et électricité produites par des panneaux photovoltaïques) ;
- d'autres revenus peuvent également provenir de la vente de produits transformés, de services écologiques...

Note : Le biométhane produit est épuré puis injecté dans le réseau de gaz. Pour permettre à l'unité de méthanisation projetée, d'être viable économiquement, **une production minimale de 100 Nm³ de CH₄ / heure a été visée** (ce qui correspond à un moteur de cogénération d'une puissance électrique installée de 400 kWe). Pour atteindre cette taille, l'unité de méthanisation devrait regrouper les apports d'une **vingtaine d'exploitations** similaires.

4.1.3 Evolution des bovins viandes – synthèses

Le tableau et les figures ci-après synthétisent les évolutions des fermes de bovins viandes entre 2015 et 2050.

Tableau 33 : évolution des paramètres clés des unités de production « bovin viande » entre 2015 et 2050

Indicateurs	Ferme – 2015	Ferme – 2050	Unité
Bovins viandes	70	35	Nb mères
Production	614	420	TMS
Biomasse énergie produite (couvert – résidus – herbe)	-	250	TMS
Part de la production destinée à alimentation humaine	11%	37%	%
Consommation Nmin	6	-	t N
Consommation Norg	0	0	t MB
IFT	2,4	-	
Légumineuses	16%	36%	% SAU
Consommation de fioul	75	50	litre / ha /an
Surplus N	1230	1352	t N
Surplus N	10	11	t N/ha
Production de méthane	-	57 543	Nm ³ /an
IAE	4,9%	4,9%	%SAU
Total des émissions GES	514	244	éq. CO ₂
Réduction des émissions de GES / ferme de référence		- 46%	éq. CO ₂
Total éq CO ₂ - évité	0	345	éq. CO ₂
Consommation d'énergie total	34 035	11 202	éq. Litre fioul/an
Réduction de la consommation d'énergie / ferme de référence		- 56%	éq. Litre fioul/an
NH ₃	2 206	830	kg/an
réduction		- 66%	kg/an
Résilience climatique	moyenne-bonne	bonne	faible/moy./bonne

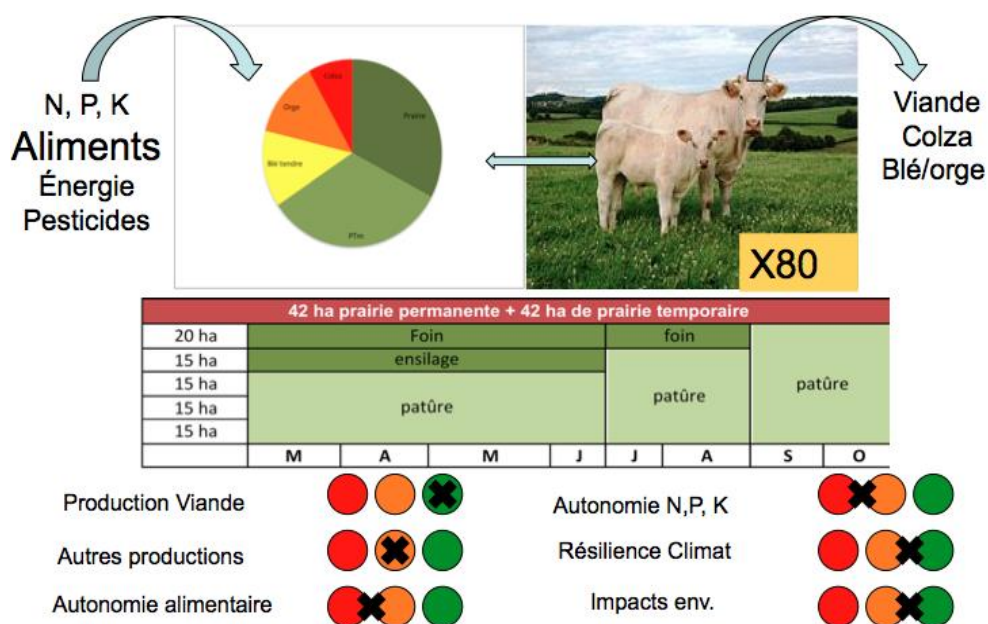


Figure 42 : L'unité de production « bovin viande » en 2015 – Broutards précoces et associés à des cultures

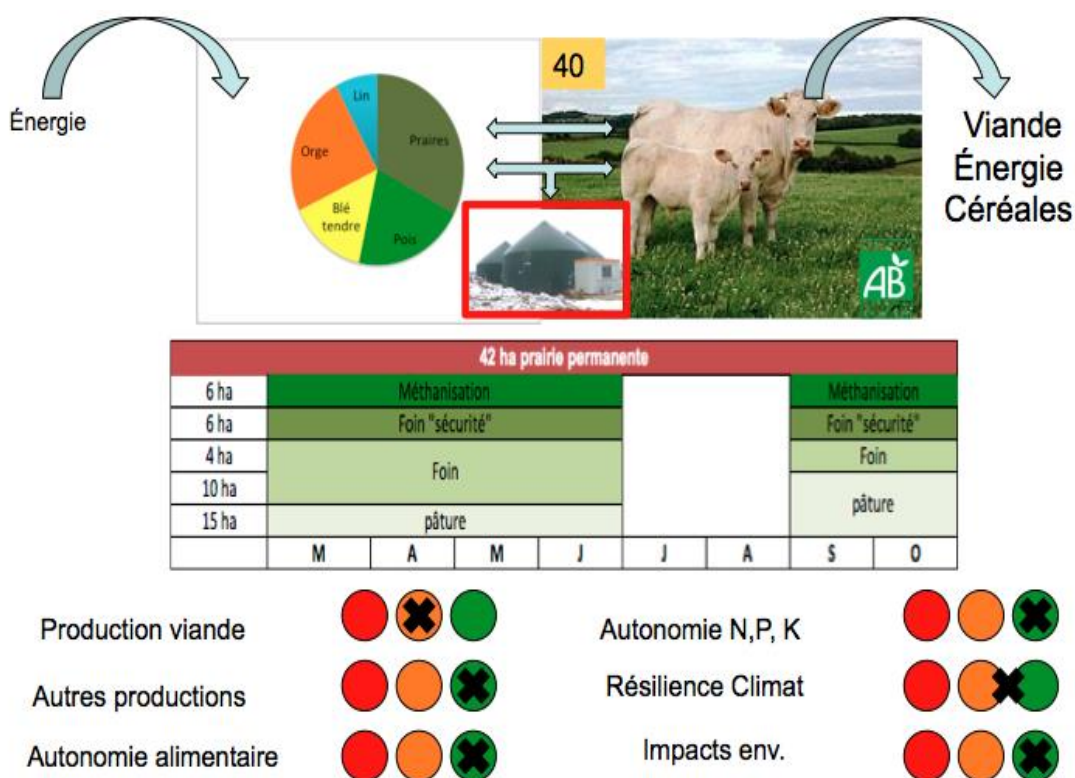


Figure 43 : L'unité de production « bovin viande » en 2050

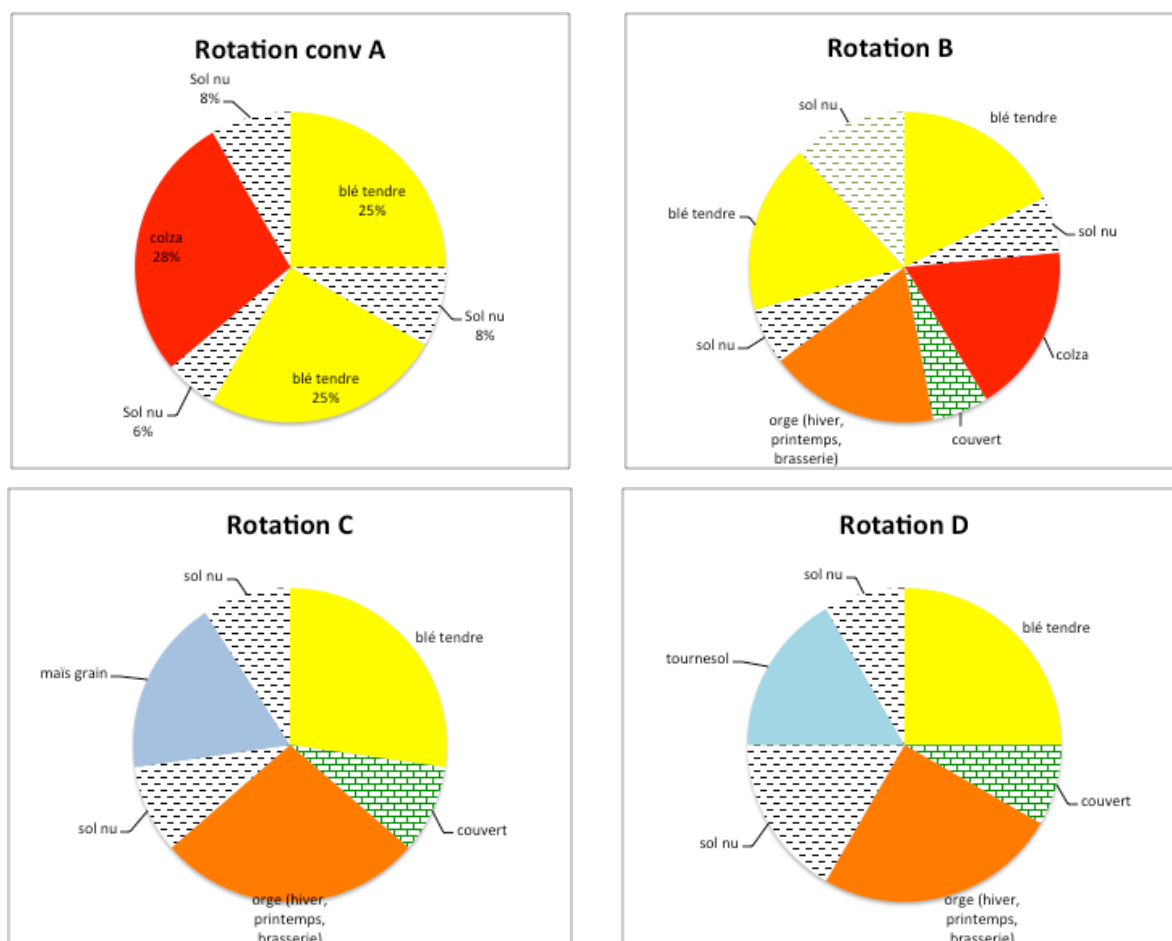
4.2 Les unités de production « grandes cultures »

4.2.1 Les unités de production 2015

L'assolement de la région a été reconstitué en identifiant et en pondérant les principales rotations de cultures présentes actuellement. De ce travail préliminaire, il ressort que :

- pour **l'agriculture conventionnelle** qui occupe plus de **95% du territoire de grandes cultures** :
 - la très grande majorité des rotations de cultures se fait sur 3 ans,
 - près de **50 %** de ces rotations intègrent 2 (ou 3) céréales hors maïs (blé tendre, orge ou blé dur) et 1 colza (**Conv A** – 2 céréales - et **Conv B** – 3 céréales - dans le tableau ci-après) ;
 - près de **20 %** intègrent du maïs une année sur trois (ex. : maïs / colza / blé dur ou maïs / blé tendre / orge - **Conv C** dans le tableau ci-après) ,
 - près de 15 % intègrent du tournesol une année sur trois (**Conv D** dans le tableau ci-après),
 - près de **5 %** intègrent de la betterave (ou des pommes de terre) une année sur trois et près de **5 %** intègrent du pois une année sur trois,
 - dans ces rotations, les intercultures sont occupées par des sols nus.

Figure 44: Les 4 principales rotations de grandes cultures conventionnelles en région Centre



- pour **l'agriculture biologique**, qui occupe moins de 2 % du territoire, deux rotations sont présentes :

- **une rotation en AB sur 8 ans :**

- commençant par **2 années de luzerne (sous réserve d'avoir un débouché)** puis viennent 2 pailles (ex. : blé/orge), 1 légumineuse (ex. : féverole), 2 pailles et 1 culture associée (ex. : triticale/pois),

- dans cette rotation, la proportion de légumineuses est correcte (luzerne, féverole, **couvert de trèfle entre blé et orge**). Cette rotation est légèrement dépendante des apports de matière organique (et donc d'azote en moyenne 20 kg/ha/an). **60% de la production est à destination de l'alimentation animale** (orge, féverole, luzerne, tourteaux). Cette rotation présente une **bonne alternance des familles botaniques** qui permet de limiter globalement le risque maladies / ravageurs. L'effet « nettoyant » de la luzerne permet de limiter les adventices sans multiplier les interventions mécaniques (labour, faux semi, herse...).

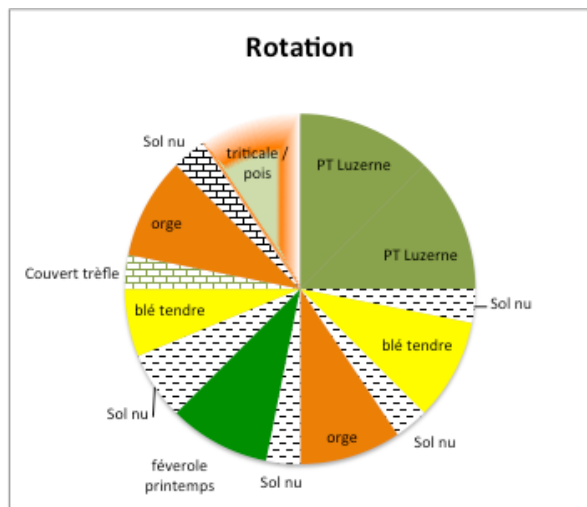


Figure 45 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante avec luzerne

- **une rotation en AB sur 6 ans sans luzerne**

- commençant par une légumineuse (ex. : féverole), 1 paille, 1 maïs, 1 culture associée (ex. : triticale/pois) puis viennent 2 pailles (ex. : blé/orge/triticale). Dans ces rotations, les intercultures sont occupées par des sols nus et des couverts ;

- Cette rotation courte se pratique en l'absence de débouchés pour la luzerne. L'apport d'azote dans le système est assuré par les légumineuses (féverole, pois fourrager) et les apports fréquents de matières organiques (engrais et amendements). La féverole est semée en variété de printemps pour rompre le cycle des adventices. Il est nécessaire de biner les céréales à paille pour assurer la maîtrise des adventices. Dans cette rotation, le maintien de la fertilité passe par l'apport de compost de déchets verts (effet sur l'humus) et de fientes de volailles

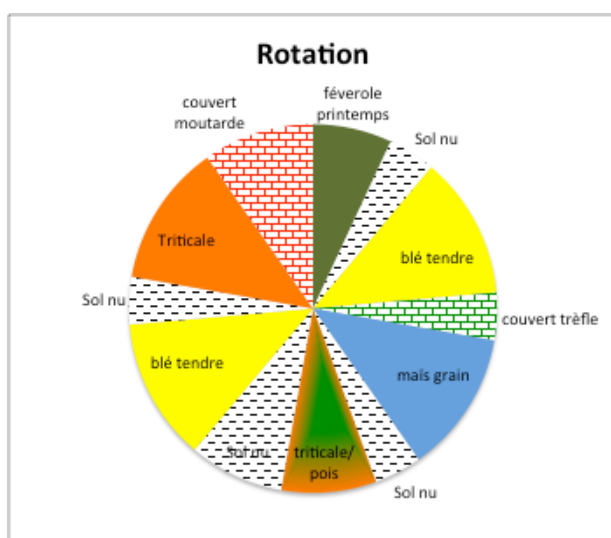


Figure 46 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante sans luzerne

(l'effet « starter »). La **lutte contre les adventices** fait l'objet d'une attention particulière dans ce système, où l'on **ne bénéficie pas de l'effet nettoyant de la luzerne**. Cela nécessite une bonne maîtrise des implantations, du travail du sol et du désherbage mécanique. Les interventions mécaniques sont d'autant plus nécessaires que les importantes quantités d'azote apportées profitent aussi aux adventices nitrophiles comme le gaillet. Pour une bonne maîtrise des adventices, les pratiques de lutte contre l'enherbement sont donc fréquentes (et deviennent limite en terme de temps de travail) : déchaumage, labour systématique, désherbage mécanique en culture, binage des céréales à paille, etc. La rotation se base sur une bonne alternance des espèces et évite les situations à risque pour les maladies et les ravageurs.

- pour la **production intégrée**, qui occupe moins de 2 % du territoire, 1 seule rotation type a été décrite.

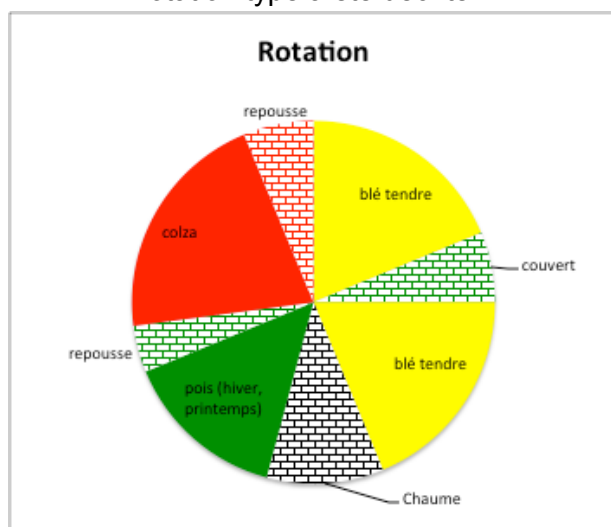


Figure 47 : description de la rotation de grandes cultures en production intégrée

- Il s'agit d'une rotation sur 4 ans intégrant 2 pailles, 1 légumineuse (ex. : pois) et 1 colza. Dans cette rotation (qualifiée de « **rotation 2+2** »), les intercultures sont occupées par des couverts, des repousses ou des chaumes.

- Dans cette rotation, la **pression phytosanitaire** est réduite grâce à une bonne gestion de la rotation, de l'interculture, la sélection variétale et l'application de pratiques ponctuelles (ex. : gestion des méligèthes et plante d'accompagnement dans le colza ; mélange de variété dans le blé, traitement à bas volumes).

Toutes ces rotations types ont ensuite été traduites en « unités de production » ou plus exactement en unités agricoles de grandes cultures. Nous avons reconstitué des exploitations à partir de ces données d'assolement et en y ajoutant des données techniques (intrants, rendements). L'objectif étant de pouvoir qualifier ces unités agricoles en terme de :

- capacité à produire de l'alimentation humaine et fourragère,
- Consommation d'intrants (azote, fioul, pesticides...),
- impacts environnementaux dont les émissions de GES, d'ammoniac, consommation d'énergie, et la résilience climatique.

Le tableau ci-après synthétise des données décrivant les fermes actuelles de grandes cultures

Tableau 34 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2010 région Centre

Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
Rotation conv A	Rotation	Rotation	Assolement
Éléments de synthèse			
Système productif (en sec) et rentable 90% alimentation humaine Dépendant (intrants, prix du marché, PAC) Impactant sur l'env. : N, IFT, GES, NH3, Sol Résilience climat.: moyenne	Système productif (en sec) et rentable 60 % alimentation animale (luz. Fév. Orge, tourteaux) Dépendant (Norg, débouché luzerne, PAC) Peu impactant sur l'env Résilience climat.: forte	Système moins productif (en sec) et rentable – 50 % alimentation animale Dépendant (Norg, fioul PAC) Peu impactant sur l'env Résilience climat.: moyenne/bonne	Système productif (en sec) et rentable – 75% alimentation humaine Dépendance (Intrants, PAC) : moyenne Impact sur l'env. : moyen Résilience climat.: moyenne/bonne
Indicateurs environnementaux			
IFT : 6	IFT : 0	IFT : 0	IFT : 4,7
Surplus N : 40 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 25 kg N/ha	Surplus N : 30 kg N/ha
Emissions GES : 3 téq.CO2/ha	Emissions GES : 0,75 téq.CO2/ha	Emissions GES : 1,3 téq.CO2/ha	Emissions GES : 2,15 téq.CO2/ha
Consommation d'énergie : 450 EQF/ha	Consommation d'énergie : 150 EQF/ha	Consommation d'énergie : 200 EQF/ha	Consommation d'énergie : 300 EQF/ha

4.2.2 Les unités d'exploitation en 2050

Les nécessaires adaptations des unités agricoles sont gouvernées par, d'une part la durabilité environnementale, agronomique et climatique, et d'autre part, par l'atteinte des objectifs fixés pour Afterres2050. Pour faire face à aux enjeux, des adaptations sont nécessaires sur les unités agricoles actuelles :

- adaptations d'ordre agronomique :
 - allongement et diversification des rotations et introduction de légumineuses,
 - couverture des sols,
 - réduction (voire suppression) du travail du sol,
 - mise en place d'infrastructures agroécologiques,
- adaptations des productions :
 - mise en place de légumineuses graines pour l'alimentation humaine,
 - production d'énergie (méthanisation) à partir de résidus de culture, des couverts, des déjections animales et de certaines cultures (luzerne, prairies naturelles).

Tableau 35 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2050 en région Centre

Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
Evolution des systèmes de grandes cultures			
Introduction d'une légumineuse graine : lentille Mise en place de couverts 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts	Détournement d'une luzerne pour fournir de l'énergie et de l'azote Introduction d'une légumineuse graine : lentille Cultures associées : blé dur – pois Généralisation des couverts Rendement : + 10 %/2010 Production de biogaz : luzerne – paille – couverts	Introduction d'une légumineuse graine : lentille Cultures associées : blé dur – pois Généralisation des couverts Rendement : +5 à +10 %/2010 Production de biogaz : luzerne – paille – couverts	Introduction d'une légumineuse graine : lentille Couvert vivant 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts
Rotation	Rotation	Rotation	Rotation
Éléments de synthèse			
Système productif avec 25 % de MS énergétique 84 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral, fioul, produits phyto. Impact sur l'environnement: moyen Résilience climat.: moyenne	Système productif avec 50 % de MS énergétique 50 % alimentation humaine Autonomie en azote Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte	Système productif avec 35 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote organique Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte	Système productif avec 30 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral Impact sur l'environnement : faible Résilience climat.: forte
Indicateurs environnementaux			
IFT : 4,1	IFT : 0	IFT : 0	IFT : 2,7
Surplus N : 30 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 20 kg N/ha
Emissions GES : 2,1 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,25 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,3 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,8 téq.CO ₂ /ha
Consommation d'énergie 300 EQF/ha	Consommation d'énergie : 100 EQF/ha	Consommation d'énergie : 150 EQF/ha	Consommation d'énergie : 220 EQF/ha

4.2.3 Evolution grandes cultures – synthèse

Le tableau ci-dessous décrit tous les paramètres clés des unités de production actuelles et en 2050. Les cases « oranges » montrent les points faibles des systèmes en terme de profil de production, niveau de production, utilisation d'intrants, émissions de GES et d'ammoniac et consommation d'énergie.

Tableau 36 : évolution des paramètres clés des unités de production « grandes cultures » entre 2015 et 2050

Indicateurs	Conv.A	Conv.B	Conv.C	Conv.D	AB-luz	AB	AC	Conv2050	AB-luz 2050	AB 2050	AC 2050
Production (anix. ou H.)	871	959	1166	904	868	830	813	852	597	517	811
Biomasse énergie	-	-	-	-	-	-	-	344	631	412	466
Part de la production en alimentation humaine	87%	82%	48%	68%	37%	49%	70%	82%	59%	93%	80%
Consommation Nmin	30	29	29	22	-	-	19	16		-	11
Consommation Norg	0	0	0	0	135	921	0			700	
IFT	6,5	6,4	5,7	5,7	-	-	4,7	4,1	-	-	2,7
% légumineuses	0%	0%	33%	0%	44%	42%	34%	20%	50%	44%	33%
Consommation de fioul	90	90	90	90	90	100	59	80	85	75	50
Surplus N	7758	6953	7072	3751	1631	4034	5862	4849	1973	1608	3014
Surplus N	46	41	42	22	10	24	34	30	12	10	19
Production de méthane	-	-	-	-	-	-	-	107 457	204 513	127 067	142 270
IAE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
Total éq CO2 - émission	508	493	475	406	126	224	366	362	208	220	301
réduction					73%	52%	22%	23%	56%	53%	36%
Total éq CO2 - évité								605	1 022	690	755
Consommation	77 118	75 145	73 700	64 193	24 897	33 718	50 494	50 828	17 870	25 962	37 381
réduction					66%	54%	30%	30%	75%	64%	48%
NH3	3 020	2 933	2 890	2 210	365	1 275	1 786	2 200	1 643	1 840	1 870
réduction					87%	54%	35%	20%	41%	33%	32%
Résilience	moyenne	moyenne	moyenne-faible	moyenne-faible	moyenne-bonne	moyenne-bonne	moyenne-bonne	moyenne-bonne	bonne	bonne	bonne

5 Assemblage des paramètres et résultats régionaux

5.1 Les données d'entrée de la prospective régionale

5.1.1.1 La population et l'artificialisation des sols : 100 000 ha d'ici 2050

En 2050, la population de la région Centre serait de **2 765 000 habitants**, selon le scénario central de l'INSEE.

L'artificialisation des sols pour 1000 habitants est proche de 125 ha aujourd'hui. En reprenant des données depuis 1990, cette valeur est en hausse régulière : partant de 100 ha pour 1000 habitants en 1990, elle pourrait atteindre (scénario tendanciel) près de 180 ha en 2050. Compte tenu des effets de l'augmentation de la population (+8 % d'ici 2050 – soit 2,8 millions d'habitants) et de l'augmentation de la demande de surface par habitant, la surface artificialisée pourrait gagner près de 200 000 ha d'ici 2050 (passant ainsi tendanciellement de 300 000 à 500 000 ha).

Dans le cadre de l'exercice de régionalisation de la prospective Afterres2050, il a été proposé de diviser par deux le rythme d'artificialisation. La surface artificialisée pour 1 000 habitants serait alors de 150 ha en 2050 et l'augmentation de la surface artificialisée d'ici 2050 serait de **100 000 ha** et atteindrait **420 000 ha**.

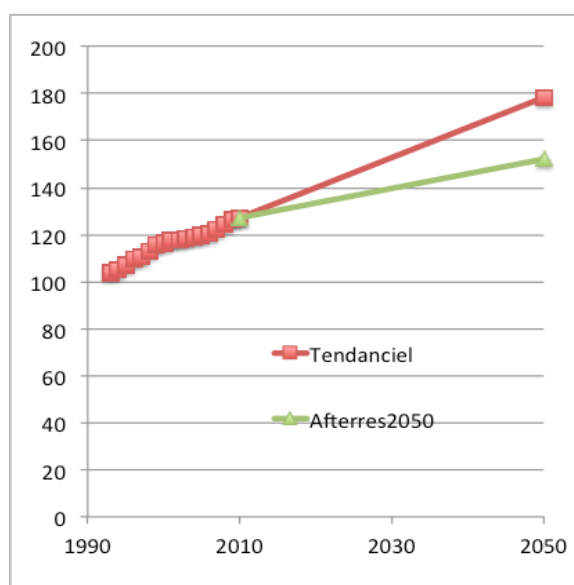


Figure 48 : Evolution de la surface artificialisée en ha pour 1000 habitants

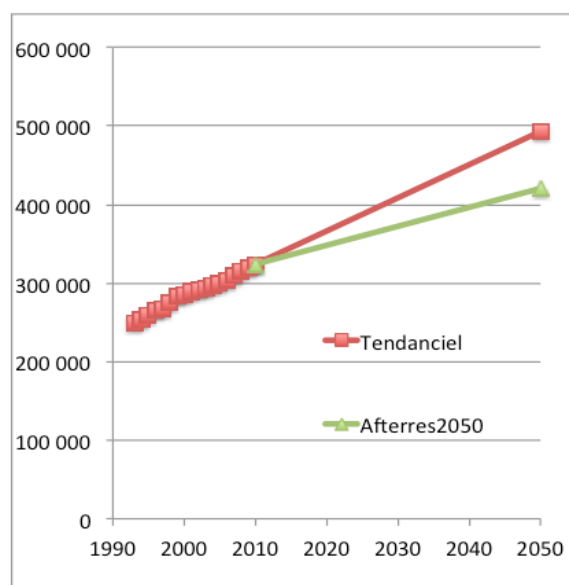


Figure 49 : Evolution de la surface artificialisée en ha

Les 100 000 ha de surfaces artificialisées additionnelles d'ici 2050 ont été pris à 80 % sur la SAU régionale et à 20 % sur des espaces aujourd'hui occupés par des friches, des landes et des jachères. C'est principalement la SAU en grandes cultures qui a été réduite de près de 4 %.

5.1.1.2 La forêt et le bois

La surface de la forêt de la région Centre gagnerait 50 000 ha d'ici 2050 pour atteindre une surface totale de **1 090 000 ha**. Les produits bois seraient en nette progression : +40% pour les bois d'œuvre (et sciages), + 50% pour les bois d'industrie et +140% pour le bois énergie (tous vecteurs confondus : bûches, plaquettes, gaz).

5.1.1.3 Evolution des cheptels

Suivant les règles de répartition établies pour toutes les régions (surfaces en prairies naturelles, besoin en lait, équilibre en troupeaux lait et viande, encadrement des évolutions à la hausse ou à la baisse) les cheptels bovins de la région évoluent de la manière suivante :

- le troupeau **bovin lait** passe de 65 000 à **55 000** mères soit une baisse de 15 %,
- le troupeau **bovin viande** passe de 200 000 à **85 000** mères soit une baisse de près de 55 %.

Une grande partie des fourrages nécessaires à l'alimentation des bovins est assurée par les prairies naturelles. La surface de prairie naturelle (hors surfaces peu productives et/ou collectives) passe de 290 000 à **260 000 ha** soit une baisse de 10% des surfaces. Les autres surfaces fourragères (maïs ensilage, prairies temporaires mélangées, ray grass) sont réduites d'un facteur 4.

Les autres cheptels évoluent en fonction de tendances appliquées à l'ensemble des régions qui prennent en compte :

- réduction de la demande en viande,
- report partiel de la consommation de viande rouge et de poisson vers la viande blanche,
- réduction drastique des élevages granivores « intensifs » et transferts des modes d'élevage plus extensifs et respectueux du bien être animal (bâtiment avec accès extérieur, plein air, allongement des durées d'élevage).

Tableau 37 : évolution des effectifs des cheptels (hors bovins)

Milliers d'effectifs	2010	2050	Evolution
Nombre de places de porcs charcutiers	143	86	-40%
dont porcs en intensif	130	9	-93%
Nombre de places de poulets de chair	5 741	4 478	-22%
dont volailles en intensif	4 272	448	-90%
Nombre de places de poules pondeuses	2 320	1 438	-38%
Nombre de chèvres	98	98	0%
Nombre de brebis	142	217	53%

5.1.1.4 Evolution de l'assolement régional des grandes cultures

Le tableau ci-après résume l'assolement et les rotations permettant de reconstituer les données issues de la statistique agricole en 2010.

2010	Assolement actuel (SSP)	AB autonome N	AB importateur N	PI	Colza – 2 céréales	Blé orge maïs	Betterave – 2 céréales	Colza blé pois	– 2 céréales tournesol	Total	Assolement reconstitué
Part dans l'assolement		1%	1%	2%	53%	20%	5%	5%	13%	100%	
Durée de la rotation (ans)		9	7	5	3	3	3	3	3		
Céréales	1 186	4	3	2	2	3	2	1	2	71%	1 189
Oléagineux	401	1	1	1	1			1	1	24%	409
Protéagineux	54	1	2	1				1		2%	39
Luzerne	12	2								0%	4
Cultures industrielles	39	1	1	1			1			2%	39
TOTAL kha	1 680										1 680

Figure 50 : L'assolement régional de grandes cultures en 2010

Pour définir l'occupation du territoire en 2050 nous avons travaillé sur les unités agricoles en grandes cultures dans un premier temps (voir paragraphe ci-dessus). Dans un second temps nous avons réparti les différents types d'unités : agriculture conventionnelle, production intégrée et agriculture biologique (avec et sans luzerne) sur la base de la répartition proposée dans le scénario national :

- 45 % d'agriculture biologique :
 - 30 % avec luzerne (systèmes autonome en azote),
 - 15 % sans luzerne (systèmes nécessitant un apport d'azote organique),
- 40 % de production intégrée,
- 15 % d'agriculture conventionnelle.

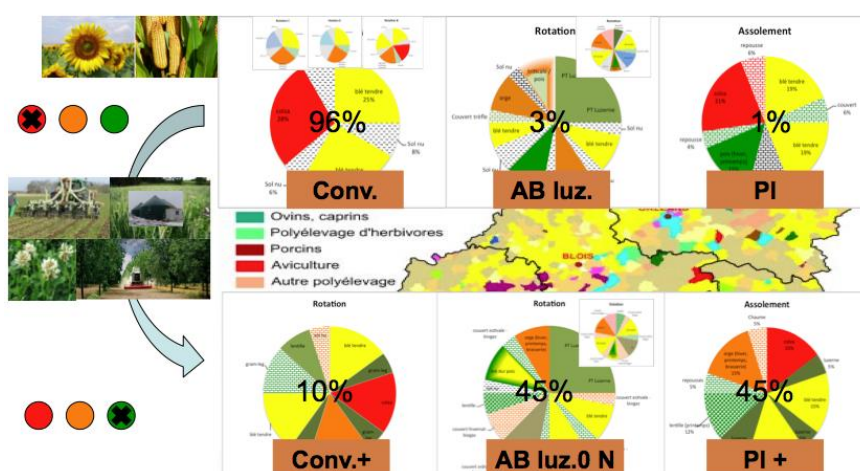
Etant donné les logiques agronomiques de ces différentes formes d'agriculture, l'assolement régional des grandes cultures s'en trouve modifié : la part de céréales et colza est réduite au profit des légumineuses (luzerne, légumineuses graines et autres protéagineux).

Le tableau ci-après résume les évolutions de l'assolement de grandes cultures en modifiant le « mix » de systèmes de cultures.

	Assolement 2010	AB autonome N	AB importateur N	PI sans betterave	PI avec betterave	Colza blé blé	C+ sans betterave	C+ avec betterave	Total	Assolement 2050
Part dans l'assolement		30%	15%	30%	10%	5%	5%	5%	100%	
Durée de la rotation (ans)		8	6	5	6	3	4	5		
Céréales	1 186	4	3	3	3	2	2	2	53%	896
Oléagineux	401	1	1	1	1	1	1	1	18%	300
Protéagineux	54	1	2	1	1		1	1	19%	314
Luzerne	12	2							8%	126
Cultures industrielles	39				1			1	3%	45
TOTAL kha	1 680									1680

Figure 51 : L'assolement régional de grandes cultures en 2050

Fermes repères actuelles



Fermes repères 2050

Figure 52 : synthèse de l'évolution des fermes de grandes cultures entre 2010 et 2050

5.2 Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région

5.2.1 Occupation du territoire

En appliquant les hypothèses du scénario Afterres2050 à l'échelle de la région Centre, on obtient une occupation du territoire proche de celle d'aujourd'hui si l'on s'attache aux grandes catégories. Les principaux « échanges » dans les utilisations des terres concernent les grandes cultures et l'artificialisation, les prairies et la forêt. Le tableau ci-dessous récapitule les principales évolutions du territoire régional entre 2010 et 2050.

Note : la surface maraîchère a été multipliée par 2 dans toutes les régions françaises.

Tableau 38 : Récapitulatif de l'évolution de l'affectation des surfaces

Milliers d'hectares	2010	2050	Evolution (1000 ha)	Evolution (%)
Céréales oléo-protéagineux	1 641	1 550	-92	-6%
Cultures industrielles	39	48	9	23%
Vigne	23	28	5	22%
Arboriculture	4	5	1	32%
Maraichage	16	32	16	100%
Cultures fourragères	211	156	-55	-26%
Prairies naturelles	377	350	-27	-7%
Forêts et peupleraies	1 040	1 087	47	4%
Friches, landes, jachères	157	157	-	0%
Eaux et rochers	121	121	-	0%
Sols artificialisés	324	420	96	30%
TOTAL	3 954	3 954		

La SAU de la région se rééquilibre de la manière suivante :

- du côté des grandes cultures en laissant plus de place aux légumineuses et aux protéagineux en générales,
- du côté des surfaces fourragères :
 - les surfaces de prairies naturelles sont maintenues,
 - les surfaces de prairies temporaires mélangées sont réduites,
 - les surfaces de prairies temporaires légumineuses augmentent fortement (les surfaces de luzerne des systèmes d'agriculture biologique se retrouvent dans cette catégorie).

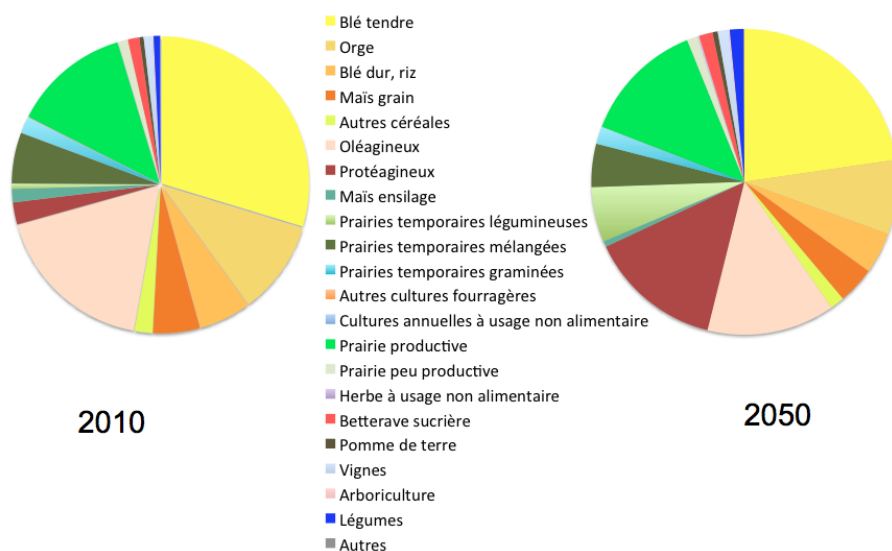


Figure 53 : Évolution de la SAU entre 2010 et 2050

Parmi **les surfaces fortement affectées à la « baisse »**, on trouve :

- Les céréales fourragères,
- Les fourrages annuels,
- Les fourrages pluri-annuels (hors prairies naturelles).

Parmi **les surfaces fortement affectées à la hausse**, on trouve :

- Les protéagineux graines,
- Les luzernes (ou équivalents),
- Le maraîchage.

Le reste des surfaces évoluent entre -20% et +20% de leurs surfaces actuelles. Le tableau ci-dessous détaille l'évolution des surfaces de cultures).

Tableau 39 : évolution des surfaces agricoles de la région

Assolement – détail	2010	2050	Evolution
blé tendre	667	536	-20%
blé dur	129	135	4%
maïs grain	116	60	-48%
colza	307	245	-20%
orge (hiver, printemps, brasserie)	231	139	-40%
pois (hiver, printemps)	42	258	515%
betterave sucrière	28	34	23%
maïs ensilage	32	9	-73%
prairie naturelle productive	289	262	-9%
tournesol	85	67	-20%
triticale	27	16	-40%
avoine	10	6	-40%
féveroles hiver	7	41	515%
sorgho grain	4	24	515%
soja	2	12	515%
seigle	7	4	-40%
lin oléagineux (graines)	9	7	-20%
pomme de terre	11	13	23%
prairie naturelle peu productives, parcours	88	88	0%
PT mélangées	125	33	-73%
PT Luzerne	13	104	719%
colza fourrager	1	0	-73%
choux fourrager	0	0	-73%
ray-grass <= 18 mois	40	11	-73%
Vin	22	26	23%
pomme	3	3	25%

5.2.2 Les productions végétales

Deux phénomènes ont des impacts directs sur les principales productions végétales de la région : la réaffectation des surfaces (transferts, suppressions) et les niveaux de rendements (liés aux systèmes de production). Il ressort de cette version régionale du scénario Afterres2050 que :

- la production de blé est réduite de moitié,
- d'une manière générale, la production de grains est réduite de près de 40 %,
- la production de fourrages hors STH augmente de 20 % mais c'est maintenant la luzerne qui en assure la part la plus importante (une partie de cette luzerne étant utilisée à des fins énergétiques),
- la production de fourrages de la STH recule de 12%,
- la production végétale issue des cultures intermédiaires devient très importante dans le « mix végétal » de la région : elle correspond à une production moyenne de 3,5 tMS/ha/an sur la surface de grande culture via des couverts hivernaux ou estivaux,
- la production végétale totale augmentera de 20%

Tableau 40 : Les productions végétales en 2010, 2030 et 2050

Milliers de tonnes (MS pour productions en vert)	2010	2030	2050	2010-2050
Blé tendre	3 753	2 973	2 327	-38%
Orge	1 247	855	545	-56%
Maïs grain	670	585	510	-24%
Blé dur	897	660	450	-50%
Autres céréales	182	124	79	-57%
Oléagineux	1 019	807	638	-37%
Protéagineux	150	474	726	382%
SOUS TOTAL GRAINS	7 917	6 479	5 275	-33%
Maïs ensilage	321	187	74	-77%
Prairies temporaires légumineuses	82	369	648	693%
Prairies temporaires mélangées	709	441	183	-74%
Prairies temporaires graminées	228	142	59	-74%
SOUS TOTAL FOURRAGES	1 323	1 460	1 556	18%
Prairies naturelles permanentes productives (surface équivalente)	1 302	1 212	1 127	-13%
Prairies peu productives	185	185	184	-1%
SOUS TOTAL PRAIRIES	1 487	1 396	1 311	-12%
Betterave sucrière	550	603	672	22%
Pomme de terre	94	91	89	-5%
Vignes	4	4	4	-1%
Arboriculture	18	20	22	19%
Légumes	77	116	155	100%
CULTURES INDUSTRIELLES OU PERMANENTES	744	835	942	27%
Production de cultures associées	0	192	338	
Production de cultures intermédiaires	219	3 012	5 684	2495%
TOTAL	11 711	13 058	14 516	24%
Valeur énergétique (PJ)	208	230	253	22%

5.2.3 Les productions animales

Les productions animales de la région évoluent en fonction des effectifs et des modes de production. Pour les troupeaux bovins, les effectifs régionaux ont été définis sur la base d'une péréquation nationale. Pour les autres troupeaux, les effectifs régionaux évoluent avec les mêmes contraintes qu'au niveau national.

En ce qui concerne les modes de productions, ils suivent les mêmes tendances qu'au niveau national. Il ressort de cette version du scénario régional :

- Une réduction de 40% de la production de viande et d'œuf ;
- Une réduction de 20% de la production de lait ;
- Une augmentation significative de la quantité d'herbe non utilisée par les animaux.

Tableau 41 : Les cheptels régionaux en 2010, 2030 et 2050

Effectifs, milliers de têtes (indicateurs)	2010	2030	2050
Vaches laitières ou mixtes (mères)	65	59	53
Vaches allaitantes (mères)	206	145	84
Chèvres (mères)	98	98	98
Brebis (mères)	142	179	217
Porcs à l'engraissement (places)	143	115	86
Poulets de chair (places)	5 741	5 110	4 478
Poules pondeuses (places)	2 320	1 879	1 438

Tableau 42 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Productions animales, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Viande (total) - carcasse	157	125	93
bovins- carcasse	43	125	93
porcs- carcasse	39	32	24
volailles- carcasse	72	32	24
Lait	495	432	405
Œufs	43	34	25

Tableau 43 : Les consommations animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Alimentation animale, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Fourrages (matière sèche)	1 182	894	626
Pâturage (matière sèche)	1 303	1 160	950
Concentrés	863	720	564
Part d'herbe non consommée par les animaux (%)	12%	17%	28%

5.2.4 Evolution du solde extérieur régional

Le solde extérieur correspond à la différence entre la production et les besoins alimentaires (des hommes et des cheptels). Les besoins pour la population sont estimés en prenant en compte une évolution des comportements alimentaires d'ici 2050 avec notamment :

- une réduction du gaspillage,
- une réduction des surconsommations (protéines, sucres),
- une diversification des sources de calcium et une réduction importante de la consommation de produits laitiers,
- une couverture des besoins en protéines assurée aux 2/3 par des végétaux.

Il ressort du scénario régional qu'en 2050 :

- le solde extérieur en céréales reste le plus important mais baisse de 40%,
- la région couvre ses besoins en lait,
- la région couvre ses besoins en viande,
- la région augmente son solde extérieur de protéines végétales.

5.2.5 Résultats environnementaux et climatiques

Globalement, les **émissions de GES** sont divisées par un facteur **2,7**. Les **émissions passent de 7 Mtéq.CO₂ à 2,5 Mtéq.CO₂**. Parmi les postes d'émissions qui ont été réduits, on note :

- les émissions directes de N₂O des sols (émissions liées notamment à l'épandage des engrais minéraux et organiques) : division par 3 de la quantité d'azote minéral utilisée,
- les émissions indirectes de N₂O (émissions liées à la fabrication des engrais azotés) : division par 3 de la quantité d'azote minéral utilisée et amélioration des process industriels,
- les émissions de CH₄ de la fermentation entérique (émissions liées à la présence de ruminants) : division par 2 du nombre de bovins,
- les émissions directes de CO₂ : réduction de consommation de fioul,
- les émissions indirectes de CO₂ (émissions liées notamment à la fabrication des engrais azotés) : division par 3 de la quantité d'azote minéral utilisée.

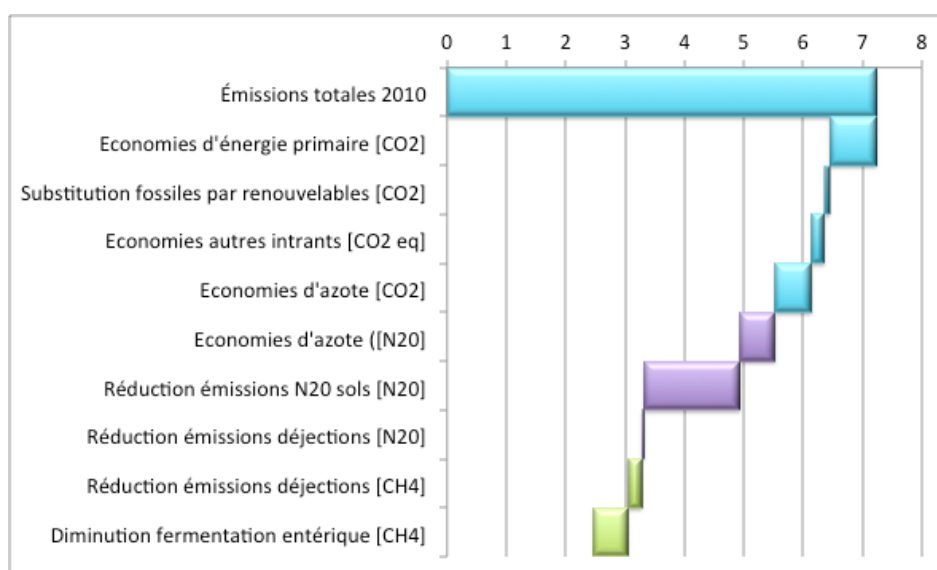


Figure 54 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2050

La **consommation d'énergie** est réduite de moitié : elle passe de 10,5 TWh en 2010 à 5,5 en 2050.

Deux évolutions principales expliquent cette diminution :

- la diminution de la consommation de fioul (réduction du travail du sol),
- la diminution de la consommation d'azote minéral.

Tableau 44 : Les consommations d'énergie en 2010 et 2050

Consommation, TWh	2010	2050
Energie directe	4,4	3,1
Carburants	2,7	1,9
Electricité	0,5	0,2
Combustibles	1,2	1,0
Energie indirecte	6,1	2,4
Azote	4,3	0,9
Autres intrants	0,9	0,7
Matériel	0,9	0,8
Total	10,5	5,5

Parmi les principaux **résultats environnementaux**, cette régionalisation permet de :

- diviser par deux la quantité d'azote lixivié,
- diviser par 4 la pression phytosanitaire,
- réduire de 60 % la volatilisation d'ammoniac,
- introduire 5 % d'infrastructures agroécologiques dans les systèmes agricoles,
- améliorer la résilience climatique de l'agriculture régionale.

5.2.6 Les productions de carbone renouvelable pour la société

Une partie de la biomasse agricole et la biomasse forestière prélevée servent à fournir de l'énergie (sous différentes formes) et des matériaux pour se substituer aux sources fossiles de carbone. Ces utilisations non alimentaires de la biomasse sont cohérentes avec les préconisations du scénario Négawatt. Parmi les principales sources de biomasse on trouve :

- L'exploitation des ressources forestières à hauteur de 70% de l'accroissement ;
- La valorisation des déchets de bois
- La valorisation des bois hors forêt : haies – agroforesterie (près de 150 000 ha)
- L'utilisation des résidus de cultures (pailles):
 - Comme matériau : 15% des pailles
 - En méthanisation : 30% des pailles
- L'utilisation des cultures intermédiaires en méthanisation : 33%
- L'utilisation partielle des surplus d'herbe et des surfaces de luzerne, en méthanisation
- Les déjections d'élevage maîtrisables.

Au final, la région Centre multiplie par 3 sa production de carbone renouvelable. Le tableau ci-après présente les principaux résultats (exprimés en PJ) de production de carbone renouvelable.

Tableau 45 : Evolution de la production de carbone renouvelable

CARBONE RENOUVELABLE (PJ)	2010	2050	Evolution
Bois d'œuvre (sciages) issu de la forêt	6	8	40%
Produits connexes de scierie matière	3	3	0%
Produits connexes de scierie énergie	3	5	79%
Bois d'industrie issu de la forêt	7	11	49%
Bois énergie issu de la forêt	12	30	139%
Bois d'œuvre issu de l'agroforesterie	0	4	
Menu bois issu de l'agroforesterie	2	9	273%
Biogaz de déjections d'élevage	0	4	
Biogaz ex-prairie	0	3	
Cultures intermédiaires méthanisées	0	17	
Cultures fourragères dédiées azote-énergie	0	3	
Résidus de culture méthanisés	0	12	
Résidus de culture usage combustion	0	2	
Résidus de culture usage matériaux	0	17	
Déchets alimentaires	0	1	193%
Déchets de bois	9	12	39%
Biomasse énergie en PJ	27	96	254%
Biomasse matériau en PJ	16	42	170%
TOTAL	43	137	223%

Cette production non alimentaire exprimée en PJ sera un indicateur clé de performance et de comparaison de scénarios.

5.2.7 Synthèse des résultats

Tableau 46 : Evolution des principales caractéristiques

	Unité	2010	Afterres 2050	Facteur de réduction
Emissions de GES	Mt _{éq. CO2}	7,0	2,5	2,7
Consommation Nmin	Mt	0,26	0,08	3,5
Emissions d'ammoniac	kt	34	13	2,5
Pression phytosanitaire	NODU	10,0	2,6	4
Adaptation climat	Qual.	moyenne	Bonne	
Production de blé	kt	670	540	1,25
Exportation de lait	kt	-302	37	
Productions alimentaires non-	PJ	43	137	
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	126	91	1,40

5.3 D'autres scénarios : Tendancier, SAB et REP

Dans le cadre de l'exercice de régionalisation, deux autres scénarios ont été décrits et chiffrés. Le premier scénario (scénario dit **SAB** : santé alimentation et biodiversité) prévoit :

- De garder pour l'artificialisation les hypothèses d'Afterres2050 (division par 2 du rythme actuel) ;
- D'occuper l'espace agricole avec 90% des systèmes en agriculture biologique ;
- De doubler (par rapport à Afterres2050) les surfaces d'infrastructures agroécologiques pour passer à 10% de la SAU (ce qui représente près de 100 000 ha supplémentaire) ;
- De multiplier par 5 les surfaces de maraîchage par rapport à aujourd'hui ;
- De maintenir toutes les autres hypothèses du scénario Afterres2050.

Le second scénario (scénario dit **REP** : résilience exportation et production) prévoit :

- De garder pour l'artificialisation les hypothèses d'Afterres2050 (division par 2 du rythme actuel) ;
- D'occuper l'espace agricole en 2050 avec :
 - 15% des systèmes en agriculture biologique,
 - 35% en production intégrée,
 - 50% d'agriculture conventionnelle « améliorée » (Cf – Fermes types 2050) ;
- De maintenir les surfaces d'infrastructures agroécologiques proposées par Afterres2050 ;
- D'augmenter de 20% les bovins par rapport à Afterres2050 (soit 30 000 mères supplémentaires) ;
- De proposer des régimes alimentaires dans lesquels les protéines proviendraient à part égale de productions végétales et animales ;
- De maintenir toutes les autres hypothèses du scénario Afterres2050.

Note : Un scénario dit "**tendanciel**", qui est une projection du système actuel avec ses tendances et surtout sous contraintes climatiques, a également été produit : il permet des comparaisons plus pertinentes qu'avec la situation actuelle.

L'analyse des trois scénarios (Afterres2050, SAB et REP), qui propose des modifications importantes et structurantes de la situation actuelle, montre que :

- Tous les scénarios :
 - modifient les régimes alimentaires,
 - parviennent à nourrir la population régionale,
 - réduise d'au moins 50% des GES ;
- Le scénario SAB, se montre plus « performant » que Afterres2050 et REP sur les enjeux environnementaux (émissions de GES, pression phytosanitaire, biodiversité) mais réduit les productions végétales et ses capacités exportatrices ;
- Le scénario REP, se montre plus « performant » que Afterres2050 et SAB sur les composantes de production (production de blé, de lait et solde exportateur), mais garde une pression phytosanitaire et azote importante.

Le scénario Afterres2050 est à « mi-chemin » entre les scénarios SAB et REP. La comparaison de ces trois scénarios montre que pour atteindre tous les objectifs initiaux, les voies de passages sont étroites (et proches des arbitrages d'Afterres2050), et que lorsque l'on veut aller vers d'avantage d'environnement (arbitrages SAB), on dégrade les composantes de productions et inversement. Il s'agit bien alors d'un arbitrage qu'il faut effectuer en connaissant les conséquences sur les principales composantes.

Tableau 47 : Comparaison des principales caractéristiques des scénarios

	Unité	2010	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Emissions de GES	Mtég. CO2	7,0	5,5	2,5	1,9	3,3
Consommation Nmin	Mt	0,26	0,25	0,08	0,00	0,15
Emissions d'ammoniac	kt	34	18	13	12	12
Pression phytosanitaire	NODU	10,0	6,8	2,6	0,5	5,2
Adaptation climat	Qual.	moyenne	moyenne	Bonne	Bonne	Bonne
Production de blé	kt	670	741	540	494	552
Exportation de lait	kt	-302	-175	37	38	75
Productions non-alimentaires	PJ	43	48	137	137	136
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	126	135	91	65	110

PARTIE 3

De nouveaux résultats nationaux

1 Du régional au national et du national au régional

Une des contraintes majeures de l'exercice de régionalisation réside dans le fait que la somme des 22 régions françaises doit faire un tout cohérent qui doit permettre de :

- Mieux nourrir la population française croissante ;
- Maintenir des capacités exportatrices pour répondre aux enjeux alimentaires de la zone Europe-Méditerranée ;
- Diviser par 2 les émissions de GES ;
- Produire du carbone renouvelable pour l'énergie et les matériaux ;
- Améliorer la résilience climatique des productions agricoles et sylvicole ;
- Reconquérir la qualité des ressources en eau ;
- Préserver la biodiversité et restaurer les écosystèmes ;
- Lutter contre l'artificialisation des terres fertiles ;
- Faire des sols un pivot de la durabilité des systèmes agricoles ;
- Faire vivre une agriculture et des territoires ruraux dynamiques.

Après cadrage national du scénario initial, le travail effectué avec les quatre régions partenaires a permis d'identifier des paramètres qui ont été déclinés pour l'ensemble des régions. Ce travail a abouti à une première version d'un scénario national additionnant 22 résultats régionaux. Cette version a ensuite été ajustée pour atteindre les objectifs nationaux fixés. Cet ajustement a été réalisé en modifiant les unités régionales. **Ce sont donc des allers – retours entre les différentes échelles qui ont permis d'aboutir à un scénario Afterres2050 national et 22 scénarios Afterres2050 régionaux cohérents (idem pour les 2 variantes).**

2 Scénarios Afterres2050, SAB et REP

2.1 Définition des scénarios et hypothèses retenues

Comme aux échelles régionales, deux variantes du scénario Afterres2050 ont été construites : le scénario "SAB" (Santé, Alimentation, Biodiversité) et le scénario "REP" (Résilience et Production).

Le tableau ci-dessous présente quelques unes des principales caractéristiques des scénarios étudiés. SAB met l'accent sur la qualité nutritionnelle des aliments, les aspects sanitaires et environnementaux, il pourrait être qualifié de "tout bio". REP est plus soucieux de la sécurité alimentaire, il se veut plus productif et met plus l'accent sur les exportations. Les trois variantes restent cependant toujours relativement proches, il s'agit bien de tester différentes voies pour parvenir à des objectifs similaires. On notera par exemple que le temps de pâture en élevage laitier dépasse 60 % pour les 3 variantes (contre 40 % aujourd'hui), que les systèmes bio + intégré représentent 50 % de l'assolement dans REP, que SAB utilise 20 % des résidus de culture et cultures intermédiaires en méthanisation.

Tableau 48 : Caractéristiques représentatives des scénarios étudiés

	Actuel	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
	2010	2050	2050	2050	2050
Alimentation					
Protéines végétales	38%	44%	61%	61%	48%
Surconsommation + pertes	33%	31%	20%	20%	18%
Cultures					
Bio	2%	15%	45%	90%	15%
Intégré	1%	10%	45%	7%	35%
Raisonné	97%	75%	10%	3%	50%
Elevage					
Production de lait par vache	6400	7800	6100	5900	6400
Temps de pâture	40%	36%	66%	68%	62%
Poules pondeuses en cage	69%	50%	5%	2%	15%
Porc	Conventionnel 91%	Conventionnel 74%	Bio sous bâtiment 41%	Bio sous bâtiment 64%	Amélioré 58%
Matériaux et énergie					
Taux d'utilisation des pailles comme matériau		1%	15%	10%	15%
Taux d'utilisation des pailles en méthanisation		4%	30%	20%	30%
Taux d'utilisation des cultures intermédiaires en méthanisation		7%	33%	20%	33%
Utilisation des terres					
Surfaces artificialisées (kha)	4 890	7 180	6 320	6 320	6 320
Forêts (kha)	17 000	16 440	17 590	17 740	17 760
Prairies naturelles (yc. Parcours) (kha)	9 200	7 630	8 220	8 370	8 240

Le scénario Afterres2050 intègre une augmentation jugée incompressible de 1,5 Mha de surfaces artificialisées, soit 0,8 Mha de moins que dans le scénario tendanciel. La surface de la forêt augmente légèrement de 0,6 Mha (au lieu de diminuer de 0,6 Mha), et les prairies naturelles perdent 1 Mha, au lieu de 1,5 Mha, traduisant une inflexion notable de l'évolution en cours mais sans toutefois l'annuler.

Le scénario fait l'hypothèse que la disponibilité en poisson se réduit fortement du fait des menaces pesant sur les stocks mondiaux, ce qui représente une contrainte forte sur l'équilibre alimentaire.

Le scénario Afterres2050 généralise les couverts, les techniques culturales simplifiées, les rotations longues et les infrastructures agroécologiques. Il prévoit un fort développement de l'agroforesterie, des cultures associées, et d'une manière générale de nombreuses formes d'associations, de diversifications et de mixité.

2.2 Les résultats : vue d'ensemble

Afterres2050 décrit comment il est possible de maintenir une production végétale primaire à un niveau proche de celui d'aujourd'hui en divisant par 3 l'ensemble des intrants et impacts : émissions de gaz à effet de serre (facteur 2,5 dans la version actuelle), d'ammoniac ; de consommation d'azote minéral, d'énergie, de produits phytosanitaires. Seule la consommation d'eau reste maintenue à un niveau proche (-15%) de l'actuel, les surfaces irriguées augmentant (+30%) avec toutefois une différence majeure puisque l'irrigation d'été diminue de 80% au profit de l'irrigation de printemps (ou d'automne dans une moindre mesure).

Tableau 49 : **principaux indicateurs clé** (la notation (+) et (-) indiquent le sens souhaité de l'évolution pour chaque indicateur – le meilleur scénario pour un indicateur apparaît en vert)

Scénario		Actuel	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Année		2010	2050	2050	2050	2050
Production primaire (+)	PJ	4 202	4 200	4 300	4 000	4 300
Solde exportateur (+)	PJ	530	568	474	254	624
Productions non alimentaires (+)	PJ	41	192	787	665	762
Gaz à effet de serre (-)	MteqCO ₂	114	89	46	44	51
Empreinte carbone (hors matériaux et énergie) (-)	MteqCO ₂	102	79	32	33	34
Consommation d'azote minéral (-)	Mt	2,1	1,9	0,7	0,1	1,3
Emissions d'ammoniac (-)	kt	749	388	221	185	214
Indicateur phytosanitaires (-)	M doses NODU	86	57	23	4	44
Irrigation (-)	Mds m ³	2,8	3,7	2,4	2,2	2,9
Infrastructures agroécologiques (+)	kha	526	326	1 110	890	1 043

Les arbitrages apparaissent par identification des flux de carbone finaux. L'énergie primaire (des productions végétales primaires) aboutit soit dans les produits alimentaires consommés, y compris par exportation, soit dans les matières restituées au sol, après passage éventuellement par le système digestif des animaux, ou par celui des méthaniseurs. Les chaînes trophiques se concluent donc par 4 types de systèmes digestifs, celui des humains, celui des animaux, celui des digesteurs et celui des microorganismes du sol.

Scénario		Actuel	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Année		2010	2050	2050	2050	2050
Alimentation humaine	PJ	410	450	380	380	360
Exportations	PJ	740	760	610	390	760
Energie et matériaux	PJ	40	190	790	660	760
Pertes métabolisme animal*	PJ	1 380	1 080	640	640	650
Sol	PJ	1 770	1 820	1 930	2 020	1 670

* incluant pertes carbone déjections avant épandage

Ces flux permettent de discuter des arbitrages et à chacun d'exprimer ses préférences. On peut souhaiter un scénario qui vise un niveau d'exportation plus élevé, en contrepartie c'est la vie du sol qui risque d'être pénalisée (scénario REP). Inversement un scénario qui privilégie le sol doit réduire les exportations et la production d'énergie et matériaux.

On notera en effet l'importance prise par les productions non alimentaires, qui représentent 20% de la production primaire. Il s'agit de productions d'énergie, principalement par méthanisation, et de matériaux. Ces productions sont issues des cultures intermédiaires, des éléments arborés, des résidus de culture, des déjections d'élevage, et de l'herbe non consommée par les animaux, y compris une partie des cultures de luzerne dédiées "azote / énergie". La quantité de carbone restituée aux champs est néanmoins comparable au niveau actuel, et représente environ la moitié de la production végétale primaire.

Tableau 50 : carbone restitué aux sols agricoles

Scénario		Actuel	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Année		2010	2050	2050	2050	2050
Carbone total	PJ	1 770	1 820	1 930	2 020	1 670
Carbone > 1 mois	PJ	1 290	1 280	1 390	1 370	1 230
Carbone > 6 mois	PJ	940	930	990	980	890

Le carbone > 1 mois (respectivement 6 mois) désigne la quantité de carbone, exprimée en valeur énergétique, qui reste présente 1 mois (ou 6 mois) après un apport au sol, la différence avec le carbone total représente donc l'énergie consommée par le sol en 1 mois (ou en 6 mois).

L'indicateur carbone est d'autant plus favorable au scénario Afterres2050 que l'on considère les fractions les plus stables de la matière organique, avec toujours des niveaux relativement voisins selon les scénarios considérés, seul le scénario REP étant moins bien noté que les autres. Cet indicateur est de première importance ; pour autant il est rarement pris en compte dans ce type d'exercice, son mode de calcul est incertain et son interprétation l'est tout autant.

A noter également que la réduction massive du travail du sol ralentit considérablement la dégradation de la matière organique. Au total, moins de dégradation et plus de restitution conduisent à une augmentation du stock de carbone des sols cultivés.

Les productions animales sont profondément modifiées. La majorité des systèmes d'élevage passent sous signe de qualité, les élevages en zéro pâturage et les poules en cage disparaissent au profit des élevages à l'herbe, des volières et des élevages en plein air. Les cheptels sont réduits : le troupeau laitier passe de 3,7 à 2,3 millions de vaches avec maintien (voire renforcement) des races mixtes, le troupeau allaitant de 4,2 à 1,3 de têtes. Le nombre de places de porcs charcutiers passe de 8,5 à 5,1 millions de places et celui des poulets de chair de 141 à 110 millions.

Le solde exportateur de viande augmente néanmoins, car la consommation a diminué. Il en va de même pour le lait, le solde exportateur se maintient malgré une diminution de la production de 25 à 15 milliards de litres, du fait de la diminution de la consommation.

3 Nouveaux indicateurs pour l'évaluation

3.1 Empreinte carbone

3.1.1 Définition de l'empreinte carbone

L'empreinte carbone permet d'évaluer l'impact de la consommation intérieure, et non simplement celui de la production. Les émissions de gaz à effet de serre telles que calculées par CLIMAGRI sont basées sur les émissions générées sur le territoire national. Elles incluent également les émissions générées par certains intrants importés, tels que les engrais et les aliments pour le bétail.

Un bilan d'émissions de gaz à effet de serre s'écrit en réalité comme n'importe quel bilan, avec d'une part des « ressources » qui sont les émissions effectuées sur le territoire et les émissions importées, et de l'autre des « emplois » qui sont affectés soit aux importations, soit à la consommation intérieure. C'est ce dernier poste qui représente l'empreinte, c'est-à-dire la quantité de gaz à effet de serre qui est liée à notre mode de vie et à nos consommations (voir schéma ci-dessous).

Pour calculer cette empreinte, il est donc nécessaire de calculer le contenu carbone des importations, et celui des exportations.

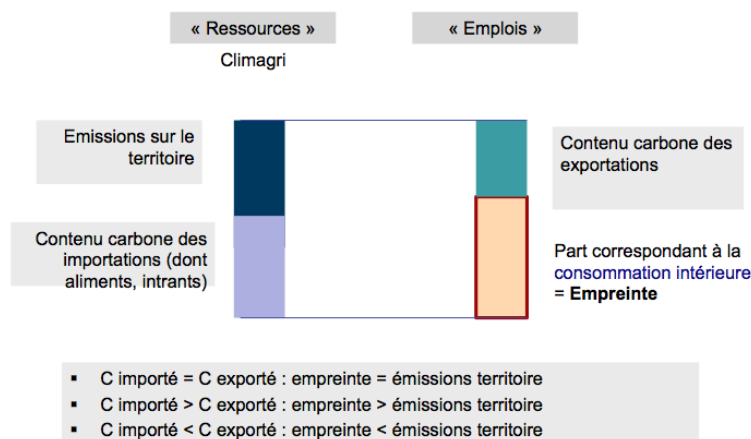


Figure 55 : Définition de l'empreinte carbone

3.1.2 Variation des émissions GES et empreinte carbone

Le schéma ci-après permet de comprendre qu'il est possible d'augmenter les émissions liées à la production sans augmenter pour autant l'empreinte carbone, en augmentant les exportations.

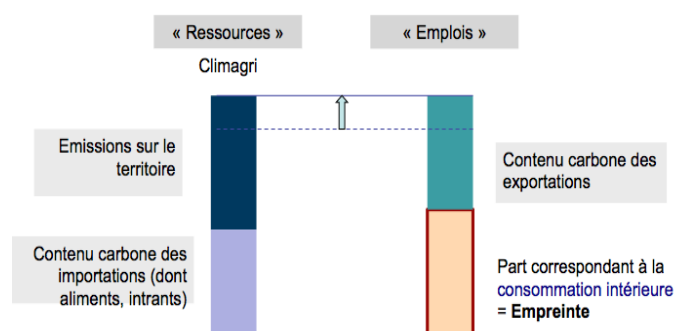


Figure 56 : Lien entre les émissions de la production et l'empreinte

Si l'augmentation de la production destinée à l'exportation implique une augmentation des intrants importés (toutes choses égales par ailleurs), les émissions associées à ces intrants importés sont elles aussi imputées aux exportations et non à l'empreinte. Dans tous les cas, l'empreinte reste inchangée, car celle-ci n'est liée qu'à la consommation, et non à la production.

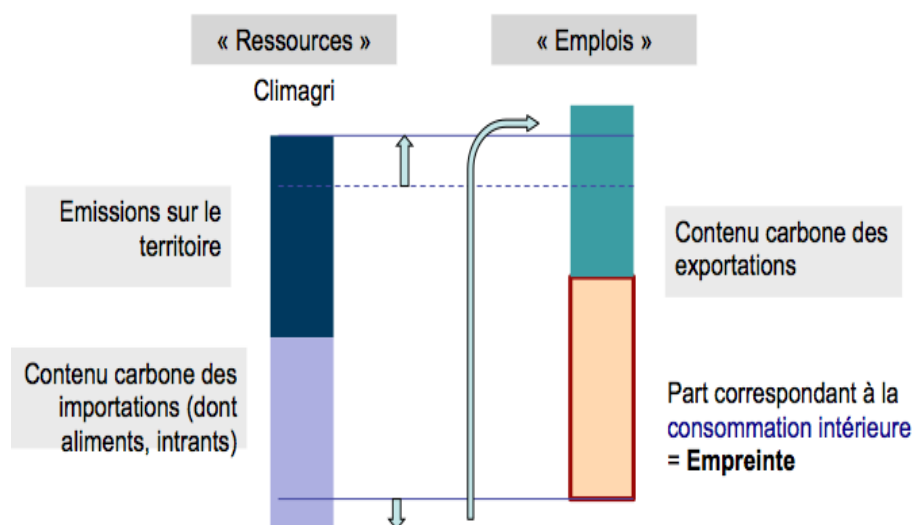


Figure 57 : Lien entre les émissions de la production et l'empreinte

3.1.3 Méthode et données d'entrée

L'évaluation des émissions associées aux importations et aux exportations a été réalisée en utilisant les coefficients d'émission issues des bases de données d'ACV, telles que Ecoinvent ou Agribalyse.

La méthode adoptée est la suivante :

CLIMAGRI permet d'estimer les émissions de GES de la production agricole française. Une autre méthode pour estimer ces productions est de multiplier les productions agricoles par leur coefficient GES tiré des analyses en ACV pour estimer les émissions de GES de chaque production. La somme ainsi obtenue doit correspondre à la valeur obtenue avec CLIMAGRI.

Il existe environ 90 données exploitables pour les productions végétales dans les bases de données du logiciel SIMAPRO (qui intègre les bases de données Ecoinvent et Agribalyse), et une dizaine pour les productions animales. Pour le lait, les valeurs sont négatives, ce qui est probablement dû à la prise en compte des effets indirects (stockage de carbone en prairie) et à une répartition discutable des émissions entre viande et lait. Pour cette valeur, nous avons adopté une valeur de 1,46 tCO₂/t lait, qui résulte de la moyenne des analyses effectuées à SOLAGRO grâce aux outils PLANETE et DIATERRE.

Le tableau ci-dessous indique les valeurs retenues dans l'analyse. Certaines ne reposent que sur des analyses uniques, d'autres sont des moyennes entre des productions aux Etats-Unis, en France, en Europe, etc. Nous avons distingué les ACV de l'agriculture biologique des autres systèmes de production. Pour les productions pour lesquelles on ne dispose pas de valeur, nous avons adopté les valeurs des cultures les plus proches.

Tableau 51 : Valeurs retenues d'émissions de GES par production agricole

Production	Valeur retenue
	T éq.CO ₂ /t
Avoine	0,54
Betterave	0,05
Blé	0,58
Canne à sucre	0,02
Graine de colza	1,28
Légumes	1,30
Maïs	0,35
Orge	0,46
Pois fourragers	0,83
Pomme de terre	0,13
Riz	1,56
Seigle	0,29
Soja	0,82
Sorgho	0,16
Tournesol	1,10
Viande bovine	11,55
Viande de volaille	1,77
Lait	1,46
Viande porcine	2,04
Œuf	1,91
Viande de mouton	4,00
Céréales	0,47
Oléagineux	1,07
Protéagineux	0,82
Autres	0,79

Pour éviter les doubles comptes, on ne comptabilise dans les productions que les productions « finales » : c'est-à-dire que l'on ajoute les productions végétales et les productions animales, mais on retranche les productions végétales utilisées pour nourrir les animaux, qui seraient sinon comptées deux fois, puisque les ACV sur les productions animales intègrent bien entendu l'alimentation des animaux. Par exemple la production de blé pour l'année 2010 est de 37 millions de tonnes, 9 millions sont utilisées pour nourrir les animaux produits en France, la production nette de blé est donc de 28 millions de tonnes.

Tableau 52 : Les émissions calculées pour les productions françaises

Produit	Produit (codes)	Production finale Kt	Emissions tCO2/t	Emissions kt
		2010	2010	2010
Blé	2511	27 850	0,60	16 776
Orge	2513	6 610	0,47	3 126
Maïs	2514	8 604	0,36	3 110
Seigle	2515	43	0,30	13
Céréales, Autres	2520	161	0,48	78
Pommes de Terre	2531	5 869	0,13	776
Betteraves à Sucre	2537	30 771	0,05	1 689
Pois	2547	550	0,85	468
Légumineuses Autres	2549	341	0,85	290
Graines de Tournesol	2557	1 559	1,13	1 760
Graines Colza/Moutarde	2558	4 084	1,32	5 388
Plantes Oleifères, Autre	2570	51	1,10	56
Tomates	2601	1 062	1,34	1 427
Oignons	2602	350	1,34	470
Légumes, Autres	2605	5 606	1,34	7 534
Oranges, Mandarines	2611	39	1,34	52
Pommes	2617	1 137	1,34	1 528
Raisin	2620	5 924	1,34	7 961
Fruits, Autres	2625	1 623	1,34	2 182
Viande de Bovins	2731	1 283	11,91	15 280
Viande d'Ovins/Caprins	2732	42	4,12	175
Viande de Suides	2733	1 988	2,10	4 174
Viande de Volailles	2734	1 988	1,82	3 618
Riz (Eq Blanchi)	2805	83	1,61	134
Lait - Excl Beurre	2948	25 462	1,50	38 193
Œufs	2949	962	1,97	1 895
TOTAL				118.155

Le total des émissions de GES de la production agricole finale est donc de 118 Mt équ. CO₂. Ce chiffre est à comparer aux 114 MtéqCO₂ estimées selon le format de calcul CLIMAGRI. Soit une différence de 3,5 % seulement.

Nous ferons donc l'hypothèse que le calcul des émissions, en utilisant les facteurs moyens des bases de données, fournit une évaluation correcte pour l'année de référence 2010, en utilisant un facteur de calage de 0,965.

Pour les émissions à plus long terme, il n'est plus possible d'utiliser les valeurs 2010, mais il n'est pas non plus possible de déterminer les facteurs de production des cultures dans les différentes régions du monde exportatrices ou importatrices vis-à-vis de la France.

Nous avons donc considéré que les facteurs d'émissions allaient en diminuant pour tenir compte d'une réduction des émissions spécifiques de GES, en t éqO₂/t de produit. Nous avons fait l'hypothèse que cette réduction affectait l'ensemble des productions de manière uniforme. Pour obtenir en 2050 la même valeur que celle calculée avec CLIMAGRI, il apparaît nécessaire de multiplier les valeurs actuelles par un coefficient de 0,67. Ce qui signifie que chaque production agricole génère 1/3 de GES en moins : le gain global « facteur 2 » est lié pour moitié à ce gain unitaire, et pour l'autre moitié à des changements de la structure de la production (diminution lait et viande, augmentation relative des productions végétales).

Les bases de données SIMAPRO fournissent des valeurs sur les productions biologiques qui confirment cette tendance. Le nombre d'ACV pour les productions biologiques est encore plus restreint et la comparaison est donc purement indicative. On peut simplement dire que les données ne contredisent pas l'hypothèse précédente.

Tableau 53 : Facteurs d'émissions de l'agriculture biologique et taux de réduction

Productions	Facteur d'émission agriculture biologique	Facteur d'émission hors AB	Taux de réduction AB / non AB
Avoine	0,38	0,55	0,69
Blé	0,38	0,60	0,64
Graine de colza	0,68	1,32	0,52
Légumes	1,15	1,34	0,86
Maïs	0,42	0,36	1,17
Orge	0,31	0,47	0,65
Pois fourragers	0,89	0,85	1,04

Avec cette méthode, il est donc possible d'estimer les facteurs d'émission de chaque production agricole exportée ou importée.

Une difficulté réside dans la grande rareté des valeurs pour les productions importées comme les fruits et légumes, café, cacao, ainsi que pour les productions halieutiques. Cependant ces postes ne semblent pas peser beaucoup dans le bilan global, et il s'agit de productions largement importées pour lesquelles les questions d'arbitrage se posent moins.

3.1.3.1 Résultats et analyse de sensibilité

La méthode permet de réaliser des bilans GES pour chaque production : il suffit d'appliquer les coefficients d'émission sur le bilan de masse. On peut ainsi distinguer en ajoutant l'ensemble des productions, les émissions de GES liées aux importations, aux productions, aux consommations et aux exportations ainsi qu'aux traitements ; le poste alimentation animale (destinée aux élevages en France) disparaît puisqu'il est décompté.

Le scénario Afterres peut donc s'évaluer comme indiqué par le tableau et graphique ci-dessous.

Tableau 54 : Les résultats d'émissions de GES d'Afterres – Productions – Importations – Empreinte – Exportation

Mteq.CO ₂	2010	2050	Taux de réduction
Productions (Σ productions x facteurs d'émission = Climagri)	114	46	2,5
Importations (hors alimentation animale comptée dans facteurs d'émission des productions)	25	6	
Empreinte (consommation intérieure)	89	31	2,9
Exportations	39	20	

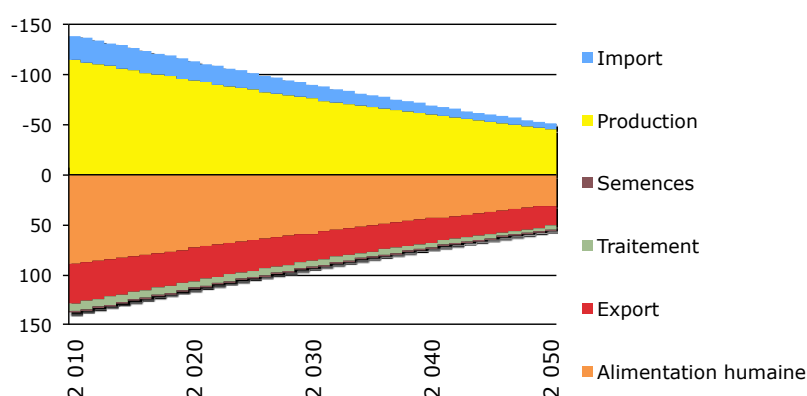


Figure 58 : Les évolutions d'émissions de GES entre 2010 et 2050 dans le scénario Afterres

On observe que les émissions « Climagri », c'est-à-dire les émissions associées à la production, passent de 114 à 46 MteqCO₂ soit un facteur 2,5. L'empreinte suit la même évolution avec un facteur de réduction encore supérieur, de 2,9.

Le solde exportations – importations reste positif et varie peu : 14 MteqCO₂ en 2050, contre 15 actuellement.

Nous avons modélisé un scénario alternatif dans lequel le cheptel bovin lait serait conservé à l'identique par rapport à aujourd'hui. Toutes choses égales par ailleurs, cela se traduit par une augmentation des exportations de lait, puisque les consommations restent les mêmes que celles du scénario Afterres de 2011.

Tableau 55 : Les résultats d'émissions de GES d'un scénario alternatif « lait » – Productions – Importations – Empreinte –

Mteq.CO ₂	2010	2050	Taux de réduction
Productions ($\sum$ productions x facteurs d'émission = Climagri)	114	54	2
Importations (hors alimentation animale comptée dans facteurs d'émission des productions)	25	6	
Empreinte (consommation intérieure)	89	31	2,9
Exportations	39	28	

Logiquement, l'empreinte ne change pas, elle passe toujours de 89 à 31 MteqCO₂. En revanche, la production n'est réduite que d'un facteur 2. C'est le solde export – import qui augmente significativement, passant de 15 à 22 MteqCO₂.

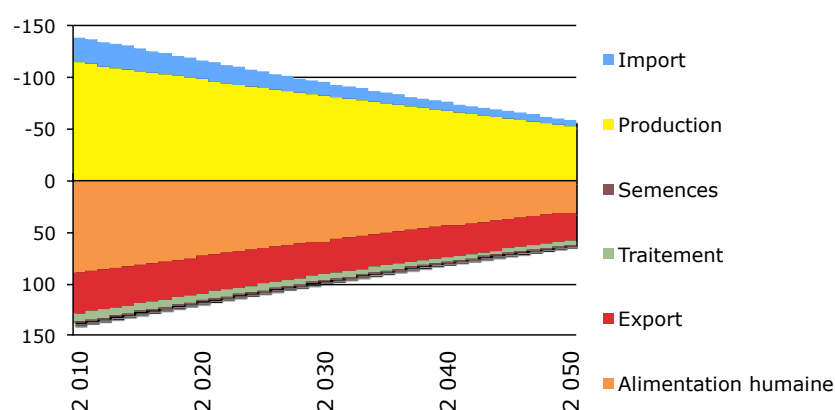


Figure 59 : Les évolutions d'émissions de GES entre 2010 et 2050 d'un scénario alternatif « lait »

Ces calculs sont sensibles : en particulier le solde export import nécessite de bien connaître le solde exportateur par produit, et de disposer des coefficients d'émission de GES des produits concernés.

Les émissions GES des produits tropicaux sont peu documentés.

D'autre part, on suppose une équivalence dans les émissions entre du blé importé et du blé exporté, par exemple. Implicitement, cela revient à dire que le coefficient GES du blé est celui du pays dont le solde exportateur est positif : si la France vend plus de blé à l'Italie que le contraire, on compte un bénéfice pour la France qui est basé sur le coefficient GES du blé français, non du blé italien. Si le coefficient GES de l'Italie est plus élevé, le gain pour l'Italie serait plus élevé, puisque l'Italie aurait du produire, au lieu d'importer, à un coût carbone supérieur. On pourrait donc logiquement imputer un bilan GES aux exportations nettes qui tiendrait compte non du coefficient GES des productions françaises, mais des pays importateurs.

En toute logique, il faudrait alors tenir le même raisonnement pour les productions importées, notamment les produits tropicaux. Ce raisonnement trouve ainsi ses limites, puisqu'il est évident qu'il vaut mieux produire du café et du cacao dans les régions adéquates plutôt qu'en France métropolitaine. Dans l'estimation de l'empreinte carbone, c'est bien la production de cacao en Côte d'Ivoire qui est comptée, et non les émissions virtuelles de plantations de cacao en France.

On peut admettre que les produits faisant l'objet d'un double flux, importations et exportations à la fois, sont échangés avec des pays producteurs dont les conditions agronomiques sont comparables à celles de la France, ce qui validerait le raisonnement en solde exportateur.

Au final, pour résumer la méthode retenue pour le calcul de l'empreinte carbone :

- on calcule les émissions de GES sur les soldes exportateurs
- les émissions de GES sont celles des pays exportateurs net : c'est-à-dire la France pour les céréales, vins, lait, etc ; les Amériques pour le soja.
- il existe de fortes incertitudes sur le contenu carbone des fruits et légumes compte tenu de la diversité des approvisionnements et des régions d'origine.

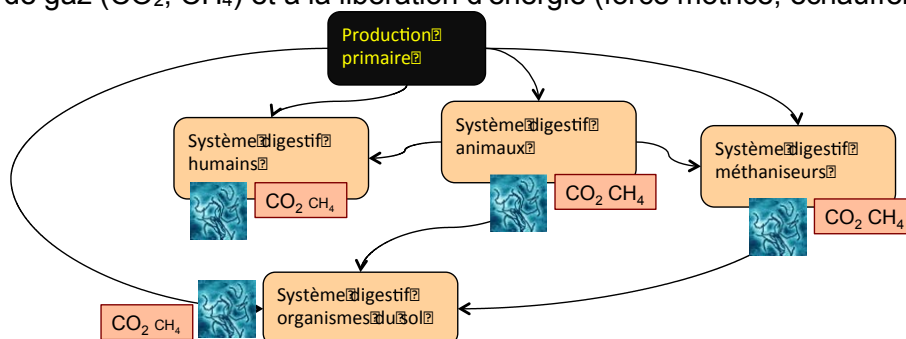
3.2 Flux de carbone et d'énergie : méthode

Les flux d'énergie sont directement liés aux flux de carbone. Les principaux flux ont été calculés pour le secteur agricole.

La modélisation des flux d'énergie dans l'agrosystème global est complexe. Pour simplifier, on peut considérer que la production primaire nette (c'est-à-dire directement issue de la photosynthèse par les plantes cultivées) aboutit in fine :

- dans le système digestif des humains
- dans le système digestif des animaux, dont les productions en terme de flux d'énergie sont consommées soit par les humains, soit par les organismes du sol (déjections)
- directement dans le système digestif des organismes vivants du sol : il s'agit des racines des plantes, des résidus de culture laissés au sol.
- au passage une partie de ces flux peut passer par d'autres modes de transformation : compostage, méthanisation, voire combustion, etc.
- une partie est immobilisée dans des matériaux dont la durée de vie peut être très variable.

A chaque transformation, le métabolisme des organismes hétérotrophes conduit à la production de gaz (CO_2 , CH_4) et à la libération d'énergie (force motrice, échauffement).



Nous avons cherché à estimer ces principaux flux pour l'année de référence 2010 et les différents scénarios à 2050

Scénario		Actuel	Tendanciel	AFTERRES2050 v. Oct. 2015	SAB	REP
Année		2010	2050	2050	2050	2050
Production primaire nette	PJ	4 200	4 200	4 300	4 000	4 200
Alimentation humaine	PJ	400	440	380	370	360
Exportations	PJ	710	730	600	390	750
Energie et matériaux	PJ	40	180	780	660	760
Pertes métabolisme animal*	PJ	1 120	890	560	560	580
Sol	PJ	1 920	1 910	1 960	2 060	1 730

* incluant pertes carbone déjections avant épandage

Pour la situation actuelle, on estime ainsi que la production primaire nette (PPN) est de 4.200 PJ par an, ce qui comprend l'ensemble de la biomasse aérienne et souterraine des plantes cultivées, y compris les éléments arborés de l'agrosystème.

Sur cette production, la valeur des exportations vers les pays tiers est estimée à 710 PJ. L'alimentation humaine intérieure représente 400 PJ, dont 60% de produits végétaux et 40% de produits animaux.

Les pertes par le métabolisme (plus exactement la différence entre l'énergie des aliments et l'énergie des produits : lait, viande, oeufs, déjections) des animaux représente 1000 PJ. On peut y ajouter les pertes liées au stockage des déjections d'élevage, que l'on peut estimer à au minimum 20%, soit un total de 1.120 PJ.

Les végétaux laissés au champs, y compris racines et chaumes, totalisent 1.400 PJ.

Le total des flux de matières laissées ou apportées au champs, qui vont donc nourrir le microbiome du sol, représente au final 1.920 PJ, soit près de la moitié de la PPN.

La PPN des autres scénarios ne varie pratiquement pas, sauf dans le cas du scénario SAB qui perd 5% par rapport à la situation actuelle. La valeur des exportations est également sensiblement réduite dans le cas de SAB, à un moindre degré pour Afterres2050, mais augmentent dans REP.

Afterres et REP voient tous deux la valeur énergétique des biomasses agricoles utilisées pour l'énergie ou comme matériau augmenter de manière très importante, à un niveau comparable, voire supérieur, à celui des exportations.

Les pertes par métabolisme animal sont nettement réduites pour les 3 scénarios Afterres, SAB et REP.

Les apports au sol sont les plus élevés pour SAB, suivi d'Afterres puis de REP. Seul le scénario REP voit ces apports diminuer par rapport à aujourd'hui.

Ces flux permettent de discuter des arbitrages et à chacun d'exprimer ses préférences. On peut souhaiter un scénario qui vise un niveau d'exportation plus élevé, en contrepartie c'est la vie du sol qui risque d'être pénalisée (scénario ReP). Inversement un scénario qui privilégie le sol doit réduire les exportations et la production d'énergie et matériaux.

On notera en effet l'importance prise par les productions non alimentaires, qui représentent 20% de la production primaire. Il s'agit de productions d'énergie, principalement par méthanisation, et de matériaux. Ces productions sont issues des cultures intermédiaires, des éléments arborés, des résidus de culture, des déjections d'élevage, et de l'herbe non consommée par les animaux, y compris une partie des cultures de luzerne dédiées "azote / énergie". La quantité de carbone restituée aux champs est néanmoins comparable au niveau actuel, et représente environ la moitié de la production végétale primaire.

Il convient de préciser les apports de carbone au sol. On peut distinguer notamment le carbone "stable" du carbone "labile", ce dernier étant la principale source d'énergie de court et moyen terme pour les organismes du sol. Nous avons donc affecté chaque type d'apport d'un coefficient qui exprime la quantité de carbone restant après 1 mois puis après 6 mois.

Tableau 56 : carbone restitué aux sols agricoles

Scénario		Actuel	Tendanciel	Afterres2050	SAB	REP
Année		2010	2050	2050	2050	2050
Carbone total	PJ	1 850	1 860	1 940	2 040	1 700
Carbone > 1 mois	PJ	1 280	1 310	1 470	1 490	1 280
Carbone > 6 mois	PJ	870	910	1 050	1 070	910

Le carbone > 1 mois (ou > 6 mois) désigne la quantité de carbone, exprimée en valeur énergétique, qui reste présente 1 mois (ou 6 mois) après un apport au sol, la différence avec le carbone total représente donc l'énergie consommée par le sol en 1 mois (ou en 6 mois).

Si le scénario SAB s'avère le mieux placé pour l'apport de matière organique aux sols, le scénario Afterres est équivalent lorsque l'on prend en compte le carbone résiduel. Ceci est dû au fait notamment qu'une partie significative des apports, dans Afterres, provient de l'utilisation du digestat, une partie du carbone labile ayant déjà été convertie en biogaz.

Cet indicateur est de première importance ; pour autant il est rarement pris en compte dans ce type d'exercice, son mode de calcul est incertain et son interprétation l'est tout autant.

A noter également que la réduction massive du travail du sol ralentit considérablement la dégradation de la matière organique. Au total, moins de dégradation et plus de restitution conduisent à une augmentation du stock de carbone des sols cultivés.

4 Une première approche socio-économique

Une évaluation socio-économique a été confiée à Philippe Quirion, du CIRED, pour évaluer l'évolution nette en emplois à l'horizon 2030. Le scénario Afterres2050 permet de conserver 73 000 emplois agricoles, par rapport à un scénario tendanciel. Au rythme actuel, l'agriculture devrait en effet perdre encore 123 000 emplois d'ici 2030, contre "seulement" 50 000 dans le scénario Afterres2050, selon le mode de calcul utilisé. Le revenu par actif agricole est supérieur à son niveau actuel, et légèrement inférieur à celui du scénario tendanciel. Ce chiffre est calculé uniquement sur le périmètre des productions agricoles proprement dites : il ne compte pas les diversifications vers des activités de transformation et de distribution, qui seraient favorisées par les circuits courts de proximité par exemple, et il n'impute pas au secteur agricole les nouvelles activités générées en aval, comme la production de biomasse pour les matériaux et l'énergie.

Ces calculs ne tiennent pas compte des externalités positives, comme la diminution possible des coûts de potabilisation de l'eau, de santé publique, etc.

L'agroalimentaire n'est pas perdante : elle crée encore 39 000 emplois, nettement moins que les 117 000 emplois créés dans le scénario tendanciel, mais il est difficile de qualifier cette évolution de catastrophe industrielle.

L'explication tient principalement dans le fait que le volume de production diminue nettement moins que les consommations intermédiaires, la valeur ajoutée (égale à la différence entre la production et les consommations intermédiaires) est au final plus élevée que dans le scénario tendanciel. Quel que soit le scénario envisagé, la clé de l'évolution de l'emploi reste l'évolution de la productivité : celle-ci a été multipliée par 5 dans le secteur agricole depuis 1980, contre 2 pour l'ensemble de l'économie, ce qui explique que la part de l'emploi agricole régresse. Rien ne permet encore d'affirmer que la productivité évoluerait différemment entre scénarios. C'est donc bien la différence entre le scénario tendanciel et le scénario Afterres2050 qu'il faut analyser, et le gain en emplois dû aux effets de modification du système et des pratiques est très net.

73 000 emplois de plus pour l'agriculture, 78 000 de moins pour l'agroalimentaire, en valeur relative : mais la somme n'est pas nulle. En effet, les ménages gagnent directement ou indirectement près de 10 milliards d'euros de pouvoir d'achat. Le prix unitaire des produits agricoles est supérieur pour Afterres2050, mais ceci est compensé par la diminution des quantités consommées et surtout la modification de l'assiette, car les protéines d'origine végétale sont moins chères. Cette hausse de pouvoir d'achat se traduit par une augmentation de la demande dans les autres secteurs économiques, avec au final un gain net de 144 000 emplois.

Le calcul s'effectue sans modifier les régimes de fiscalité. En particulier les subventions à l'agriculture sont restées identiques. La discussion est ouverte à ce sujet : les 10 milliards d'euros dont bénéficieraient les ménages ne doivent-ils pas être affectés prioritairement à l'agriculture et au soutien au revenu agricole ? Les analyses préliminaires montrent que, loin d'être une catastrophe pour l'agriculture, le scénario Afterres2050 s'en sort au moins aussi bien que le scénario tendanciel, qui suppose que tout puisse fonctionner demain comme aujourd'hui, ce qui, sans doute plus que le scénario Afterres2050, constitue bien un défi technique et sociétal.

5 Éléments de conclusion et perspectives

5.1 Une co-construction régionale fructueuse

La mobilisation des acteurs et la qualité des échanges dans les régions partenaires ont constitué un élément important de la réussite du projet. Si la mobilisation initiale était surtout révélatrice de l'intérêt du sujet ou de la curiosité des participants, le maintien de la dynamique a accrédité la méthodologie proposée et l'intérêt pour l'exercice prospectif. La différenciation des rôles d'animation et d'apport technique est confirmé comme un élément important de la bonne conduite d'une telle démarche. De même, des méthodes d'animations « innovantes » sont plus que nécessaires pour mener à bien ces réflexions complexes avec un public mixte. Lors du séminaire de clôture des 15 et 16 octobre 2015, les intérêts suivants ont été mentionnés par les acteurs du processus de régionalisation :

- réponse à un besoin d'outil de prospective autour des questions climatiques et alimentaires,
- opportunité pour réunir et permettre l'échange entre acteurs assez différents,
- possibilité de réfléchir de manière posée et optimiste à l'avenir, en évacuant les conflits immédiats, et proposer un cadre de réflexion souple,
- établissement d'un lien fort entre la question agricole et la question énergétique
- données chiffrées identifiant les limites, les interconnexions permettant d'alimenter un débat complexe,
- meilleure compréhension globale du monde de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement,
- appréhension de sujets complexes avec toutes les parties prenantes
- prise en compte de la physionomie des régions sans se déconnecter du niveau national (enjeux import/export)
- démonstration qu'il n'y a pas d'opposition entre une agriculture prospère, une alimentation saine (et plus locale) et de la biodiversité

5.2 Un enrichissement du travail prospectif initial

5.2.1 Les apports des travaux en région

Le travail de co-construction de systèmes agricoles adaptés à leurs contextes, climatiquement résilients et agroécologiquement robustes a conduit à revoir en profondeur les unités agricoles en terme de rotation, gestion de l'inter-culture, itinéraires techniques, dimensionnement et gestion des troupeaux bovins.

A l'issue de cet exercice de déconstruction/reconstruction des unités agricoles (productions animales ou végétales), il apparaît clairement que, en 2050, pour les régions explorées :

- les assolements sont nettement plus diversifiés qu'aujourd'hui,
- les céréales (blé et orge) et le colza cèdent du terrain notamment aux protéagineux,
- le niveau de production des grains est réduit de 40 % (effet de la diminution de la surface et des rendements), ainsi que le solde exportateur (différence entre productions et besoins),
- le niveau de la production végétale globale est constant. Une part importante de cette production provient, en 2050, des cultures intermédiaires,
- le nombre de bovin est divisé par 2,
- la région couvre ses besoins en lait et en viande,
- la région augmente son solde extérieur de protéines végétales,
- les unités agricoles :
 - gagnent en autonomie en réduisant la consommation d'engrais, de fioul et de produits phytosanitaires, d'eau et d'aliments du bétail (fourrage et concentrés),
 - diversifient leurs sources de revenus (diversification des assolements, production de biomasse énergétique, vente d'énergie),
 - sont moins sensibles aux aléas climatiques et économiques (notamment via la diversification des productions et des sources de revenus),
 - utilisent la méthanisation comme un outil au service de la durabilité et de la résilience (recirculation de l'azote, diversification des productions, généralisation des intercultures, allongement des rotations, gestion du salissement).

L'évaluation de la performance environnementale montre que les objectifs peuvent être atteints (et ce dans chaque région) :

- réduction des GES d'un facteur 2,
- réduction des pressions « azote » d'un facteur 2 et la nécessité de construire des systèmes de grandes cultures autonomes en azote pour pouvoir les démultiplier
- réduction de la pression phytosanitaire d'un facteur 3 à 4,
- mise en place de 5 % d'IAE,
- réduction des émissions d'ammoniac de plus de 50%.

5.2.2 Les réflexions engagées pour la régionalisation de l'outil

Les travaux nécessaires à la construction d'un outil capable de produire des scénarios régionaux ont permis de considérablement affiner la réflexion sur :

- l'artificialisation des sols et l'importance de sa maîtrise,
- les possibilités d'évolution du cheptel bovin,
- le cycle de l'azote et du carbone,
- la vulnérabilité climatique des systèmes de cultures
- les indicateurs d'impact.

5.2.3 Les apports du Conseil Scientifique

Le conseil scientifique, assidu et coopératif, a joué un rôle important à la fois pour conforter les principales hypothèses et résultats et pour les questionner avec vigilance. Plusieurs questions devraient être approfondies dans le cadre de prochains travaux de recherche menés en collaboration. Lors du séminaire de clôture des 15 et 16 octobre 2015, les membres du Conseil Scientifique présents ont mentionné :

- L'intérêt pour des scénarios basé sur des flux physiques et non économiques (et donc plus inventifs) ;
- Qu'Afterres2050 est une source de réflexions et non de solutions ;
- L'intérêt de lier agriculture et alimentation. "Il y a une césure majeure entre les recherches agronomiques et les recherches alimentaires. Il faut faire des recherches couplées et dépasser les spécialisations des laboratoires."
- Des nouveaux champs pour la recherche :
 - Les marges de progrès d'une approche par l'amélioration des systèmes agricoles (et alimentaires) pour répondre aux enjeux sociétaux ;
 - Les liens entre agriculture, alimentation, santé et environnement ;
 - Les moteurs de la consommation et les déterminants du changement des comportements alimentaires ;
 - Les déterminants du changement des systèmes et des pratiques ;
 - Les services éco-systémiques de l'agriculture ;
 - Les modèles de l'économie circulaire appliqués aux systèmes alimentaires ;
 - Les outils et les méthodes pour alimenter la réflexion et conduire le changement.

5.2.4 Regards extérieurs

Lors du séminaire de clôture des 15 et 16 octobre 2015, plusieurs grands témoins (sociologue, économiste, énergéticien) ont été amenés à donner leurs points de vue sur les travaux d'Afterres2050.

Du point de vue du monde de l'énergie (Négawatt), Afterres2050, a permis :

- de vérifier que les flux (matière mobilisée et énergie consommée / produite) sont compatibles avec la vision portée par l'Association Négawatt (sobriété, efficacité, renouvelable)
- de faire apparaître les synergies plus importantes entre les enjeux agricoles et énergétiques, et notamment la place de la méthanisation.

D'un point de vue sociologique, Afterres2050, a permis :

- de rendre, le débat plus intelligent et intelligible, notamment par le choix d'une échelle pertinentes pour comprendre et avancer
- de rendre visible les possibles (les espaces dans lesquels agir) et les limites
- d'identifier des verrouillages socio-techniques (liens entre acteurs, normes et pratiques)
- de rendre visible le chemin de la transition :
 - en identifiant un point d'arrivée crédible et souhaitable
 - en permettant de rendre compte du rythme auquel il faut mener les transitions
 - en identifiant dès maintenant les acteurs « Afterres2050-compatibles » (partageant à la fois les enjeux, l'urgence de la situation et donc le rythme auquel il faut avancer) et les acteurs incompatibles ("on ne peut pas travailler avec tout le monde"). Notons que ces acteurs "verrouillant" disposent aujourd'hui de beaucoup de moyens (y compris des aides publiques) pour des résultats trop faibles au regard des enjeux.

D'un point de vue économique, Afterres2050, a permis de faire apparaître des convergences entre des intérêts économiques et environnementaux. Ces intérêts croisés sont aujourd'hui présents (sous forme de signaux faibles) dans le monde de l'économie et de la finance :

- désinvestissement des valeurs fossiles,
- demande de caractérisation des exigences environnement dans les investissements,
- montée des exigences Responsabilité Sociale et Environnementale (RSE) et Investissement Socialement Responsable (ISR) (dans les financements).

5.3 Perspectives

Ce travail effectué de 2013 à 2015 a donc permis de valider les hypothèses (y compris à une échelle régionale), de définir un état souhaitable et crédible à l'horizon 2050 et d'identifier les leviers prioritaires. Pour la suite des travaux (2016-2017) plusieurs pistes sont ouvertes dont 4 principales :

- intensifier la communication pour contribuer au débat public,
- compléter les champs d'études,
- travailler sur de nouveaux territoires et de nouvelles échelles,
- passer à l'action sur des TEAPOS.

5.3.1 Intensifier la communication pour contribuer au débat public

Maintenant que le scénario, ses variantes (SAB et REP) et ses déclinaisons régionales (4 régions testées et 18 régions extrapolées) sont robustes et crédibles, une diffusion plus large des résultats permettrait « d'alimenter » les débats sur la triple transition (alimentaire, énergétique, environnementale). Ces débats devant continuer à réunir un public large et diversifié. Des outils et des moyens de communication sont en cours de mise en œuvre : blog Afterres2050, conférences à la demande (assurées par l'équipe SOLAGRO). Ces moyens sont insuffisants au regard des enjeux et des besoins exprimés. Renforcer la communication d'Afterres2050 peut passer par :

- la formation d'« Ambassadeurs d'Afterres2050 »,
- la création d'outils de communication,
- un travail sur l'imaginaire (paysages et histoires).

5.3.2 Compléter les champs d'études

De nombreux paramètres techniques entre le champ et l'assiette (ou la forêt et le produit bois) ont été affinés lors de la période 2013-2015. Cependant les points suivants mériteraient une expertise complémentaire soit pour leur contribution GES, soit pour leur importance stratégique. On peut citer :

- l'industrie agro-alimentaire,
- les modes de commercialisation et de consommation,
- le chiffrage (y compris économique) des services éco-systémiques,
- le système forêt / bois,
- l'assiette (nutriments, fibre, oligoéléments).

Toutes ces nouvelles expertises devront ensuite trouver leur place dans l'outil MoSUT et devenir des champs paramétrables et « scénarisable ». Cela suppose évidemment de modifier l'outil pour le rendre capable de prendre en compte ces nouvelles données.

Une analyse au niveau national sur la transition est indispensable : après avoir défini un état de l'agriculture et la forêt et de l'alimentation « souhaitable » en 2050, il faut s'attacher à définir « le chemin » pour y arriver. Cela suppose de connaître :

- le rythme de mise en place des principaux leviers,
- les principaux freins existants,
- les principaux leviers existants.

Dans l'optique de compléter les champs d'étude, le maintien d'une animation scientifique interdisciplinaire doit être privilégiée. Cette animation peut prendre plusieurs formes : animation d'un groupe dédié à Afterres2050, organisation de séminaires mettant en commun des groupes existants en France et en Europe (alimentation durable, agroécologie...), animation d'un RMT « systèmes alimentaires ».

5.3.3 Territoires

Après les échelles nationale et régionales quelles peuvent-être les déclinaisons pertinentes pour déployer la « logique Afterres2050 » ? Un axe de travail consisterait donc à tester l'outil MoSUT dans d'autres contextes, par exemple pour d'autres pays européens, ou pour l'Europe dans son ensemble.

La valorisation du travail effectué sur la période 2013-2015 devrait permettre d'initier des débats et des réflexions au-delà des 4 régions qui ont fait l'objet d'un zoom sur la période 2013-2015. La publication d'un « Atlas régional » avec les données existantes sur les 14 nouvelles grandes régions pourrait-être un bon outil pour initier ces débats.

5.3.4 Passer à l'action sur des TEAPOS

Un autre axe de travail consiste à tester l'outil MoSUT à des échelles territoriales intermédiaires (métropole ou communauté de communes). L'idée est de tester un concept de "territoires à alimentation et énergie positive" (TEAPOS), à partir des TEPOS (territoires à énergie positive) dont l'ambition est de mobiliser tout à la fois le gisement d'économie d'énergie et le potentiel de production d'énergie renouvelable du territoire. Initier ou accompagner la triple transition et participer à la conduite du changement sur des territoires de projets, suppose de mettre en place des outils. Le passage à l'action se ferait donc en 2 étapes :

- La définition, d'outils et de méthodes pour engager et accompagner la réflexion et conduire le changement à l'échelle des territoires ;
- Un test grandeur nature sur 2 - 3 territoires volontaires.

Annexes

Annexe 1 : Comptes rendus du Comité National de Suivi

Annexe 1.1 : Compte rendu du 1^{er} Comité National de Suivi (CNS1) du 5 septembre 2013

Annexe 1.2 : Compte rendu du 2nd Comité National de Suivi (CNS2) du 2 juillet 2014

Annexe 1.3 : Compte rendu du 3^{ème} Comité National de Suivi (CNS3) du 2 juillet 2015

Annexe 2 : Le Conseil Scientifique

Annexe 2.1 : Présentation des membres du Conseil Scientifique

Annexe 2.2 : Compte rendu du 1^{er} Conseil Scientifique (CS1) du 28 janvier 2014

Annexe 2.3 : Compte rendu du 2^{ème} Conseil Scientifique (CS2) du 3 juillet 2014

Annexe 2.4 : Compte rendu du 3^{ème} Conseil Scientifique (CS3) du 30 mars 2015

Annexe 3 : Evaluations régionales climagri 2010 - 2050

Annexe 4 : Comptes Rendu des réunions de concertation en région Centre-Val-de-Loire

Annexe 4.1 : Contrat d'Animation

Annexe 4.2 : Compte rendu du 1^{er} Conseil Régional de Suivi du 16 décembre 2013

Annexe 4.3 : Compte rendu du 2^e Conseil Régional de Suivi du 11 septembre 2014

Annexe 1 : Comptes rendus du Comité National de Suivi

Annexe 1.1 :

Compte rendu du 1^{er} Comité National de Suivi (CNS1) du 5 septembre 2013

Annexe 1.2 :

Compte rendu du 2nd Comité National de Suivi (CNS2) du 2 juillet 2014

Annexe 1.3 :

Compte rendu du 3^{ème} Comité National de Suivi (CNS3) du 2 juillet 2015

Afterres2050 – Phase 2 - Régionalisation
Comité National de Suivi
Compte-rendu « CNS1 »

Jeudi 5 septembre 2013 – 9h30 à 16h45
ADEME, 27 rue Louis Vicat - Paris

Liste des participants

Présents

• FAUCHEUX Benoit	Conseil Régional Centre
• CRAMPON Nicolas	Conseil Régional Picardie
• LAPP Karim	Conseil Régional IDF
• GAUTHIER Raphaëlle	Conseil Régional Rhône-Alpes
• CHARBONNIER Virginie	Conseil Régional Rhône-Alpes
• KELLER Olivier	Conseil Régional Rhône-Alpes
• DUCOURTIL Brigitte	Conseil Régional Rhône-Alpes
• MARTIN Sarah	ADEME SAF
• Bardinal Marc	ADEME SAF
• Fortain Aude	ADEME IDF
• BESNARD Éva	ADEME IDF
• FABRY Christian	ADEME Picardie
• BAHMANI iman	ADEME Picardie
• LEAL Elise	ADEME Rhône-Alpes
• Gros Johanne	ADEME Rhône-Alpes
• Alain Boudard	ADEME Centre
• SANSON baptiste	Fondation pour le progrès de l'homme (FPH)
• CALAME Matthieu	Fondation pour le progrès de l'homme (FPH)
• CHARRU Madeleine	SOLAGRO
• POINTEREAU Philippe	SOLAGRO
• COUTURIER Christian	SOLAGRO
• DOUBLET Sylvain	SOLAGRO

Ordre du jour

1. Présentation de la journée (Sarah Martin)
2. Tour de table
3. Afterres2050 – de 2009 à septembre 2013 (Christian Couturier)
4. Présentation du projet Afterres2 (Sylvain Doublet – Madeleine Charru)
5. Questions/Réponses
6. Choix des animateurs: Présentation des candidatures
7. Validation des candidatures à auditionner
8. Présentation, attentes et motivation des partenaires (10-15' chacun)
9. Échanges pour mise en cohérence des attentes, des possibles et des livrables du projet Afterres2 - Prochaines échéances : Dates à retenir ou à fixer pour les 6 prochains mois

1. Présentation de la journée

Sarah Martin – Madeleine Charru

1.1 Pour Solagro, Afterres2050 :

- Est un projet important
- Est un projet au cœur de notre projet associatif
- Le projet a été soutenu au départ par la FPH.

1.2 Pour l'ADEME :

- Historiquement, Solagro avait répondu à l'appel d'offre REACTIFF de l'Ademe et avait été soutenu par les régions aujourd'hui partenaire du projet.
- Ce soutien des régions a permis d'entraîner l'ADEME dans ce projet.

2. Afterres2050 – de 2009 à septembre 2013

Christian Couturier

2.1 Présentation

Jointe au dossier de séance.

2.2 Questions/réponses

Points de compréhension :

- Scénario « physique » posant la prise en compte de l'environnement comme paramètre déterminant. Les indicateurs socio-économiques ne sont pas des variables orientant le scénario. Si on travaille avec les contraintes économiques/sociales d'aujourd'hui, on se retrouve en 2050 avec un scénario tendanciel qui ne répond à aucun des enjeux définis (alimentation, santé, environnement, changement climatique).
- La contestation du scénario :
 - Critique des défis à relever : alimentation, énergie, environnement, santé. A priori, la remise en cause de ces défis est peu probable ;
 - Critique du modèle et de ses équations : il revient au conseil scientifique d'apporter un éclairage et/ou de valider un calcul ;
 - Critique des résultats : si le modèle est validé et les défis reconnus, Afterres2050 apporte une base de discussion crédible. Pour remettre en cause les résultats il faut pouvoir mettre en face d'autres travaux.
- L'amélioration du scénario :
 - Volet agricole : un travail sur la rotation des cultures est fondamental ;
 - Volet alimentation : la prise en compte des oligo-éléments.

- Comment rendre le scénario plus désirable ?
Travailler à des échelles infra-régionales est une piste de réflexion intéressante (concrétisation sur un petit territoire pour mieux se rendre compte des changements). Ce travail ne sera pas réalisé dans ce projet mais pourra faire l'objet de travaux de recherche en parallèle (étudiants, thèses). L'objectif est bien de faire un travail à l'échelle régionale. Aujourd'hui on dispose néanmoins de territoires ayant déjà réalisé une transition « compatible » avec les Afterres2050 (ex. : Biovallée, TEPOS).
- Valorisation des travaux à l'issue des 2 ans :
 - En 2015 Paris va accueillir la Conférence des Parties (COP – UNFCCC). Les travaux réalisés pourraient venir enrichir les discussions.
 - En 2015, il y aura les élections régionales. Les Conseils Régionaux pourraient se servir des travaux pour enrichir les débats qui précéderont les élections.

3. Présentation du projet Afterres2

Sylvain DOUBLET

3.1 Présentation

Jointe au dossier de séance.

3.2 Le point de vue de la FPH

- **Le travail de la FPH s'articule autour de 4 axes :**
 - Outils et méthodes pour appréhender et gérer la complexité ;
 - Moderniser la gouvernance ;
 - L'éthique et la responsabilité ;
 - La transition vers une société durable.
- **Depuis 20 ans la FPH a soutenu des acteurs dans le domaine :**
 - Du plaidoyer international (Rio et Rio+20) ;
 - De la ré-affirmation des territoires comme échelon de base de la gouvernance ;
 - La recherche d'un système alimentaire durable.
- **Les attentes / les projets**
 - La fondation a acquis la conviction du **caractère incontournable des modèles** dans la négociation entre acteurs et dans la gestion des systèmes complexes. Un modèle est un espace de dialogue exigeant, indispensable à l'élaboration de politiques publiques.
 - La fondation a soutenu le projet Afterres2050 car :
 - il mettait des ordres de grandeur sur la transition écologique indispensable de l'agriculture française,
 - nous avons besoin d'outils multi-niveaux, qui permettent d'assurer l'articulation et la cohérence des politiques publiques du global au local.

- Les attentes de la fondation sur la phase de territorialisation d'Afterres2050 :
 - articulation AFTERRES National et AFTERRES régional,
 - équilibre entre précision et faisabilité (comment rendre l'outil générique),
 - une analyse en terme de disponibilité des données, une capacité de couplage avec d'autres modèles (économiques, climatiques, écologiques) ou d'autres outils de nature géographique.

3.3 Le point de vue de la Région Centre

3.3.1 La région en quelques mots:

- 2,5 M d'habitants ;
- Une région nord très marquée par les grandes cultures, au sud par les élevages, et sur l'axe ligérien du maraîchage, de la vigne et de la forêt ;
- Des enjeux divergents entre les grandes cultures et l'élevage (Berry, Boischaut) ;
- À noter la présence de la Sologne (plus grande zone Natura2000 de France) ;
- Un axe ligérien structurant avec beaucoup de richesses (pôle d'activités et population) ;
- Un poids des céréaliers important (6 fermes sur 10) ;
- 15% à 20% de produits AOC et circuits courts ;
- Sur le plan des acteurs du monde agricole, on note la présence de représentants nationaux (présidents) de l'APCA et de la FNSEA ;
- ¼ des émissions de GES vient de l'agriculture (essentiellement N2O puis CH4) ;
- Sur le plan énergie climat le SRCAE, la région vise 40% de réduction en 2020 par rapport à 1990. On est ambitieux (forte motivation politique). On vise seulement - 20% en agriculture ;
- A noter également :
 - un potentiel sur les éco-matériaux, le bois énergie, le biogaz,
 - 4 sites électronucléaires (6 000 emplois).

3.3.2 Les attentes / les projets de la région :

- La région veut prendre cet exercice comme un outil au service du changement. On est très intéressé par le processus participatif multi-acteurs. Il ne faut pas que le débat soit confisqué par l'agriculture.
- Ça doit nous aider à construire l'avenir. Ce n'est pas une feuille de route. Il faut construire une vision commune et partagée.
- Quelle spécialisation des régions naturelles ? Faut-il revenir sur cette spécialisation ? Quels impacts sur les filières, notamment les filières biomasse (en particulier le biogaz), circuits économiques ? Quelle place sur les échanges internationaux ?
- Si on met en mouvement des acteurs, on va devoir faire face à des questions à plus court terme. On espère que ça fera naître des projets d'innovation. On sera à l'écoute et on a les moyens d'accompagner.
- Le travail de territorialisation d'Afterres2050 doit également permettre :
 - de valider le potentiel biogaz de la région,
 - d'échanger sur un modèle économique pour l'agriculture régionale (place sur le marché mondial, lien ville campagne),
 - d'échanger sur le changement.

3.4 Le point de vue de la Région Ile-De-France

3.4.1 La région en quelques mots:

- Forte densité de population :
 - 20% de la population française (10Mhab) sur 2% du territoire,
 - un réseau de transport très dense et une pression urbaine très forte qui rend difficile la circulation des tracteurs (et l'accès aux parcelles) ;
- SAU : 50% du territoire et seulement 10% de la population régionale ;
- Une population rurale faible (10% de la population) ;
- Une population urbaine « déconnectée » du monde agricole (l'agriculture est peu présente dans les esprits) ;
- Une agriculture céréalière :
 - économiquement saine,
 - qui a pris le pas sur toutes les autres formes d'agricultures,
 - en conflit dans les zones péri-urbaines ;
- L'agriculture représente moins de 14% des émissions de GES « cadastrales » (périmètre IPCC). Mais on exclut dans ce calcul entre autres toutes les importations alimentaires ;
- L'autonomie alimentaire a fortement décliné (seulement 10% actuellement).

3.4.2 Les attentes/ les projets de la région :

- La région essaye de mener des politiques qui cherchent à rééquilibrer l'hyperspécialisation de la région :
 - Soutien à l'agriculture biologique ;
 - Emergence d'une très forte demande sociale en produits locaux de qualité (mais le problème d'accès au foncier est un facteur limitant majeur). La nouvelle demande est couverte par des gros exploitants qui créent un atelier maraîchage.
- La région souhaite :
 - faire baisser la « facture carbone » de l'alimentation produite et/ou importée :
 - revenir à une plus grande localisation de la production,
 - modifier les comportements alimentaires.
 - que le travail avec Afterres2050 alimente les réflexions en cours et vienne en appui à la réalisation du SRCAE (qui n'a pas intégré l'agriculture). Parmi les thématiques importantes : la méthanisation, la question de la ressource en eau (conflit d'usage entre agriculture, BTP – arrosage des chantiers et la ville – rafraîchissement par aspersion), les approches systémiques.

3.5 Le point de vue de la région Picardie

3.5.1 La région en quelques mots

- Une population moins dense ;
- 68% des terres occupées par l'agriculture : gros producteurs de céréales, betteraves, légumes, pomme de terre ;
- L'élevage est présent dans 50% des fermes ;
- Des conditions (pédo-climatiques) de production très favorables ;
- Des exploitations agricoles de grande taille (moyenne 123 ha) ;
- Une réduction des emplois agricoles (agrandissement des fermes) ;
- Une exportation massive des productions (10% de l'exportation des céréales de France) ;
- Un tissu d'IAA important (transformation légumière et laitière) : 40 000 emplois en agriculture et agroalimentaire ;
- Un développement des filières de la valorisation non alimentaire : carburant, lin textile, la chimie verte ;
- La région produit également du bois brut (exporté et transformé en Chine) ;
- La recherche agronomique est très présente ;
- Parmi les tendances récentes :
 - Une demande sociale pour des produits agricoles ;
 - Un accès au foncier difficile ;
 - Une diminution du nombre d'élevages ;
 - Un développement de la mytiliculture.

3.5.2 Les attentes / les projets de la région :

- La région souhaite :
 - soutenir l'agriculture biologique (moins de 2% aujourd'hui),
 - alimenter la réflexion sur :
 - l'autonomie alimentaire des élevages,
 - la production intégrée,
 - l'alimentation et les circuits courts,
 - l'agro-environnement et l'agro-foresterie.
- La région dispose d'un plan agricole :
 - Avec des objectifs : installation en agriculture, soutenir la polyculture-élevage, travailler sur la qualité et valeur ajoutée, préserver les ressources naturelles ;
 - Avec des outils : l'agriculture biologique, la production intégrée, circuits courts, l'autonomie alimentaire en élevage, agroforesterie, gestion durable de la forêt.
- Le SRCAE a été adopté mais n'a pas reçu l'approbation de la profession agricole.
- Avec le travail de territorialisation d'Afterres2050, la région souhaite :
 - Travailler sur les comportements alimentaires et la vulnérabilité alimentaire de la région ;
 - Avancer « pacifiquement » sur des sujets aujourd'hui conflictuels :
 - La méthanisation ;
 - L'éolien ;

- Le SRCAE (compléter et valider par les acteurs agricoles) ;
- Quel modèle agricole pour la région ? (ex. : Ferme de 1000 vaches soutenue par des capitaux privés vs AMAP).

3.6 Le point de vue de la Région Rhône-Alpes

3.6.1 La région en quelques mots:

- 10% de la France dans tous les secteurs (population, industrie, SAU,...)
- une agriculture très diversifiée qui représente 17% des émissions de GES
- des territoires très variés (montagne plaine coteaux)
- un secteur forestier très présent

3.6.2 Les attentes / les projets de la région :

- Le SRCAE n'est pas voté en Rhône-Alpes, bloqué autour des questions agricoles et de la réduction des GES (objectif de -36% pour l'agriculture). Il faut donc rétablir un dialogue constructif entre l'agriculture et la société.
- Le scénario Négawatt a été décliné à l'échelle régionale mais n'a pas reçu l'aval de la préfecture – c'est la thématique agricole qui bloque les négociations. La région souhaite donc que le travail sur Afterres2050 puisse faire avancer les débats et remette tous les acteurs agricoles autour de la table.
- La région dispose d'un plan climat régional et œuvre pour le développement des territoires à énergie positive (TEPOS). Ces TEPOS (13 dossiers déposés) peuvent être des acteurs importants/utiles pour la territorialisation du scénario (membre du groupe de travail, diffusion des résultats, la transition à l'échelle locale).
- La région a déjà travaillé sur un scénario volontaire (scénario TERRA – commande de la région dans le cadre de la transition énergétique – base de travail : Négawatt et vision ADEME 2030-2050) qui aboutit à une réduction de 75% (facteur 4) des émissions par rapport à 1990 (avec un facteur 2,3 pour le secteur agricole). Ce scénario peut être une base de réflexion.
- La région souhaite travailler sur la production des ENR en respectant le potentiel nourricier. Le travail de territorialisation d'Afterres2050 doit aider à avancer / arbitrer cette thématique.
- Concernant le travail de territorialisation d'Afterres2050, il faut :
 - associer tous les acteurs notamment les forestiers,
 - renouer un dialogue constructif avec la profession agricole,
 - un animateur qui est une bonne connaissance de la région,
 - lever la peur, notamment liée au travail de modélisation (communiquer expliciter),
 - que les acteurs s'approprient le sujet,
 - pouvoir prendre en compte la diversité de l'agriculture Rhône-alpine,
 - que les résultats soient présentés aux élus et vulgarisés pour une diffusion large.

4. Discussions

Il est apparu lors des discussions que :

- Il y a un enjeu fort sur la communication autour du travail de territorialisation :
 - expliciter la démarche,
 - diffuser largement et vulgariser les résultats,
 - continuer à présenter le scénario Afterres2050 dans les régions, en parallèle du travail sur la territorialisation,
 - les CESER pourraient être un relai important,
 - amorcer les discussions à l'échelle régionale par une approche (colloque) scientifique,
 - faire jouer les relais des régions :
 - Pays frontaliers (Suisse) ;
 - Les partenaires européens :
 - Rhône-Alpes : avec les « 4 moteurs » (Lombardie, Catalogne, Bade-Wurtemberg et Rhône-Alpes) ;
 - Centre : Saxe-Anhalt (partenariat sur les thématiques éolien et biogaz).
- Les biocarburants restaient une question d'actualité= ;
- Étendre les discussions à l'échelle européenne (Commission, JRC...)

5. Planning pour les 6 prochains mois

- Choix des animateurs : avant le 15 octobre 2013.
- Comité National de suivi intermédiaire (en visio) en février-mars.
- Fixer très vite les dates des CRS (octobre à janvier).
- CS : réunion prévue en décembre ou janvier.
- Faire remonter des noms de personnes pour constituer les GTR.

Afterres2050 – Phase 2 - Régionalisation
Comité National de Suivi
Compte-rendu « CNS2 »

Mercredi 2 juillet 2014 – 10h à 16h30
ADEME, 27 rue Louis Vicat - Paris

Liste des présents

• VEILLERETTE	François	Région Picardie
• LEGEARD	Natanaël	Région Centre
• LAPP	Karim	Région Ile de France
• CHARRU	Madeleine	SOLAGRO
• FORTIN	Aude	ADEME Ile de France
• BESNARD	Eva	ADEME Ile de France
• KELLER	Olivier	Région Rhône Alpes,
• SANSON	Baptiste	FPH
• REVOL BUISSON	Claire	RRA/DCESERRA
• DOUBLET	Sylvain	SOLAGRO
• MARTIN	Sarah	ADEME

Ordre du jour

1. Présentation de la journée
2. Avancement du projet (Solagro)
 - Les améliorations de MoSUT
 - L'organisation en Région
 - Les résultats des groupes de travail régionaux (synthèse)
3. Le point de vue des régions (10' par région)
 - L'engagement du projet par rapport aux attentes initiales
 - Souhaits, recommandations et points de vigilance pour les prochaines étapes
4. Présentation et compte rendu des travaux du Conseil Scientifique
 - Présentation des membres
 - Apports du premier Conseil Scientifique
5. Le point de vue de l'ADEME et de la FPH
6. Présentation des prochaines étapes (SOLAGRO)
7. Points de vue et échanges sur :
 - L'organisation proposée
 - Le croisement avec les réflexions et dynamiques en cours dans les régions
 - Approche transversale/régionalisation des données : comment maintenir ou renforcer une participation diversifiée ?
8. Points divers :
 - Date et logistique du prochain CNS
 - Présentation de la démarche aux têtes de réseaux agricoles

1. Présentation de la journée

2. Avancement du projet

Sylvain Doublet Solagro, cf. PPT 1 en PJ

2.1 Les améliorations de MoSUT

Vif intérêt et interrogations sur les questions d'empreinte carbone / émissions de GES / notion d'intensité Carbone :

Les travaux méritent d'être approfondis.

Il est souligné l'importance de bien préciser par écrit l'ensemble des choix méthodologiques pour d'une part consolider les résultats et d'autre part pouvoir dialoguer, abonder ou utiliser d'autres travaux :

- le RAC va travailler sur les émissions importées du secteur agricole et agro-alimentaire,
- le ministère de l'agriculture cherche des indicateurs pour le suivi du plan sur l'agroécologie.

Question : l'émission d'hydrocarbures par les forêts en période de stress hydrique doit-elle être prise en compte ? Importance du phénomène ? Impact en terme d'émission de GES, de qualité de l'air ?

➔ *Le rapport d'avancement dû à l'ADEME au mois d'octobre sera l'occasion de récapituler et préciser l'ensemble des sources, hypothèses, etc.*

2.2 L'organisation en Région

Les travaux se déroulent en parallèle dans les quatre régions.

La mobilisation est globalement assez satisfaisante.

Difficultés rencontrées en Région Rhône-Alpes sur la participation d'une partie de la profession agricole : c'est la seule région où il n'a pas été jugé utile d'organiser la RPR0 permettant de co-construire les modalités de la concertation.

2.3 Les résultats des groupes de travail régionaux

(Cf. synthèse en PJ)

3. Le point de vue des régions

3.1 Ile de France :

Projet de long terme avec beaucoup de ramifications un peu difficile à suivre. Il y a beaucoup d'attente, voire un peu d'impatience. Les premiers ateliers ont été un peu poussifs avec des groupes peut-être trop gros.

Il est souhaité une présentation plus approfondie de l'outil (aux représentants de l'ADEME et Région) pour mieux comprendre la méthodologie, voir les liens possibles avec un outil d'information carbone, les travaux d'AIRPARIF sur le rôle du NH3 agricole dans la pollution atmosphérique.

Il est noté que la lecture attentive de la brochure publiée peut permettre de répondre à un certain nombre de questions.

Il est demandé :

- de bien anticiper les prochaines réunions pour pouvoir les préparer,
- d'avoir les comptes-rendus et ppt à disposition,
- de pouvoir prendre connaissance du déroulement dans les autres régions.

3.2 Centre :

Le représentant de la Région vient de prendre ses fonctions. Bon retour sur l'engagement de la démarche, mais curieux de savoir comment ça se passe dans les autres régions. Quelles sont les caractéristiques de chaque région ? Quelle coordination entre les animateurs ?

3.3 Rhône –Alpes :

Il est insisté sur :

- la nécessité de donner un maximum de renseignements sur les données intégrées : sources, modalités, etc.
- d'anticiper sur les plannings : regret de ne pas pouvoir participer au comité scientifique parce que l'information est arrivée trop tardivement.

Difficulté à mettre tous les acteurs autour de la table : profession agricole, administration sur demande du préfet...

Une communication plus simple de vulgarisation serait peut-être utile pour remobiliser : Afterres c'est..., Afterres ce n'est pas... et l'intérêt de la réflexion prospective par rapport aux enjeux régionaux.

Points positifs : le SRCAE a été approuvé, la rédaction des mesures de gestion du 2^{ème} pilier de la PAC est en cours. Le partage du diagnostic Climagri 2010.

3.4 Picardie :

Pour le moment tout le monde est autour de la table, beaucoup d'attentes autour des questions d'alimentation.

➔ *Il est proposé de mettre en place un Espace Numérique de Travail (ENT) pour assurer une meilleure circulation des informations et documents, avec un dossier par région, pour octobre 2014.*

4. Présentation et compte rendu des travaux du Conseil Scientifique

- Présentation des membres
- Apports du premier Conseil Scientifique

5. Le point de vue de l'ADEME et de la FPH

FPH : beaucoup d'intérêt pour la démarche qui mériterait d'être davantage diffusée : pourquoi pas un article dans le courrier de l'environnement (15000 exemplaires) pour être davantage prise en compte dans les travaux de l'INRA, du MAAF, etc.

ADEME : intérêt du projet qui est sujet à débat et c'était l'un des objectifs. Aussi, la description précise de la démarche : les questions qu'on se pose, les réponses qu'on apporte, les questions qu'on écarte,... est très importante, attente forte en la matière.

L'ADEME attache beaucoup d'importance à la concertation et aux possibilités d'échange entre les régions, une newsletter ou au moins un point d'étape pour information des hiérarchies est souhaité.

➔ *une synthèse du rapport d'étape du à l'ADEME début novembre pourra être diffusée.*

6. Présentation des prochaines étapes et discussion

Il est effectivement souligné que les fermes de référence de 2050 existent pour la plupart déjà en 2014 et qu'il est intéressant de faire l'exercice de prospective à partir de cas concrets.

Ne pas oublier l'aspect spatialisation de la transition : quelles conséquences des évolutions de la ferme sur le territoire, le paysage ?

Concernant l'approche socio-économique :

- l'évolution des structures sociales doit pouvoir être prise en compte.
- Les créations d'emplois ne sont pas les mêmes suivant le modèle productif choisi.

L'aménagement du territoire évolue vers la métropolisation : quels modèles de ferme autour des métropoles pour assurer la demande d'approvisionnement de proximité ?

Quelle proportion des besoins de Paris peuvent être produits dans un rayon de 80 km.

Concurrence d'usage des sols, concurrence de production : comment inciter aux relocalisations souhaitées ?

Voir les travaux de Catherine Darault : Rennes ville vivrière à approfondir et creuser.

Les thèmes des ateliers seront précisés avec les comités de suivi régionaux.

Attention au fait qu'on propose à la fois beaucoup et finalement peu de réunion vu la complexité des sujets : fournir de la matière en amont pour être plus efficace.

Rappel : Il s'agit de décrire les possibles physiques par rapport au potentiel pédo-climatique et aux impacts souhaités : les choix éthiques ou de modèles de société qui doivent être faits, le seront dans un autre cadre.

Afterres2050 croise et renforce les dynamiques en cours dans les régions.

- Les problématiques liées à l'énergie : cultures énergétiques, méthanisation, mobilisation du bois (exploitation optimale de la forêt).
- Les PCET régionaux, SRAT, accompagnement des territoires sur les questions foncières agricoles et forestières.
- Les politiques régionales concernant la restauration collective : % de Bio en volume alimentaire.
- Les déclinaisons régionales du Plan National pour l'alimentation : bien manger c'est l'affaire de tous. Les programmes concernant les IAE : exemple : Haies pour stocker du carbone et assurer les continuités écologiques.
- Ecophyto.
- Ecoantibio.

Et au niveau national :

Publication en septembre d'une prospective sur la consommation durable (ADEME).

Interrogation du service agriculture : comment accompagner le changement agricole : le levier de l'aval ?

7. Points divers

7.1 Date et logistique du prochain CNS

Le prochain comité national de suivi se tiendra le 2 juillet 2015 à Paris.

Le séminaire de restitution interrégional sera organisé à l'automne 2015, date et lieu à discuter prochainement avec les partenaires.

7.2 Présentation de la démarche aux têtes de réseaux agricoles

Suite à la demande de l'APCA d'être tenue informée de la démarche, il est proposé d'organiser une réunion à l'automne avec l'ensemble des têtes de réseau : APCA, FNCIVAM, FNCUMA... des représentants des ministères de l'agriculture et de l'environnement et des instituts.

➔ *Date à fixer en fonction du calendrier de la région Ile de France pour minimiser les déplacements.*

CR 3^{ème} Comité National de Suivi

Date	Jeudi 2 juillet 2015 – 10h00-16h00		
Lieu	ADEME - Centre de PARIS- 27, rue Louis Vicat		
Participants :	CHARRU	Madeleine	SOLAGRO
	FORTAIN	Aude	ADEME Ile d eFrance
	SANSON	Baptiste	FPH
	DOUBLET	Sylvain	SOLAGRO
	MARTIN	Sarah	ADEME Angers
	MOUSSET	Jérôme	ADEME Angers
	Excusés ou absents		
	LECLAIR	Benoit	RRA VP énergie climat
	REVOL BUISSON	Claire	RRA/DCESE
	VEILLERETTE	François	Région Picardie
Ordre du Jour	LEGEARD	Natanaël	Région Centre
	LAPP	Karim	Région Ile de France
	KELLER	Olivier	Région Rhône Alpes,
	9h30 -10h00 : Accueil / café		
	10h00 – Tour de table , proposition et validation de l'ordre du jour		
	10h15-11h15 : Avancement et résultats du projet (Solagro)		
	• Les principaux résultats • Bilan du déroulement et des choix méthodologiques		
	11h30-12h30 Le point de vue des partenaires sur :		
	• Le déroulement et la participation des parties prenantes • Les apports à la réflexion et/ou à la connaissance valorisables • Les suites envisagées		
	12h30 – 13h00 : Séminaire des 15 &16 octobre : présentation du projet de programme et des conditions de participation		
13h- 14h15 : pause déjeuner			
14h30-15h15 : Discussion des propositions pour le séminaire des 15 &16 octobre.			
Contributions et représentation des partenaires, suggestion d'intervenants			
15h15 – 16 h00 : Valorisation des résultats du projet et suites à donner			
16h30 -18h30 : Présentation du scénario et des travaux régionaux aux représentants de têtes de réseau nationaux			

L'ordre du jour a été adapté en fonction des participants présents. Suite au désistement de dernière minute des représentants de deux régions. Le tour de table pour recueillir le point de vue des partenaires a été fortement réduit.

Nous avons profité de la présence de Jérôme Mousset en 1^{ère} partie de matinée pour

- balayer les principales avancées et les résultats du projet
- finaliser le pré-programme des 15 et 16 octobre

Le présent compte-rendu reprendra en trois points les principaux éléments à partager et/ou à valider par l'ensemble des partenaires.

1- Principaux enseignements et résultats pour Solagro et les partenaires présents

2- Valorisation des travaux :

- séminaire des 15 & 16 octobre

Déroulement : cf en pj le pré-programme amendé

Le déroulé est a priori validé dans ses grandes lignes, mais vos remarques sont bienvenues pour l'élaboration de la version finale.

Chaque région doit désigner ses représentants pour participer à la séquence du jeudi 15 octobre matin sur les résultats et enseignements des travaux menés dans vos régions.

→ Sylvain Doublet prendra prochainement contact avec vous pour essayer de composer une tribune la plus représentative possible des acteurs mobilisés

Le pré-programme et les bulletins d'inscriptions doivent partir dans les jours qui viennent et au plus tard le mercredi 15 juillet

- Les inscriptions seront ouvertes de façon privilégiée aux membres des différents groupes de travail régionaux jusqu'au 7 septembre 2015.

Un tarif modéré couvrant une partie des frais de restauration de **60€ pour les deux jours** (40€ pour un jour) est proposé.

- Les inscriptions seront ensuite ouvertes à tous au tarif de **200 € pour les deux jours** (120 € pour un jour)

→ Le bulletin d'inscription partira en ces termes sauf avis contraire exprimé avant le 13 juillet

Nb : La gratuité pour l'ensemble des participants aux groupes de travail a été évoquée et n'a pas été retenue pour deux raisons principales

- la gratuité n'incite pas à l'inscription et facilite le désengagement (difficile à gérer quand le nombre de place est limité par rapport au nombre de personnes a priori intéressées)
- les dépenses effectives et prévisionnelles du programme dépassent le budget initial du fait, entre autre, des séquences « ateliers » non initialement envisagées sous le format qui a été proposé. Quelques ressources complémentaires sont nécessaires à l'équilibre du projet.

En matière de communication, nos conventions respectives nous engagent à mentionner vos soutiens financiers sur les différents supports de communication.

→ la mention : Projet réalisé avec le soutien de : + logos des 6 partenaires sera apposée sur les différents documents sauf avis contraire de votre part avant le 13 juillet

En effet si la tenue des élections régionales en fin d'année demande un changement de cet affichage, merci de nous en informer par retour de mail et de bien vouloir échanger sur un mode « réponse à tous » pour arrêter une position commune sur ce point rapidement.

3 – Suites à donner

- des outils, méthodes, pour permettre aux agriculteurs et à leurs organisations de s'approprier la réflexion
- la preuve par l'exemple : l'engagement de territoires ou de groupes d'agriculteurs
- de nouveaux champs à investir

Annexe 2 : Le Conseil Scientifique

Annexe 2.1 :

Présentation des membres du Conseil Scientifique

Annexe 2.2 :

Compte rendu du 1^{er} Conseil Scientifique (CS1) du 28 janvier 2014

Annexe 2.3 :

Compte rendu du 2^{ème} Conseil Scientifique (CS2) du 3 juillet 2014

Annexe 2.4 :

Compte rendu du 3^{ème} Conseil Scientifique (CS3) du 30 mars 2015

Afterres2050 – Phase 2 - Régionalisation

Conseil Scientifique

Présentation du Conseil et de ses membres

1. Objectifs du conseil scientifique Afterres2050

Afterres2050 s'appuie depuis son origine sur l'implication d'un large panel de personnes volontaires qui apportent leurs avis et contributions, ou simplement leur soutien, à la démarche, à l'occasion des groupes de travail et des universités d'hiver qui sont des moments privilégiés d'échanges. Dans cette perspective d'ouverture et de mise en débat, la création d'un conseil scientifique a été décidée afin de conforter l'expertise des scénaristes qui, au sein de l'équipe salariée de Solagro, développent et documentent les modèles à la base de l'élaboration de scénarii.

Ce conseil scientifique est constitué pour la phase de développement (en cours) d'Afterres2050, à travers plusieurs programmes d'étude, de septembre 2013 à septembre 2015.

Ce conseil pluridisciplinaire associe des chercheurs en agronomie, foresterie, pêche, économie, sociologie, procédés industriels, énergie, climat, nutrition afin de couvrir l'ensemble des thématiques concernées par Afterres2050.

L'objectif général qui lui est assigné est d'aider les autres parties prenantes de la démarche Afterres2050 à en consolider les bases scientifiques, tout en ouvrant des perspectives nouvelles et en créant un lieu d'échange de connaissances.

Le conseil scientifique contribuera à :

- valider les choix méthodologiques,
- orienter la réflexion en établissant des axes prioritaires de développement,
- éclairer les limites de l'exercice et son domaine de validité au regard des connaissances actuelles,
- communiquer sur la démarche vers le monde scientifique afin de faire émerger de nouveaux thèmes de recherche.

Son rôle consiste à alimenter la discussion, à prendre de la hauteur par rapport au travail technique de modélisation et d'animation, à fournir des éclairages critiques.

Le conseil scientifique se réunira 3 fois :

- En début de programme pour une première présentation des axes de travail et de l'outil MoSUT, utilisé pour quantifier le scénario Afterres2050 ;
- A mi-parcours ;
- En fin de programme lors d'un séminaire de restitution.

Les membres du conseil scientifique seront sollicités dans leur domaine d'expertise sur des questions précises, au fur et à mesure de leur émergence, au regard des questions soulevées dans les phases de développement en cours, tant pour le scénario national que pour ses déclinaisons régionales.

Le défraiement des membres est prévu.

Comme tout comité scientifique pour ce type de programme, il n'a pas voix délibérative, c'est-à-dire qu'il n'est pas appelé à prendre des décisions, mais pourra – il n'y est pas tenu – formuler en toute indépendance des recommandations, propositions, avis. Son rôle consiste à alimenter la discussion, à prendre de la hauteur par rapport au travail technique de modélisation et d'animation, à fournir des éclairages critiques.

2. Ses membres

Le conseil scientifique rassemble 18 personnes et a pour président Marc Deconchat

Les membres sont:

- Philippe BARET (Université Catholique de Louvain),
- Marc BENOIT (INRA),
- Marc DECONCHAT (INRA),
- Antoine COLIN (IGN-IFN)
- Fabienne DAURES (IFREMER),
- Bruno DORIN (CIRAD),
- Dominique DRON,
- Eric JUSTES (INRA),
- Denis LAIRON (INSERM/INRA de Marseille),
- Bernard LEMOULT (Ecole des Mines de Nantes),
- Frédéric LEVRAULT (Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes)
- Jean-Marc MEYNARD (INRA),
- Michael O'DONOHUE (INRA),
- Martine PADILLA (Centre international de Hautes Etudes agronomiques méditerranéennes).
- Grégoire PIGEON (Météo France)
- Vincent PIVETEAU (Ecole Supérieure du Paysage de Versailles),
- Philippe QUIRION (CIRED),
- Arthur RIEDACKER (retraité INRA).
- Sébastien TREYER (IDDRI)

Le correspondant du conseil scientifique à SOLAGRO est Philippe POINTEREAU.

Bruno Dorin, membre du conseil scientifique à son origine a démissionné en Juin 2014 du fait de sa nomination pour plusieurs années à New Delhi.

3. Présentation des membres du Conseil scientifique de Afterres2050

Philippe Baret

- Ingénieur agronome et docteur en Sciences Agronomiques
- Professeur à l'UCL.
- Membre du groupe interdisciplinaire belge de recherche en agroécologie (GIRAF)

Contact : Université catholique de Louvain
Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale
ELIA (Earth and Life Institute – Agronomy)
Croix du Sud 2 - Bte L7.05.14
B1348 Louvain-la-Neuve
philippe.baret@uclouvain.be

Marc Benoît

- Ingénieur Agronome (1980) et docteur en Sciences Agronomiques de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (1985), sur la gestion territoriale des activités agricoles.
- Directeur de la station INRA-SAD de Mirecourt, de 1993 à 2004.

Directeur de recherche à l'Institut National de Recherche Agronomique, mon activité de recherche est centrée sur les organisations d'activités agricoles au sein de territoires complexes à enjeux environnementaux. Les principaux enjeux pris en charge dans mes travaux de recherche sont la préservation des ressources en eau, l'évolution de la biodiversité ordinaire et l'évolution des paysages.

Mes principaux chantiers de recherche sont :

- sur l'enjeu eau : les opérations Agri-Mieux de Lorraine, le périmètre du gîte hydrominéral de Vittel, le bassin du Madon (co-animateur de la Zone Atelier du bassin de la Moselle), le bassin de la Seine et les sites ateliers de la Vesle (PIREN-Seine),
- sur l'enjeu biodiversité : les paysages de l'ouest vosgien, la zone atelier de Chizé. De 2005 à 2009, j'ai animé le projet « Conception d'Observatoires de Pratiques Territorialisées » du programme « Agriculture et Développement Durable » de l'ANR.

Les prospectives « Eau et milieu aquatique » (Cemagref, INRA) de 1999 à 2004, « Agriculture 2013 » (INRA, Groupama et Crédit Agricole) de 2006 à 2007 et l'expertise collective « pesticides » (Cemagref, INRA) de 2004 à 2006 sont les trois exercices collectifs récents auxquels j'ai participé. Je suis membre de l'Association Européenne d'Agronomie (chair de la Division 3 : cropping systems : from farm to global scales), et membre fondateur de l'Association Française d'Agronomie.

Je suis membre de trois conseils scientifiques : Comité de bassin Seine-Normandie, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEE), Ecole Nationale Supérieure du Paysage de Versailles, et président des conseils scientifiques du comité de bassin Rhin-Meuse et de l'Association Les Eaux et les Hommes (Vigie de l'eau).

Actuellement, mes activités d'enseignement sont :

- Co-animateur d'une année de spécialisation (Master) des ingénieurs agronomes de l'ENSAIA (Nancy) : « Agricultures et Développement Territorial »,
- Enseignant en Master à l'Université de Lorraine (Masters SEE et FAGE)
- Enseignant à l'UNESCO (Master UNESCO-AgroParisTech-SupAgroM « Développement et Aménagement Intégré des Territoires »).

Contact : INRA
SAD (département de recherche Sciences pour l'Action et le Développement)
UR Aster (Agro-systèmes, Territoires Et Ressources),
662, avenue Louis Buffet
F-88500 MIRECOURT
T (secrétariat): 03.29.38.55.00
marc.benoit@mirecourt.inra.fr

Antoine Colin

Ingénieur agricole (ENITA de Bordeaux) – spécialité forêt, Antoine Collin a été ingénieur d'étude à l'Institut Européen des Forêts Cultivées (EFIAtlantic) puis à l'INRA de Bordeaux-Pierroton de 2001 à 2004. Son travail a porté sur la modélisation de l'impact du changement climatique sur la productivité des pins maritime en Aquitaine, dans le cadre du projet Carbofor.

Ingénieur d'étude à l'Inventaire forestier national (IFN) depuis 2004, puis responsable de l'unité « ressource et carbone » de l'IFN de 2010 à 2012. Il est aujourd'hui responsable du Département Expertise et Prestations de Nancy de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) depuis 2012.

Son domaine d'expertise concerne l'évaluation de la ressource forestière nationale, de son évolution récente et des futurs possibles.

Principaux secteurs d'activité :

- Modélisation de la ressource forestière à partir des données statistiques de l'inventaire forestier national pour la projection des disponibilités forestières en bois d'œuvre, industrie et énergie aux échelles nationales et régionales. Réalisation d'études nationales et régionales sur la disponibilité future en bois, sur des commandes ADEME, MAAF, DRAAF Lorraine ou Aquitaine, CRPF Picardie, etc.).
- Evaluation du bilan de carbone de la forêt française, et projection du rapportage de la France au titre du protocole de Kyoto pour la DGEC du MEDDE. Membre du groupe UTCF (utilisation des terres, leurs changements et la foresterie) pour la réflexion méthodologique sur l'inventaire des émissions de GES de la France.
- Etablissement périodique des rapports sur la gestion durable des forêts françaises pour la FAO (Forest Resources Assessment), Forest Europe (State of Europe's Forests) et le ministère en charge des forêts (document Les Indicateurs de Gestion Durables des Forêts Françaises).
- Membre depuis 2004 du réseau ENFIN (European National Forest Inventory Network) pour l'harmonisation des données d'inventaire et des pratiques et modèles de projection de la ressource à large échelle spatiale.

Contact : IGN - Institut national de l'information géographique et forestière
Direction Interrégionale Nord-Est
Tél : 03 83 30 99 28 - 06 89 63 23 47
11 rue de l'Île Corse - 54000 Nancy
antoine.collin@ign.fr

Fabienne Daures

Chercheur économiste au sein de l'UMR AMURE et responsable du système d'observation des pêches de l'Ifremer. Fabienne Daures est ex-membre du comité scientifique, technique et économique des pêches de la Commission européenne.

Ses thèmes de recherche portent sur l'économie des Ressources Marines Vivantes , l'Analyse des systèmes de gestion des Pêcheries et les indicateurs économiques et analyse bioéconomique des pêcheries

Contact : IFREMER – UMR AMURE - Département d'Economie Maritime
Technopole de Brest-Iroise, B.P. 70
29 280 PLOUZANE -
Tel : 02 98 22 49 24 - 06 77 03 90 33
fabienne.daures@ifremer.fr

Marc Deconchat

- Directeur de recherche, directeur de l'UMR 1201 DYNAFOR (Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers)
- Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier à Toulouse (UPS), Spécialisation: Ecologie forestière (Félicitations du jury)
- Ingénieur agronome de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse (ENSAT), Spécialisation : Protection des plantes.

Mon activité mobilise les cadres de l'écologie du paysage pour comprendre les déterminants de la biodiversité dans les forêts et ses interfaces avec l'agriculture, j'étudie en quoi elle peut rendre des services écosystémiques utiles pour l'agro-écologie.

2008-2011 : Animation d'axe et directeur adjoint de l'UMR Dynafor

2005-2006 : Mission longue durée à ENSIS (recherche forestière et écologie) en Nouvelle-Zélande (Christchurch) avec E Brockerhoff.

Contact : INRA DYNAFOR
Chemin de Borde Rouge
Auzeville - CS 52627
F-31326 Castanet Tolosan Cedex
Mob: 33(0)6 89 87 60 12
Tel 05 61 28 54 92; Fax: 05 61 28 54 11
marc.deconchat@toulouse.inra.fr

Dominique Dron

- Ingénieure générale des Mines,
- Ancienne élève de l'École normale Supérieure Ulm-Sèvres,
- Titulaire d'une maîtrise d'océanographie, d'un DEA de pétrologie et d'une agrégation de sciences naturelles.

Dominique Dron est en 1989 à la tête du service de l'environnement industriel de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

En 1992, elle intègre l'ADEME, comme directrice du programme déchets puis directrice du développement, avant d'être nommée en 1994 directrice de la cellule prospective et stratégie du ministère de l'Environnement, rattachée au ministre ; elle y pilote notamment le rapport « Agriculture, monde rural, environnement : qualité oblige », co-écrit avec Jean-Luc Pujol (documentation française, rapports officiels, 1999).

Rapporteuse de la Commission française du développement durable de 1996 à 1999, elle a piloté la rédaction de la première stratégie nationale française du développement durable.

De 2000 à 2002, elle est responsable de l'expertise collective « OMC-PAC-environnement » (Agriculture, Territoires et Environnement dans les Politiques Européennes, 2002) qu'elle initie à la direction générale de l'INRA, qui explore les marges de manœuvre environnementales des grands systèmes de production français.

En 2002, elle est nommée présidente de la Mission Interministérielle de l'effet de serre (MIES) dans les services du Premier ministre.

A partir de 2004, elle exerce à l'École des Mines-Paristech, comme professeur titulaire de la chaire « Nouvelles Stratégies Energétiques » qu'elle a créée, chaire axée sur les énergies à base végétale (collaboration avec ENS Ulm, INRA, CIRED, CIRAD, jusqu'en 2012).

De juillet 2007 à septembre 2010, elle est conseillère spéciale, auprès du ministre d'État Jean-Louis Borloo, pour le Grenelle Environnement et les biotechnologies.

Elle devient directrice générale déléguée de l'Ifremer en octobre 2010, puis Déléguée interministérielle et Commissaire générale au développement durable de mai 2011 à novembre 2012.

Elle vient de remettre au gouvernement un projet de Livre Blanc du financement de la transition écologique (ministère des Finances, ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie).

Auteur ou co-auteur de plusieurs ouvrages et de nombreux articles, Dominique Dron est chevalier dans l'Ordre national du Mérite, dans l'Ordre de la Légion d'Honneur, du Mérite Agricole et du Mérite Maritime.

Contact : Conseil General de l'Economie, ministère de l'Economie et des Finances, teledoc 796, 120 rue de Bercy, 75012 PARIS.

Eric Justes

- Responsable de l'Equipe VASCO (Variétés et Systèmes de Culture pour une production agroécologique)
- Coordinateur projet ANR MicMac-Design

Contact : INRA - Centre de Recherches de Toulouse
UMR INRA-ENSAT 1248 AGIR
24 Chemin de Borde Rouge - Auzeville
CS 52627
31326 Castanet Tolosan cedex
05 61 28 52 50
eric.justes@toulouse.inra.fr

Denis Lairon

Docteur es-sciences, biochimie, attaché de Recherches Inserm (1974) (Unité 31 et 130-Inserm, Marseille), Directeur de Recherches Inserm 1ère classe (2001, responsable d'équipe, puis Directeur de l'UMR INSERM puis INSERM/INRA "Nutrition humaine et lipides: biodisponibilité, métabolisme et régulations" , Faculté de médecine, Marseille (1998-2007). Directeur de Recherches Inserm émérite depuis Janvier 2013.

Domaines d'expertise : nutrition humaine et santé, métabolisme, qualité des aliments ; lipides, fibres ; obésité, cardiovasculaire, interaction gènes-nutrition, prévention en santé publique ; alimentation méditerranéenne, agriculture biologique (dont expertise AFSSA et membre du CSAB), alimentation durable (dont coll. FAO). Membre du Comité de révision et de rédaction des Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) pour la population française (2000) et du Comité d'élaboration du rapport « Pour une politique nutritionnelle pour la France », Direction Générale de la Santé, Ministère de la Santé (1999) qui a défini le Programme-National-Nutrition-Santé du Ministère de la Santé (2001-05/2006-11/2012-16).

Vice-Président de la Société Française de Nutrition (SFN) pour les affaires internationales (depuis 2010) et président de la Federation of European Nutrition Societies (FENS) en 2007-2011 et Vice-Président de la FENS (2011-2015). Docteur Es sciences,

Denis Lairon est l'un des rares scientifiques à s'être intéressé de près à l'agriculture biologique. Expert en nutrition humaine, il vient de réactualiser une évaluation sur la qualité nutritionnelle et sanitaire des produits biologiques. Il a été le coordinateur du groupe de travail et du rapport de l'Afssa paru en 2003 sur la "qualité nutritionnelle et sanitaire des produits de l'agriculture biologique".

Contact : UMR 476-INSERM/1260-INRA/Université de la Méditerranée
Nutrition humaine
Denis.lairon@orange.fr

Bernard Lemoult

Après un doctorat en énergétique en 1987 et une dizaine d'années consacrées à de nombreux travaux de recherches dans le domaine de l'optimisation énergétique (cogénération, valorisation des déchets), Bernard LEMOULT a rejoint à la fin des années 1990 la société ALSTOM pour développer une activité de cogénération clé en main.

Depuis 2007, Bernard LEMOULT a centré ses missions, comme professeur à l'école des mines de Nantes, autour des transitions sociétales, tant au sein à l'école que sur son territoire. Responsable de la mission développement durable de l'école des mines (<http://www.mines-nantes.fr/AGENDA21>), il dirige l'AFUL Chantrerie (<http://www.mines-nantes.fr/AFUL-C>) pour le pilotage de projets de transitions et coordonne le projet de recherche-action sur la transition énergétique (<http://www.mines-nantes.fr/TRANSITION-E>) au sein de la Chaire partenariale développement *humain* durable & territoires.

Il dirige également le Collège des transitions sociétales (<http://www.college-transitions-societales.fr>) pour décideurs et est président de l'ATEE Ouest.

Contact : Ecole des Mines
Mission développement durable
4, rue Alfred Kastler, BP20722
44307 Nantes Cedex 03
Tél : 02 51 85 81 27
bernard.lemoult@mines-nantes.fr

Frédéric Levrault (Chambre d'agriculture Poitou-Charentes)

Docteur ès Sciences, Agronomie – INRA / Université Toulouse III

Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes

Agronome - Chargé de programme Recherche & Innovation.

Partenaire du projet CLIMATOR (ANR/INRA)

- Analyse de la cohérence modélisations vs pratiques agricoles réelles
- Auteur du zonage géographique
- Concepteur, co-auteur et coordinateur du Livre Vert

Expert pour la prospective AFClime - Agriculture, Forêt (MAAF/CEP). Concepteur et pilote de l'Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique (ORACLE_{Poitou-Charentes}) – CRA-PC, ADEME. Expert pour l'étude AA23CC (Adaptation de l'Agriculture Creusoise au Changement Climatique – CDA 23). Relecteur de "Prévoir pour agir : la région Aquitaine anticipe le changement climatique – Agriculture et forêts" – CR Aquitaine, Météo France. Co-animateur du module "Agriculture et changement climatique" - ESITPA

Contact : Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes
CS 45002
86550 MIGNALOUX-BEAUVOIR.
frederic.levrault@poitou-charentes.chambagri.fr
Tél : 05 49 44 74 50 - 06 89 02 15 89

Jean-Marc Meynard (INRA)

- Directeur de recherche INRA UMR SAD-APT INRA/AgroParisTech, équipe Concepts.
- Chef du Département Sciences pour l'Action et le Développement (de 2003 à 2012)
- Président du Conseil Scientifique de l'Agriculture Biologique (depuis 2008)
- Président du Conseil Scientifique de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture.

Thématique de recherche : A l'interface entre l'agronomie des systèmes de culture, l'écologie et les sciences sociales, mes recherches visent à aider à l'émergence et au développement de systèmes de production végétale durables : comment faire évoluer les pratiques agricoles pour concilier impératifs économiques, sociaux et environnementaux, maîtrise du court terme et préservation du long terme, intérêts des agriculteurs et de leurs partenaires d'amont et d'aval? Dans le but d'aider les acteurs des filières agricoles, de l'environnement et des territoires à identifier et hiérarchiser les problèmes à résoudre, je participe à la mise au point de méthodes d'analyse des pratiques agricoles et d'évaluation des innovations techniques. Pour ouvrir le champ des possibles, je propose des connaissances, méthodes et outils facilitant l'invention de systèmes de culture innovants et le raisonnement de leur agencement dans l'espace.

Contact : Bâtiment EGER
Avenue Lucien Brétignières - BP 1
78850 Thiverval Grignon
Tél. 01 30 81 52 82
Jean-Marc.Meynard@grignon.inra.fr

Michael J. O'Donohue

- Directeur d'unité adjoint de la structure Département Caractérisation et Elaboration des Produits Issus de l'Agriculture - INRA Division LISBP - Biocatalysis Team
- « Chef de département adjoint » de la structure Caractérisation et Elaboration des Produits issus de l'Agriculture

Contact : UMR 792, INSAT
135, avenue de Rangueil
31077 Toulouse cedex 04
Tel: 05 61 55 94 28 - 06 32 29 27 97
michael.odonohue@insa-toulouse.fr

Martine Padilla

Martine Padilla est Directrice des Affaires Scientifiques du CIHEAM-IAMM et enseignant-chercheur en économie alimentaire. Son expertise porte sur l'alimentation durable, la sécurité alimentaire des populations, les comportements alimentaires et les politiques publiques.

Elle coordonne des recherches et des coopérations en économie alimentaire dans les pays méditerranéens et africains et est membre du Comité de Direction de l'IAMM depuis 2001.

Elle est coordinatrice projet régional d'Observatoire des produits Bio dans la RHD publique en Languedoc-Roussillon et a coordonné la partie « politiques alimentaires » d'une expertise collective INRA sur les comportements alimentaires.

Contact : UMR Institut Agronomique Méditerranéen
3191 route de Mende
34093 Montpellier cedex 5
Tel: 04 67 04 60 22
padilla@iamm.fr

Grégoire Pigeon

Grégoire Pigeon est responsable de la division agrométéorologie à Météo-France. Celle-ci est basée à Toulouse sur le site de la Météopole qui regroupe les services centraux de la recherche, la prévision, la climatologie, l'observation, l'informatique et la formation. Grégoire Pigeon a une double formation d'agronome (AgroParisTech) et de météorologue (Ecole Nationale de la Météorologie). Il est titulaire d'un doctorat de l'université Paul Sabatier de Toulouse en physique de l'atmosphère. Pendant 9 ans, il a travaillé au centre de recherches de Météo-France d'abord dans une équipe d'instrumentation puis dans une équipe de modélisation. Ses thématiques de recherche ont porté sur les échanges surface atmosphère en milieu urbain puis l'adaptation des villes au changement climatique. Au sein de la division agrométéorologie, son activité est désormais tournée vers la fourniture d'informations et d'expertises météorologiques ou climatologiques pour le secteur agricole. Cette division a une longue tradition de collaboration avec les centres de recherche, les instituts techniques et les services de l'état qui traite d'agriculture.

Contact : METEO-FRANCE
Division Agrométéorologique
42, avenue de Coriolis
31057 Toulouse Cedex
Tel: 05 61 07 83 81 - 06 27 87 08 17
gregoire.pigeon@meteo.fr

Vincent Piveteau

- Directeur de l'Ecole Nationale du Paysage de Versailles.

Vincent Piveteau, quarante-huit ans, ingénieur agronome (INA Paris-Grignon), ingénieur du GREF et docteur en sciences économiques. Chargé de recherche au Cemagref (1990-1993), il rejoint, en 1993, l'Institut français de l'environnement (Ifen) en tant que chargé de mission. Directeur du centre ENGREF de Clermont-Ferrand (1997-2003) et chargé de mission auprès du préfet de région Auvergne pour la recherche (1997-2000), il entre à la Datar en 2003 comme conseiller du délégué, en charge des politiques rurales. De 2007 à 2009 il est conseiller, puis directeur adjoint du cabinet de Jean-Louis Borloo, et directeur de cabinet d'Hubert Falco, secrétaire d'état à l'aménagement du territoire. Il était à l'INRA (programme Agrimonde), avant de prendre la direction de l'ENSP (depuis 2011)

Contact : 10, rue du Maréchal-Joffre
78000 Versailles
Tél. 01 39 24 62 02 - 06 73 39 49 21
v.piveteau@versailles.ecole-paysage.fr

Philippe Quirion

- Directeur de recherche au CNRS, affecté au CIREN (Centre international de recherches sur l'environnement et le développement). Ses thèmes de recherche sont l'économie de l'environnement et de l'énergie.
- Il est élu au Comité national de la recherche scientifique.
- Il est membre du bureau du Réseau Action Climat France, qu'il a présidé pendant 5 ans.

Contact : CIREN Campus du Jardin Tropical
45 bis, avenue de la Belle Gabrielle
94736 Nogent-sur-Marne Cedex
Tel : 01 43 94 73 95
quirion@centre-ciren.fr

Arthur Riedacker

- Honorary directeur de recherche² at INRA (French National Agronomical Research Institute, first at the forestry department and, later on, at the economy and sociology department).
- Agronomical Engineer (Institut National Agronomique Paris) in 1967 Phd. University of Clermont Ferrand 1973 with Professeur Champagnat.
- Additional training: Ecology (master degree with Professor Lemée, Orsay), Plant physiology (master degree with Professor Chouard and Heller, Paris Sorbonne), and Forestry at Nancy.
- Co-prix Nobel Prize 2007, for having contributed to IPCC work since 1990
- Member of the scientific committee of the International Foundation for energy and water at Ouagadougou, since 2011.
- Chairmen of Oikos Institute³ since 2009, Senior Consultant at DSP⁴ Founding member of the NGO « SILVA, Arbres, Forêts et Sociétés » and RIAT (International Network on Tropical Trees)
- Member of the scientific committee of the ONF-Peugeot forestry project in Amazonia, since 2000 Consultant for International African Organizations (e.g. United Economic Commission for Africa (2011) Participation in annual UN conferences on climate change since 1991 and in IPCC since 1990.

Sébastien Treyer

Sébastien Treyer est directeur des programmes à l'Iddri (Institut du développement durable et des relations internationales), un think tank contribuant aux négociations internationales sur le développement durable. Ingénieur en chef des ponts, des eaux et des forêts, docteur en gestion, il est spécialiste de la prospective pour les politiques d'environnement. Il a récemment participé à la coordination d'études prospectives sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et le développement durable : l'opération de prospective INRA-CIRAD « Agrimonde » (Agricultures et alimentations du monde en 2050), rapport « Sustainable consumption and production in a resources constrained world » pour le Standing Committee on Agricultural Research de la Commission Européenne. Il est vice-président du conseil scientifique du bassin Seine-Normandie, et préside le comité scientifique et technique du Fonds Français pour l'Environnement Mondial.

Contact : IDDRi
27 rue Saint Guillaume 75337 Paris Cedex 07
Tel : +331 45 49 76 59 - Cell: +336 16 48 16 14
sebastien.treyer@iddri.org

Afterres2050 – Phase 2 - Régionalisation
Conseil Scientifique
Compte-rendu « CS1 »

Mardi 28 janvier 2014 – 9h30 à 16h30
Ecole Nationale Supérieure du Paysage
10 rue du Maréchal Joffre - VERSAILLES

Liste des participants

Participants membres, présents

- Philippe BARET (Université Catholique de Louvain),
- Marc BENOIT (INRA),
- Marc DECONCHAT (INRA),
- Antoine COLIN (IGN-IFN)
- Fabienne DAURES (IFREMER),
- Eric JUSTES (INRA),
- Denis LAIRON (INSERM/INRA de Marseille),
- Bernard LEMOULT (Ecole des Mines de Nantes)
- Frédéric LEVRAULT (Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes)
- Jean-Marc MEYNARD (INRA),
- Michael O'DONOHUE (INRA),
- Martine PADILLA (Centre international de Hautes Etudes agronomiques méditerranéennes).
- Grégoire PIGEON (Météo France)
- Vincent PIVETEAU (Ecole Supérieure du Paysage de Versailles),
- Philippe QUIRION (CIRED),
- Arthur RIEDACKER (INRA).

Autres participants présents

- Matthieu CALAME (FPH)
- Madeleine CHARRU (Solagro)
- Christian COUTURIER (Solagro)
- Sylvain DOUBLET (Solagro)
- Sarah MARTIN (ADEME)
- Philippe POINTEREAU (Solagro)

Absents ou excusés

- Bruno DORIN (CIRAD),
- Dominique DRON,

Diffusion

Le présent compte-rendu sera diffusé auprès des membres du CS et des invités.

Ordre du jour

- 1- Introduction par *Marc Deconchat*, Président du Conseil scientifique : déroulé de la journée, objectif du CS.
- 2- Présentation du projet Afterres2050 par Christian Couturier :
 - Consolidation et régionalisation du scénario
 - Historique, démarche, résultats,
- 3- Tour de table des membres du CS. Chacun est invité à présenter un point fort et un point faible du scénario¹ (en écho à son propre domaine d'expertise)
- 4- Brainstorming sur la régionalisation du scénario (échanges entre les membres). Points d'attention, partage d'expériences, méthodologie, travaux à lancer ou à approfondir
- 5- Synthèse des principales remarques et propositions formulées par le CS, *Madeleine Charru*
- 6- Suites et perspectives
 - Priorités et méthode de travail d'ici la prochaine réunion
 - Date et proposition d'ordre du jour du prochain CS en fonction des priorités définies

1. Historique de la démarche et objectifs du Conseil Scientifique

Marc Deconchat, président du Conseil scientifique introduit la journée et remercie l'ensemble des membres de ce Conseil de leur présence ; il excuse les deux personnes qui n'ont pu se libérer aujourd'hui Dominique Dron et Bruno Dorin. Il remercie aussi Vincent Piveteau, directeur de l'ENSPV, pour son accueil dans les locaux de l'ENSPV

Marc Deconchat, qui est aussi administrateur de Solagro, rappelle la naissance du projet. Afterres2050 est issu de 30 ans de réflexion de Solagro, au cœur des problématiques énergie, agriculture et environnement. Il a pris corps lors d'une réunion rassemblant adhérents, salariés et invités en novembre 2010. Il a été mené dans le cadre d'un travail collectif avec adhérents et salariés réunis en groupes de travail et au cours de 2 Universités d'Hiver en 2012 et 2013 rassemblant à chaque fois 150 personnes pendant 2 jours. La démarche s'est beaucoup inspirée du scénario Négawatt notamment sur le fait de construire un scénario à l'échéance de 2050 basé sur la demande.

Le scénario national établi, la phase engagée de régionalisation renouvelle les questions, apporte un nouveau regard et suscite de nouvelles méthodes de travail.

Le Conseil Scientifique a pour objectif de questionner les hypothèses et résultats du scénario, alimenter et conforter la démarche, en éclairer les limites et les axes à développer qui pourront alimenter de nouvelles questions de recherche. Le fonctionnement de ce conseil doit rester souple et convivial.

2. Présentation du scénario Afterres 2050

Christian Couturier présente synthétiquement le scénario Afterres2050 et la démarche de régionalisation engagée. La présentation est annexée à ce document (en accès sur l'espace extranet). Une brochure de 60 pages présentant le scénario est maintenant disponible.

Il rappelle qu'il n'y a pas actuellement de fiches « systèmes de culture » mais uniquement des fiches « culture » qui pour les cultures dominantes décrivent différentes combinaisons (bio versus conventionnel, culture simple versus associée, avec cultures intermédiaires versus sans, avec agroforesterie versus sans)

La méthodologie de régionalisation du scénario n'est pas présentée en détail durant ce premier conseil scientifique. Celle-ci sera donc présentée au prochain CS notamment sur l'articulation entre les 4 régions test (Centre, Ile de France, Rhône-Alpes et Picardie) et les 18 autres.

De même il est rappelé préalablement que le scénario n'intègre pas d'analyses économiques et sociales (quels emplois ? quelles formes d'exploitation agricole ?). Une première approche sera initiée cette année dans le cadre d'un partenariat avec le CIRED (Philippe Quirion).

3. Présentation des points forts et des points faibles du scénario

L'expertise et le point de vue de chaque membre du CS sont présentés lors d'un tour de table.

Les remarques formulées ont été organisées en 4 rubriques : Points forts (*Pfort*), point faible (*PFaible*), question (*question*) et proposition (*proposition*)

Les présentations sont annexées à ce document (**en accès sur l'espace extranet**).

- **Frédéric Levraut** : Il est nécessaire de mieux prendre en compte l'adaptation au changement climatique (ex : productivité des cultures intermédiaires, utilisation de variétés de maïs plus précoces, opportunité pour de nouvelles régions) (*PFaible*). Intérêt de l'échelon régional (*Pfort*). La péréquation optimale entre le national et le régional n'est pas au prorata (*PFaible*). Comment aller vous impliquer les 18 autres régions (*question*)? (nôte annexée)

- **Grégoire Pigeon** : Mieux faire ressortir la prise en compte de l'adaptation au changement climatique (*PFaible*). Prendre une valeur médiane des évolutions climatiques (*proposition*).

- **Bernard Lemoult** : L'enjeu porte sur la transition. Comment amène-t-on la société à changer ? Point particulier : quel PRG pour le méthane à 50 ans (*question*) ? Il y a un potentiel important de bois énergie pour production d'électricité mais les tensions sont très fortes (*proposition*). C'est un outil d'aide à la transition sur les territoires (*Pfort*). Et le territoire est une bonne échelle de mobilisation par rapport au niveau national et international qui n'est pas dans l'échelle de temps de l'urgence (*proposition*). La démarche est un processus itératif (*Pfort*). Il est important de bien décrire la méthode et ses limites techniques (*proposition*). Les régions cherchent des solutions. Il faut sauvegarder votre rôle d'expert (*proposition*). Le scénario constitue une vision d'un futur possible (*Pfort*). La transition, ça demande du temps. Etes-vous en capacité d'intervenir dans des régions différentes (*question*)?

- **Philippe Barret** : Le document a un supplément d'âme et les options sont crédibles (*Pfort*). Ce n'est pas le terrain pour discuter de la transition. Il ne faut pas mélanger les rôles. Je ne vois pas votre légitimité. Vous avez une double position. Des experts avec des outils et des chiffres et des gens dans l'arène. L'expert ne peut jouer dans l'arène de la transition. Il y a deux métiers et deux équipes. La prise en compte du changement climatique ne ressort pas assez (*PFaible*). La question de l'équité sociale pourrait être prise en compte (*proposition*). Faire tourner le modèle sur plusieurs trajectoires et réaliser une « analyse de sensibilité » (*proposition*). Quels sont les paramètres qui vont varier fortement les résultats (*question*)? Je suis d'accord que la transition sera surtout un enjeu plus prégnant à l'échelle nationale. A l'échelle régionale, ça pose des questions plus précises (*Pfort*). Plusieurs villes belges (Bruxelles, Liège) développent des ceintures alimentaires avec un objectif de relocalisation de la production.

- **Matthieu Calame** : Ce n'est pas à Solagro de fournir des données économiques. Il faut rester très ferme. Le point fort est de fournir des résultats quantitatifs (possible techniquement) en dehors des données économiques (*PFort*). Sans aller vers différents scénarios, montrer des variantes (*proposition*). Imaginer un scénario sans rupture technique est un point fort (*PFort*). Comment aborder les ruptures alimentaire ou climatique (*question*)? La régionalisation d'Afterres n'est pas une commande publique. Le processus d'élaboration ne sera donc pas le même. On va faire entrer des questions sociales et de gouvernance. Dans un paradigme de centralisation il est difficile de bouger mais il n'en est pas de même dans un cadre régional. Il faut mettre en avant les enjeux de la régionalisation (*proposition*). Il n'y aura pas de solution satisfaisante de toutes les parties. Comment va se négocier cette évolution (*question*)? Un scénario est toujours faux. Mais la vraie question est : est-il fécond ou non ?

- **Fabienne Daures** : Intérêt d'un scénario fondé sur les besoins (*PFort*). Nécessité d'approfondir la disponibilité des ressources halieutiques et la potentialité des mers en 2050 (*PFaible*). Comment gérer la phase de transition (*question*)? (PPT)

- **Denis Lairon** : intérêt d'une telle approche intégrée et prospective (*PFort*). Approche nationale simplificatrice par rapport à la diversité et la spécificité des régions (*PFaible*). Intérêt de la régionalisation pour se confronter à cette problématique (*PFort*). Améliorer l'approche alimentation en entrant de nouveaux critères (fer, cuivre, raffinage des céréales, ...) (*proposition*). Importance des poissons pour la fourniture d'oméga 3. Importance de la contamination par les pesticides sur la santé (perturbateurs endocriniens). L'alimentation des consommateurs bio actuels (enquête Bionutrinet) se rapproche de l'assiette Afterres en 2050 et de l'alimentation méditerranéenne (*PFort*). Il faut pouvoir comparer les régions entre elles et caractériser le degré de production locale (*proposition*). (PPT)

- **Martine Padilla** : Nécessité de complexifier les hypothèses sur les besoins alimentaires (carences créant une faim cachée, biodiversité de l'assiette, qualité des matières grasses) (*PFaible*). Prendre en compte les coûts environnementaux de logistique et de transformation entre le producteur et le consommateur (ex de la tomate) (*proposition*). Il est important de pouvoir diversifier les assiettes alimentaires par région (*proposition*). Le problème est que l'on ne sait pas ce qui est consommé à l'échelle régionale mais on peut mesurer un taux de dépendance (*proposition*). Il faut rechercher les complémentarités possibles entre agriculture urbaine et alimentation (métabolisme et circularité des matières) (*proposition*). Evaluer l'impact social du scénario comme la prise en compte du bien être (*proposition*). (PPT)

- **Michael O'Donohue** : C'est important de prendre en compte des enjeux énergétiques (*PFort*). Trop forte place de la méthanisation (*PFaible*). Emergence de protéines d'insectes (*question*)? Comment intégrer l'économie circulaire (*question*)? Comment introduire certaines biotechniques (*question*)?

- **Jean Marc Meynard** : vision quantitative cohérente et intérêt de la vision systémique qui permet d'insérer les choix pas évidents (*PFort*). Il n'y a pas beaucoup d'étude de ce type (*PFort*). On a tendance à trop séparer l'agriculture et l'alimentaire (*PFort*). Nécessité de faire une analyse de sensibilité (*PFaible*). Choix d'un paramètre ou d'un mode de fonctionnement. Quel peut-être l'apport de certaines innovations qui peuvent par exemple contribuer à une meilleure efficacité des intrants (*PFaible*)? Comment prenez-vous cela en compte (*question*)? Dans l'autre sens, quelles seraient les innovations nécessaires (*question*)? Quels sont les verrous (*question*)? Quels progrès à faire en terme de technologie (*question*)? En terme de connaissance (*question*)? Ce serait utile pour les questions de recherche (*proposition*). Faut-il attendre la fin du travail pour aborder la transition (*question*)? Car le modèle 2050 peut être enrichi par les résultats sur la transition (*proposition*). Je m'interroge sur l'intérêt de décliner le scénario au niveau régional et s'il ne serait pas plus efficace de travailler la transition (*question*)? Quels seraient les leviers possibles (régionaux, nationaux)? Le scénario ne suffit pas pour faire embrayer la transition (*PFaible*). Comment on va passer du scénario à la transition (*question*)?

- **Antoine Collin** : Le scénario nécessite un approfondissement sur l'offre en bois et la demande en produits du bois et en tenant compte des essences (*PFaible*). Une forêt qui s'accroît en surface, en volume et en accroissement annuel mais avec des menaces (changement climatique, maladies émergentes), problème d'adaptation entre la demande et l'offre (on a des feuillus bois d'œuvre et la demande porte sur les moyens bois résineux), comment développer la filière bois d'œuvre, comment gérer le déficit en pâte à papier, introduire des variables environnementales dans le scénario forestier dépendant, nécessité de contextualiser en fonction des régions et des orientations sylvicoles, quel sera le devenir des nouveaux boisements (*questions*) ? Le prélèvement peut dépendre aussi de l'adaptation au changement climatique (ex : mobilisation du hêtre en Normandie) (*proposition*). Les transitions en forêt sont trop lentes (PPT)

- **Éric Justes** : point fort d'une analyse systémique (*PFort*). Mieux intégrer l'adaptation au changement climatique (*PFaible*). Nécessité méthodologique d'avoir plusieurs scénarios (test de sensibilité, sens de variation) (*PFaible*). Comment adapter les cultures intermédiaires (*question*) ? Faire plus d'hypothèses concernant les races mixtes (*PFaible*). Comment aller vous gérer l'agrégation des régions par rapport à une déclinaison régionale (*question*) ?

- **Philippe Quirion** : point fort de la cohérence physique (*PFort*). Comment s'assurer de la réduction du gaspillage (*question*) ? Lien entre pertes et productions congelées (*question*) ? Les produits biologiques se conservent plus. Impact des emballages sur la conservation. Comment réformer les aides de la PAC (*question*) ? Développer un scénario au niveau européen (*proposition*).

- **Sarah Martin** : Ce projet intéresse fortement l'Ademe et le conseil scientifique est important pour nous (*PFort*). Celui-ci doit contribuer à améliorer la modélisation (*PFort*). Le programme de travail est déjà très chargé. Il est intéressant de laisser se développer d'autres démarches dans les autres régions (*proposition*).

- **Vincent Piveteau** : Point fort de l'approche systémique et plus grande complexité par rapport à l'approche Agrimonde (*PFort*). Importance de la forêt dans les flux de carbone (*PFort*). Cet exercice d'experts citoyens et de mise en débat est intéressant (*PFort*). Le scénario permet de nous réinterroger tout de suite sur notre façon de consommer (*PFort*). Il n'est pas nécessaire d'attendre des évolutions technologiques (*PFort*). Ça appelle la contextualisation. Il manque des évolutions et des tendances (*PFaible*). La maîtrise du foncier reste un enjeu important pour maîtriser l'évolution du territoire.

- **Arthur Riedacker** : nécessité d'avoir des variantes du scénario (*PFaible*), importance des terres aptes à la culture dans le monde notamment en Afrique mais nécessité d'accroître les rendements si on veut préserver les forêts, nécessité de politiques publiques fortes, préciser les contraintes logistiques (transport), proposer des pistes de recherche (*proposition*). Ne faut-il pas repousser l'aspect transition (*question*) ? J'ai peur que l'on perde l'originalité de l'approche en allant trop vite sur la transition (PPT)

- **Marc Deconchat** : le point fort est le multi-dividende et la capacité adaptation qui offre plus de possibilités de transition (résilience) (*PFort*). Il faut pouvoir prendre en compte la spatialisation des choses et les effets de bordure (*proposition*).

- **Marc Benoit** absent à ce CS a fourni un texte qui est annexé à ce compte-rendu. Ce texte insiste sur la transition écologique (repérer les signaux faibles – *les success stories* – notamment dans le domaine de l'eau. Comment calibrer la « base de temps » d'une transition avec comme exemple la reconquête de la qualité de l'eau (*question*) ? Il est important d'avoir une conduite partagée des analyses prospectives et notamment des prospectives territoriales (*proposition*). Il cite la diversité des modes d'actions organisées dans les territoires pour construire ces scénarios.

On peut ressortir du tour de table :

Les points forts du scénario

- L'existence même de ce scénario.
- Une approche systémique et intégrée fondée sur les besoins (alimentaires, énergétiques mais aussi de santé publique et de réduction du gaspillage) plutôt que l'offre ou les capacités de production, et associant les aspects alimentaires, agricoles, énergétiques et environnementaux.
- Une approche transversale, rigoureuse, transparente, honnête, innovante, rafraîchissante et crédible.
- Un scénario accessible et pédagogique avec un souci d'appropriation.
- Un modèle qui donne un cap pour penser l'avenir et analyser le présent.
- Un scénario rationnel, efficace et réaliste (RER), rafraîchissant, audacieux, enthousiasmant, « poil à gratter », courageux (dire haut ce que beaucoup pensent tout bas) et avec un supplément d'âme.
- Sans rupture technique majeure. Les options sont crédibles mais avec des points à approfondir.
- La mise en débat public qu'il suscite.
- Une approche qui augmente le degré de liberté de la société en donnant à penser et en ouvrant le champs des possibles.
- Un scénario à bénéfices multiples.
- Un scénario physique et quantifié (productions, rendements, indicateurs environnementaux, régime alimentaire...).
- Le scénario permet de nous réinterroger tout de suite sur notre façon de consommer sans attendre des évolutions technologiques.

- *Christian Couturier présentera au prochain CS la méthodologie mise en place pour passer de la France aux 22 régions. Il rappelle l'importance mais aussi la difficulté de ce changement d'échelle (par exemple, on n'a pas d'obligation de réduction de CO² par région). On va démarrer par un scénario homothétique et comparer la demande alimentaire régionale à la production agricole régionale. L'objectif n'est pas l'autonomie des régions.*
- *Sylvain Doublet rappelle que l'agriculture mise en place dans le scénario est plus résiliente et que le travail sur l'adaptation doit être amélioré. Cette amélioration est prévue au travers de la régionalisation.*
- *Madeleine rappelle que nous n'avons pas détaillé, à ce stade du travail, les fruits et légumes au vu des faibles surfaces engagées.*
- *Elle rappelle également que dans les régions l'enjeu est de remettre les acteurs autour de la table.*

Les points faibles du scénario

- Un seul scénario à l'échelle nationale et une absence d'analyse de sensibilité.
- Une prise en compte insuffisante de l'innovation et des possibles ruptures technologiques (élevage d'insectes, efficience des intrants).
- Une prise en compte insuffisante des services écosystémiques.
- Une approche trop simplifiée de la question alimentaire et nutritionnelle. Il manque des indicateurs clefs comme : fibre, nutriments, aspect toxicologique, carences, légumineuses, légumes, qualité des matières grasses, oméga 3, raffinage, biodiversité dans l'assiette. Il faudrait pouvoir régionaliser les régimes alimentaires.
- Non prise en compte de la « faim cachée » (problème de carences, qualité des matières grasses).
- Le scénario n'intègre pas le système alimentaire (transformation, transport, emballage, chaîne de froid, approvisionnement, emballage) et les possibilités d'économie circulaire.
- Hypothèses ressource bois à affiner : nécessité de contextualiser le taux de prélèvement, non prise en compte de la nature et de la fragmentation de la propriété forestière, hypothèses sur les filières papiers et emballages et construction bois.
- Validité des hypothèses sur les ressources halieutiques ?
- Un modèle trop « simple » pour aborder la complexité de la forêt et de ses ressources (essences, sylviculture, prélèvements, marché du bois).
- Faisabilité d'un scénario 100% de races mixtes ?

- La nécessité d'une approche plus globale des questions de comptabilité carbone : production végétale en France vs déforestation en Afrique (D-LUC I-LUC), quantification des GES du système alimentaire (transport...).
- Une insuffisance de l'affichage et de la prise en compte du changement climatique : affichage dans le scénario, évolution du potentiel agronomique (par exemple rendement des cultures intermédiaires) et la question de la ressource en eau, impact sur la forêt et la pêche.

4. Brainstorming sur la régionalisation du scénario (échanges entre les membres)

Points d'attention, partage d'expériences, méthodologie.

On peut ressortir de la discussion les points d'attention suivants :

- **Le foncier et la spatialisation des enjeux** : la maîtrise du foncier constitue un véritable enjeu. Le morcellement de la propriété forestière limite la mobilisation du bois. Il conditionne aussi l'installation des jeunes agriculteurs mais aussi la préservation des terres agricoles. Il s'agit d'un bien commun. Son accès est conditionné par jeu d'acteurs. La question du spatial et de la relocalisation des enjeux est aussi très importante dans un tel scénario même si elle est techniquement difficile à aborder.
- **Les services écosystémiques** : il serait important de pouvoir les visualiser ou les quantifier. Sont-ils améliorés dans le scénario Afterres2050 ?
- **La pertinence d'une approche régionale** : La « régionalisation » du scénario va permettre de prendre en compte des spécificités des territoires comme le contexte agro-pédo-climatique, la ressource en eau, la pression foncière pour l'artificialisation ou la régionalisation des régimes alimentaires. Cependant les régions ne fonctionnent pas en vase clos et l'objectif du scénario n'est pas l'autarcie des régions. Si certaines informations sont disponibles facilement au niveau régional, notamment agricoles, d'autres le sont moins comme les spécificités des régimes alimentaires, la part de la production agricole consommée en région. La régionalisation va surtout permettre de prendre en compte l'avis des acteurs locaux. Elle devrait aussi permettre de comparer les régions entre elles et de caractériser le degré de production locale. Le test dans les 4 régions va permettre de se confronter à ces questions.
- **Les métabolismes territoriaux** : Il apparaît comme nouveau cadre de réflexion et un outil de compréhension entre les villes/territoires et leurs environnements. Il permet de mesurer les flux de ressources (énergie, eau, matières, aliments) et leur devenir. Il a été cité de nombreuses villes qui s'engagent dans cette réflexion (Bruxelles, Liège, Montpellier, Rennes).
- **Expert versus acteur** : le débat de ce matin a plutôt montré que Solagro devait conserver son rôle d'expert et ne pas se considérer comme un acteur.
- **La transition** : La question de la transition a été un point très discuté le matin, à savoir si on devait l'aborder dès maintenant ou comme une étape ultérieure (troisième étape) à un scénario approfondi et régionalisé. Il a été dit que scénario ne suffisait pas à faire émerger la transition, même si il donne des éclairages sur les actions à mettre en œuvre pour la transition (comme : mieux préserver le foncier agricole, changer son régime alimentaire, consommer et donc produire plus bio, mieux mobiliser les ressources forestières, mieux gérer les ressources halieutiques...). Mais cela ne dit pas comment mettre en œuvre cette transition et quels sont les verrous et les leviers et à quelle échelle (europe, France, région, ville...). Plusieurs exemples ont été cités comme les leviers disponibles pour mobiliser plus de bois ou les mécanismes d'appropriation existants des nouvelles pratiques culturelles abordés comme les cultures associées ou les cultures intercalaires, ou encore les rôles envisageables pour les collectivités. Quelle gouvernance ? A quel niveau se trouve les leviers (europe, France, région, ville...) ? Quelles transitions sociétales ? Comment engager les autres parties prenantes ? Comment faire face aux lobbies ? Comment réformer les aides de la PAC ? Enfin certains membres estiment que la question de la transition peut enrichir la prospective Afterres. D'autres pensent aussi qu'il ne faut pas mélanger les genres et qu'il faut séparer les approches et les rôles. Des propositions seront formulées en ce sens au prochain CS.
- **L'intérêt d'un scénario** : La question n'est pas de savoir si le scénario est vrai ou faux mais si il est fécond. La démarche est aussi importante que le résultat. L'important n'est-il pas de faire réfléchir et bouger les acteurs ?

- **Un scénario européen** : Le transfert de la démarche au niveau européen est posé. Cette question revient aussi régulièrement lors des présentations. Pour cette année cela n'est pas la priorité même si il est important de pouvoir saisir les opportunités qui pourraient se présenter.
- **Clarifier les limites à l'exercice** : il est important de pouvoir dire clairement ce que l'on va faire au niveau de cette prospective et ce que l'on ne fera pas.
- **Produire des questions pour la recherche** : Le scénario soulève de nombreuses questions de recherche (quelles sont les innovations nécessaires pour opérer certains sauts techniques ? Quels sont les verrous ? Quels sont les besoins de connaissance ?). Il est important de pouvoir formuler ces questions et de les transmettre aux chercheurs.
- **Réaliser des tests de sensibilité du scénario**

5. Point 5 : Suite à donner

- ➔ *Il est proposé de traiter deux points au prochain conseil scientifique :*
 - 1- *L'assiette Afterres répond-elle bien aux besoins alimentaires quantitatifs et qualitatifs affinés ? Quels indicateurs introduire ? Quels impacts/liens avec le système de production et l'ensemble de la chaîne ? Comment approfondir et complexifier le modèle Mosut sur les questions alimentaires (avec Denis lairon et Martine Padilla).*
 - 2- *les enjeux du changement climatique (avec Frédéric Levraut et Grégoire Pigeon) : quels sont-ils au niveau agricole et forestier et comment ceux-ci peuvent-ils être mieux pris en compte dans le scénario tant au niveau national que régional. Ce dernier point devrait permettre d'affiner dans l'outil MoSut l'adaptation aux changements climatiques (nouvelles pratiques agricoles, choix de variétés plus précoces).*
- ➔ *Solagro proposera au prochain CS soit d'organiser un séminaire spécifique sur la thématique de la transition en invitant des experts externes, soit de participer à un séminaire organisé par d'autres où le scénario Afterres serait débattu.*
- ➔ *Philippe Pointereau prendra contact avec Fabienne Daures pour voir comment améliorer la partie ressources halieutiques du scénario (évolution des stocks, répartition de la ressource, place de la pisciculture, impact de la contamination des chaînes alimentaires).*
- ➔ *Christian Couturier prendra contact avec Antoine Collin pour voir comment approfondir le scénario sur son volet forestier.*
- ➔ *Christian Couturier se charge d'étudier la faisabilité et la nécessité d'intégrer un PRG du méthane à 50 ans.*
- ➔ *Philippe Pointereau, en lien avec Marc Deconchat (président du CS), étudiera la faisabilité de mener une analyse de sensibilité (identification du poids des variables, quelles sont les 10 variables clefs, comment elles varient ?). Des contacts seront pris avec certains membres du CS pour voir comment cela peut-être mené.*
- ➔ *Il est proposé d'aborder les questions de transport et des industries agro-alimentaires dans la régionalisation sur les 4 régions test.*

6. Le calendrier suivant est arrêté

- La prochaine réunion du conseil scientifique (CS2) est prévue à **Paris le jeudi 3 juillet 2014.**
- ➔ *Philippe Pointereau transmettra un premier ordre du jour courant mai.*

Afterres2050 – Phase 2 - Régionalisation

Conseil Scientifique

Compte-rendu « CS2 »

Jeudi 3 juillet 2014 – 9h30 à 16h30

Centre AgroParisTech Maine

19 avenue du Maine - PARIS

Liste des participants

Participants membres, présents

- Philippe BARET (Université Catholique de Louvain),
- Marc BENOIT (INRA),
- Marc DECONCHAT (INRA),
- Fabienne DAURES (IFREMER),
- Dominique DRON
- Raphaëlle KOUNKOU-ARNAUD (Météo France, représentant Grégoire PIGEON)
- Denis LAIRON (INSERM/INRA de Marseille),
- Bernard LEMOULT (Ecole des Mines de Nantes)
- Frédéric LEVRAULT (Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes)
- Martine PADILLA (Centre international de Hautes Etudes agronomiques Méditerranéennes).
- Philippe QUIRION (CIRED),
- Arthur RIEDACKER (INRA).

Autres participants présents

- Christian COUTURIER (Solagro)
- Sylvain DOUBLET (Solagro)
- Sarah MARTIN (ADEME)
- Philippe POINTEREAU (Solagro)

Absents ou excusés

- Sébastien TREYER (IDDRI)
- Matthieu CALAME (FPH)
- Madeleine CHARRU (SOLAGRO)
- Antoine COLIN (IGN-IFN)
- Eric JUSTES (INRA)
- Jean-Marc MEYNARD (INRA),
- Michael O'DONOHUE (INRA),
- Grégoire PIGEON (Météo France), représenté par Raphaëlle KOUNKOU-ARNAUD
- Vincent PIVETEAU (Ecole Supérieure du Paysage de Versailles),

Diffusion

Le présent compte-rendu sera diffusé auprès des membres du CS et des invités.

Ordre du jour

1. Introduction par *Marc Deconchat*, Président du Conseil scientifique : Validation du compte-rendu de la réunion du CS du 28 janvier 2014 et déroulé de la journée,
2. Déroulement et avancement du projet par Sylvain Doublet :
 - Synthèse des analyses AFOM du scénario Afterres réalisées dans les 4 régions
 - Remarques et propositions formulées par le Conseil National de suivi (les financeurs du programme) du 2 juillet
 - Evolution du programme
3. Méthode mise en œuvre au niveau de l'outil MoSut pour régionaliser le scénario national par *Christian Couturier* :
 - D'une version homothétique à une version consolidée
 - Difficultés rencontrées et premières adaptations mises en œuvre
4. Interventions de *Denis Lairon et Martine Padilla* sur les enjeux entre alimentation et santé
 - Modélisation d'un régime alimentaire idéal pour satisfaire l'ensemble des besoins nutritionnels
 - Le régime méditerranéen : un régime validé en terme de santé publique. Une référence utile?
 - Expertise de l'assiette Afterres au vu de ces recommandations nutritionnelles : points forts et points faibles : évolutions souhaitables
 - Les indicateurs nutritionnels clefs à mettre en œuvre pour évaluer l'assiette
5. Intervention de *Fabienne Daures* sur les ressources marines disponibles
 - Etat et évolution des produits de la pêche en France
 - Spécificités régionales concernant la consommation de poissons
 - Evolution des stocks en fonction des différentes zones de pêche et des espèces
 - Quelle hypothèses de prélèvement pour l'avenir et quelles clés de répartition de cette ressource en partie commune
6. Interventions de *Frédéric Levraut et de Raphaëlle Kounkou-Arnaud* sur les conséquences du changement climatique sur la production agricole
 - Certitudes (augmentation des températures) et incertitudes (pluviométrie) concernant le climat en 2050, impact des émissions de GES
 - Présentation de quelques impacts majeurs sur le territoire national (besoin en eau et irrigation, phénologie et alimentation fourragère)
 - Modification des systèmes de production (des certitudes au questionnement)
7. Echange sur un enjeu fort de la régionalisation : quels critères pour « re »-localiser les productions agricoles (et autres ressources)
 - Tour de table et brainstorming sur une question récurrente de la régionalisation : comment aborder les questions d'autonomie, de sécurité alimentaire et de localisation ou relocalisation des productions ?
 - Quelles sont les échelles pertinentes ? quels critères avancer? Quelle hiérarchie ou arbitrages face à des arguments potentiellement contradictoires ? Existe-t-il un pourcentage minimum ou optimum ?
8. Suites et perspectives :
 - Participation du CS au séminaire sur la transition organisée avec Biovallée dans la Drôme
 - Date et proposition d'ordre du jour du prochain CS

1. Ordre du jour du Conseil et validation du compte-rendu du CS1

Marc Deconchat, Président du Conseil Scientifique introduit la journée et remercie l'ensemble des membres de ce Conseil de leur présence. Il excuse les personnes qui n'ont pu se libérer pour cette journée.

Il présente l'agenda de cette journée particulièrement chargée et demande donc aux participants de tenir le timing.

➔ *Aucune remarque n'étant formulée sur le compte-rendu du premier conseil scientifique du 28 janvier 2014, celui-ci est adopté.*

2. Point sur l'avancement du projet

Sylvain Doublet présente synthétiquement les principaux points d'avancement du projet qui ont été présentés hier (2 juillet) à Paris aux membres du Conseil National de Suivi qui comprend les financeurs du projet.

L'outil MoSut a fait l'objet d'un certain nombre d'améliorations que Christian Couturier présentera après.

Les premières réunions plénières régionales (RPR) se sont déroulées dans les 4 régions. Elles ont réuni chacune entre 50 et 60 personnes couvrant les différentes familles d'acteurs concernées par un tel scénario (agriculture, énergie, agro-industrie, forêt, nutrition et santé, collectivité, consommateur et environnement). Ces RPR1 ont permis de réaliser une analyse AFOM du projet Afterres2050. Ces réunions ont été précédées par une réunion de concertation visant à établir un contrat d'animation pour sécuriser les échanges. Elles se sont déroulées dans de bonnes conditions. On notera juste la demande faite par le Préfet de Rhône-Alpes à la DRAAF et à l'ADEME de ne pas participer aux futures réunions et le fait que la Chambre régionale d'agriculture Rhône-Alpes s'est retirée de la démarche.

Parmi les points faibles mentionnés, on retiendra l'absence à ce stade d'une approche socio-économique, par filière et à l'échelle des fermes. La question de la faisabilité agronomique (notamment les besoins en azote) pour déployer l'agriculture biologique à grande échelle (50%) est posée pour les systèmes de grandes cultures. Les enjeux alimentation-santé n'apparaissent pas comme suffisamment pris en compte et il manque des indicateurs sur la couverture des besoins alimentaires. La place de l'élevage est aussi clairement posée avec la question de la valorisation des herbages. Les impacts du changement climatique doivent être aussi mieux définis notamment concernant l'irrigation. La contribution de la forêt et la valorisation non alimentaire de la biomasse doivent être précisées. Il ressort une demande claire pour produire plusieurs scénarios pour évaluer d'autres propositions cohérentes au regard des objectifs poursuivis.

Entre les réunions plénières il est prévu 3 réunions thématiques. 4 thèmes ont été évoqués : Quelles fermes en 2050 ? (approche technique et socio-économique). Le volet énergétique (forêt-bois et biogaz notamment), la sécurité alimentaire et la faisabilité d'autres scénarios. A noter aussi que la question de la transition reste omniprésente.

Une version améliorée du scénario régional (V1) sera présentée en RPR2. La RPR3 permettra de présenter une V2 accompagnée de scénarios alternatifs régionaux et d'aborder aussi la question de la transition.

➔ *Les différents documents produits dans les régions seront accessibles aux membres du Conseil scientifique, de même que la présentation de Sylvain Doublet et Christian Couturier, sur l'espace extranet.*

3. Evolution de l'outil MoSUT

Christian Couturier présente les nouveaux développements de l'outil MoSUT pour gérer la régionalisation. Ceux-ci ont porté sur la modélisation des cultures par région (rendement, IFT, besoin en eau) mais aussi d'autres aspects comme la population ou l'artificialisation des sols.

Plusieurs travaux sont aussi en cours comme :

- l'indicateur GES : solde import export pour passage de la notion d'émission territoriale à celle d'empreinte
- Indicateur impact sur l'air
- Indicateur stock carbone
- modélisation urbanisation selon la population et la variation de population
- Assolement / rotation / relocalisation via la modélisation au niveau « fermes »
- Traduction socio-économique du scénario et cadrage macro-économique

Christian Couturier insiste sur la différenciation des deux démarches « émissions territoriales des GES » qui prend en compte les émissions du territoire plus le contenu carbone des produits importés et « l'empreinte carbone » qui s'intéresse à la consommation intérieure, deux notions différentes mais complémentaires.

Christian Couturier présente aussi la question de la régionalisation de la production laitière qui dans le scénario diminue de 50%. Sur quels critères réaliser cette répartition du cheptel. Il existe trois situations : des régions très déficitaires comme l'Île de France ou les régions méditerranéennes, des régions proches de l'équilibre comme l'Aquitaine ou des régions très excédentaires comme le Grand Ouest et l'Auvergne.

Plusieurs clefs de répartition existent :

- en fonction de la présence des prairies naturelles et d'un chargement maximal. Mais dans ce cas la Bretagne devient déficitaire.
- En fonction des besoins alimentaires régionaux ou d'un chargement max à l'ha
- En limitant le taux de variation du cheptel entre 33% et 200%
- Prise en compte de la production AOC fromagère

Marc Benoit mentionne qu'il peut être rentable d'installer des gros élevages laitiers dans les zones de grandes cultures avec apport de capitaux extérieurs. Il ne faut pas être réservé sur les scénarios. Il rappelle qu'autrefois l'Île-de-France était une très grande région productrice de moutons. Le lait a été localisé progressivement dans l'ouest grâce au port de Nantes qui importe le soja et qu'il a fallu rentabiliser (plan Gourvenec).

Arthur Riedacker trouve que cette comparaison Bretagne versus Île-de-France est intéressant mais que le redéploiement de l'élevage laitier dans les zones de grandes cultures entraînerait une évolution drastique de l'assolement.

Philippe Barret pense que l'autonomie régionale ne doit pas être une finalité du modèle. Quelles sont les contraintes que l'on se fixe dans le modèle ? On peut calculer ce que l'autonomie entraîne comme évolution. L'autonomie peut-être un des facteurs de la transition.

Dominique Dron. Il est important que le registre de justification des hypothèses examinées soit acceptable pour tous, quelle que soit leur option socio-économique de départ. L'avantage des argumentaires scientifiques axés sur la nécessité de renouveler les ressources ou de ne pas épuiser les non-renouvelables trop vite est qu'ils ne dépendent pas des organisations socio-économiques. Par ailleurs, il est intéressant de poser la question des répartitions des gains, mais comme résultante des scénarios et non comme motivation de ces derniers : par exemple, la mise en place de fermes laitières de grande taille est rentable pour qui ? En effet, ces systèmes maximisent les flux à l'export, les intérêts liés au financement des investissements (versés aux acteurs financiers), ainsi que les profits tirés

des spéculations sur les cours internationaux. Il faut donc plutôt se diriger vers des déterminants physiques et biologiques des hypothèses et des scénarios, qui justifient la nécessité d'une transition. Comment prendre en compte les pollutions dans les calculs économiques mais aussi dans les estimations de ressources (ex : pour conserver une large surface cultivable celle-ci ne doit pas être trop polluée) reste important. Comment prendre en compte l'insécurité croissante des transports internationaux (on ne mettra pas une corvette derrière chaque porte-container). D'où l'intérêt colossal d'avoir plusieurs scénarios.

➔ *Il est important de pouvoir tester plusieurs scénarios tels que ceux présentés par Christian Couturier sur la répartition de l'élevage laitier, en les fondant sur des gestions différentes de ressources.*

4. Point sur les enjeux alimentation et santé

Denis Lairon présente les clefs d'une bonne alimentation (alimentation saine et durable). On ne peut pas dire que les français surconsomment : 2200 kcal (homme) versus 1700 kcal (femme). Il rappelle les principaux points pour améliorer l'alimentation des Français et respecter les recommandations nutritionnelles : augmenter la consommation de fruits, de légumes et de féculents, diminuer les apports en lipides (notamment les acides gras des produits animaux), diminuer les apports de sucre et de sel, et augmenter les apports en fer, calcium, vitamines et fibres. Il présente les résultats d'une étude de modélisation visant à proposer des évolutions minimales du régime moyen des français pour améliorer sa valeur nutritionnelle en satisfaisant toutes les recommandations nutritionnelles : augmentation de la consommation de céréales non raffinées, de fruits secs, de poisson, de fruits, de légumes, de laitage et baisse de la consommation de boissons et d'aliments sucrés, de graisses animales, de pâtisseries, de fromages, de viandes rouges et de volailles.

Ce nouveau régime optimisé (mais pas encore idéal) se rapproche fortement du régime méditerranéen, mais aussi de l'assiette d'Afterres. Cependant des différences subsistent comme l'augmentation de la consommation de poissons (avec quelles ressources ?), l'augmentation de la consommation de laitages mais la forte diminution de fromages et de beurre (graisses animales) – à voir si cela se traduit au final par une baisse de la consommation de lait.

Denis Lairon présente aussi les clefs du régime méditerranéen (Crète) jugé idéal en terme de santé (-30% de risque de maladies cardiovasculaires) et classé au Patrimoine Mondial immatériel de l'Humanité par l'UNESCO. Celui-ci diminue notamment les carences en minéraux, oligo-éléments et vitamines. Il est basé sur une forte consommation de céréales, de légumes secs et frais, de fruits frais et à coque, de poissons et d'huile d'olive, d'ail et de plantes aromatiques avec un peu de vin mais une faible consommation de viandes et de produits laitiers. Ses très documentés et nombreux effets protecteurs vis à vis de l'obésité et des principales pathologies sont résumés.

Enfin Denis Lairon présente une troisième approche basée sur les résultats de l'enquête épidémiologique Nutrinet reliant alimentation et santé (<https://www.etude-nutrinet-sante.fr/>). Celle-ci comprend une étude spécifique sur les consommateurs de produits bio versus non bio, poursuivie aujourd'hui dans le cadre d'un programme ANR (Bionutrinet). Les résultats montrent un effet très positif de l'alimentation bio sur l'adiposité qui diminue d'environ 50% toutes choses étant égales par ailleurs. Cette enquête présente aussi le profil de consommation des consommateurs bio réguliers qui se rapproche très fortement de l'assiette Afterres avec plus de fruits frais et secs, de légumes frais et secs, d'huiles végétales, de céréales complètes mais avec moins de boissons sucrées et alcoolisées, moins de viandes et de lait. Les consommateurs de produits biologiques actuels seraient-ils les consommateurs d'Afterres de demain ?

Denis Lairon confirme que dans un régime idéal (et non contraint) il est possible de satisfaire les besoins en calcium tout en diminuant la consommation de produits laitiers avec une augmentation des céréales en partie complètes, des fruits secs et des fruits et légumes.

Martine Padilla rappelle que l'évolution du discours sur l'alimentation est liée à l'évolution du contexte sociétal qui est passé de « manger plus » (contexte de pénurie d'avant 70) , à « manger moins », « manger vite », manger sans », « manger juste », « manger avec », « manger durable » et aujourd'hui « manger local ».

Martine Padilla rappelle qu'il ne suffit pas de s'intéresser aux produits (par exemple la tomate). Il faut aussi s'intéresser aux modes de productions et s'assurer que ceux-ci soient durables. Elle cite le cas des cultures sous serre (tomate, fraise) ou le développement de monocultures. Elle montre aussi l'importance de l'empreinte écologique du modèle alimentaire du Nord de la Méditerranée. La diversification alimentaire est nécessaire mais pas suffisante pour atteindre la sécurité alimentaire qualitative étant donné les fortes variations en nutriments selon les espèces et les variétés. Il y a par exemple une grande variabilité des apports de nutriments (par exemple vitamines D, B12, B6, B3) selon l'espèce de poissons. Le chinchard, hareng ou maquereau en apportent beaucoup plus que le panga d'élevage ou la perche du Nil.

Martine Padilla rappelle aussi que plusieurs indicateurs ont été mis en place pour évaluer les apports en nutriments ou micronutriments liés à la diversité de l'alimentation: le score de « diversité de l'alimentation », « de la diversité de l'alimentation traditionnelle » ou de la « Nutritional Functional Diversity ».

Dominique Dron rappelle qu'il y a une sous-estimation générale dans l'opinion des décideurs et du public des apports de nutriments des aliments bio versus non bio. L'optimisation des apports nutritionnels par individu pour une même quantité de ressources mobilisées (sols, eau, énergie...), dans un monde fini du point de vue de ces ressources, devient un but politique compréhensible (de la même façon que l'optimisation de l'intensité carbone d'une économie).

Denis Lairon rappelle qu'en moyenne les laits biologiques contiennent 70% de plus d'oméga3 (d'après les données de 14 études scientifiques)

- ➔ *Tout le monde s'accorde à dire qu'une assiette brute n'est pas suffisante pour évaluer la qualité de cette assiette sur la santé, même si c'est une première étape indispensable*
- ➔ *Il serait intéressant de réaliser une comparaison entre les composantes de l'assiette Afterres et le modèle optimisé. Ce qui passe par l'élaboration de ratios permettant de passer des produits transformés aux produits bruts*
- ➔ *Pouvoir distinguer les céréales complètes des céréales raffinées dans Afterres et avec des indicateurs de nutriments plus détaillés (fer, fibres, ...) comme cela avait déjà été mentionné au premier CS. Ce qui suppose de mettre en place des tables de conversion. Cependant MoSUT ne permet pas de distinguer différentes qualités au sein d'un même produit liées aux mode de production (mis à part le distingo bio versus conv) ou aux modes de transformations en aval.*
- ➔ *Mettre en place à terme de nouveaux indicateurs comme la diversité de l'alimentation (type de légumes ou type de poissons par exemple) mais cela nécessite une typologie beaucoup plus fine que celle de MoSUT actuellement.*
- ➔ *Introduire un nouvel objectif politique, à savoir la maximisation des qualités nutritionnelles des aliments en fonction de la quantité de ressources finies (sols, eau, phosphates...) mobilisées pour les obtenir.*

5. Quelles disponibilités pour le futur en ressources marines

Fabienne Daures présente dans un premier temps les hypothèses très pessimistes proposées par Afterres2050 (évolution d'une consommation de 78g à 8g par jour des produits de la mer), dans un souci de préservation des stocks et de répartition mondiale de la pêche.

Fabienne Daures rappelle que la pêche en mer stagne depuis les années 90 à moins de 100 millions de tonnes avec cependant un fort développement (60 millions de tonnes aujourd'hui) de la pisciculture notamment en Chine. Certains scientifiques ont prévu un effondrement des pêcheries en 2048.

Les français consomment beaucoup de produits de la mer dont 60% sont importés (saumon, cabillaud, crevette mais aussi thon et moules). Aujourd'hui la consommation des français en produits de la mer (PDM) est de 95g/j/hab. Les principales espèces consommées étant : le thon, les moules, le saumon, le cabillaud, la coquille saint Jacques, l'huître et les crevettes. La consommation se fait soit en frais (moule, cabillaud), soit en surgelé (lieu noir), soit en conserves (thon, sardine). On observe des disparités régionales dans la consommation des PDM frais, par exemple forte consommation de PDM notamment des crustacés frais à l'Ouest comparativement à l'Est. Par contre il y a moins de différences pour les produits surgelés.

La consommation de PDM est stable mais le niveau des importations augmente (+35% en 10 ans) liées à une baisse de la pêche fraîche.

Il est possible de répartir la pêche en 3 zones : la zone côtière, la zone territoriale et européenne et la zone internationale. D'après la FAO (2004) 52% des stocks sont pleinement exploités et 24% sont surexploités ou épuisés et seulement 3% sont sous-exploités. Ceci confirme la faible marge de manœuvre et la stagnation de la pêche en mer. Cependant dans les eaux européennes avec la mise en place d'une politique du quota certains stocks s'améliorent comme en Atlantique Nord-Est mais ce n'est pas le cas de la Méditerranée, de la Mer Noire ou de la Baltique.

Fabienne Daures précise qu'en France la pisciculture reste très marginale.

Martine Padilla rappelle que le thon en boîte n'a pas le même apport en nutriments que le thon frais (notamment en oméga 3). **Denis Lairon** rappelle que les poissons sont indispensables pour les apports en oméga 3. Il faut distinguer deux familles ceux amenés par les poissons et les précurseurs alpha linoléiques amenés par les noix ou le colza que l'on assimile et que notre organisme convertit en oméga 3. Mais les enfants et personnes âgées assurent mal cette conversion. **Fabienne Daurès** souligne que le Pangasius, issu des aquacultures intensives du sud-est asiatique, est le poisson le plus consommé en restauration collective en France, mais qu'il est quasi-dépourvu d'oméga3 et des vitamines recherchés dans la consommation de poissons.

Dominique Dron rappelle l'accord de libre échange signé en la Chine et l'Islande, portant notamment sur les zones de pêche. Il y a aussi la question de l'accès à la ressource du thon indien, objet de manœuvres diplomatiques internationales entre les Etats-Unis, la Chine et l'Europe.

➔ *Il faut revoir les hypothèses d'Afterres. Philippe Pointereau reprendra directement contact avec Fabienne Daures pour voir comment formuler un nouveau scénario en fonction des zones de pêche, de l'évolution des stocks et en distinguant mieux les espèces (pêche en mer versus élevage, poissons version crustacés ou mollusques...). La pêche côtière et dans les eaux nationales ainsi que les produits de la conchyliculture pourraient être affectés à la consommation nationale. Quand à la pêche dans les eaux internationales et les importations, il faudrait trouver une clef de répartition.*

6. Les conséquences du changement climatique sur la production agricole

Raphaëlle Kounkou-Arnaud rappelle que les appareils de mesure et les modèles sont de plus en plus précis et fiables. Elle confirme l'augmentation de 1°C des températures moyennes en France depuis un siècle. Les causes de ce réchauffement sont principalement anthropiques. Ceci est confirmé aussi par le rapport du GIEC de 2013 (+0.85°C entre 1880 et 2012) qui confirme aussi que la période 1983–2012 a probablement été la période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années. Il y a une hausse plus forte des températures minimales que maximales. Par contre les tendances sur l'évolution des précipitations (cumul des pluies) ne sont pas significatives. On observe cependant une baisse des précipitations en été sur la majorité du territoire ainsi qu'une tendance à l'assèchement (indice d'humidité du sol) qui est aussi une réponse à l'augmentation des températures estivales.

Le GIEC (2013) prévoit une augmentation de la température moyenne pour la fin du XXI^{ème} siècle : celle-ci dépassera probablement 1,5°C relativement à 1850-1900 pour les scénarios optimistes et 2°C pour les scénarios pessimistes (la plage de valeurs probables est de 0,3 à 4,8°C en fonction du scénario d'émission). Mais avant 2030 il y a peu de différences entre les scénarii. Tout diverge rapidement après. Des projections régionales ont été faites pour la France selon les différents scénarios. Les températures printanières pourraient être plus favorables aux végétaux, mais l'augmentation du nombre de jours anormalement chauds en été est défavorable (entre 20 et 60 de plus selon les régions et les scénarios). Les conséquences sont aussi une aggravation des périodes de sécheresse (avec des journées caniculaires) avec des risques accrus d'échaudage et une forte augmentation des besoins en eau. A l'horizon 2080, la ressource en eau dans le sol « normal » correspondra à une sécheresse comme on en connaît actuellement tous les 15 ans environ.

Raphaëlle Kounkou-Arnaud rappelle cependant qu'il existe encore des incertitudes quand on passe du scénario d'émissions au modèle climatique, puis à la régionalisation et enfin au modèle d'impact.

Frédéric Levraut présente quelques résultats sur l'évolution des rendements des céréales selon les régions pour la fin du siècle avec des variations positives (par exemple du maïs à Mirecourt ou Mons) ou négatives (du maïs à Toulouse ou à Bordeaux). La phénologie des plantes va aussi évoluer. D'ici 2035 la précocité du maïs pourrait être de 25 jours et celle du blé de 9 jours. Il est ainsi prévu une augmentation des besoins d'irrigation du maïs (+ 30 à 60 mm) mais aussi de la vigne (+ 40 à 50 mm). Le nombre de jours d'échaudage pourrait augmenter mais les maladies foliaires et le nombre de jours de gel baisser. Le taux d'alcool des vins pourrait augmenter de 2 à 3°.

Frédéric Levraut rappelle que la stagnation du rendement du blé observé depuis le milieu des années 90 pourrait être due pour moitié au réchauffement climatique.

La question se pose de l'adéquation des besoins en eau des plantes avec les ressources en eau dans un contexte hydrique dégradé. La question est quand va se produire la baisse des précipitations qui viendra accentuer l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle. Les impacts vont aussi dépendre de la nature du sol et notamment de sa réserve utile. La question de la relocalisation de certaines cultures est posée l'adaptation ne sera pas facile. Parmi les adaptations on peut citer la mise en place de cultures dérobées sur les terres laissées nues du fait de la précocité.

- ➔ *Dans la phase de régionalisation du scénario, il faut pouvoir prendre en compte ces évolutions selon les régions et revoir certains assolements. On pourra s'appuyer pour cela sur les travaux de Climator. Sylvain Doublet rependra contact avec Frédéric Levraut si nécessaire.*
- ➔ *L'enjeu sur la disponibilité des ressources en eau est primordial et doit être prise en compte dans le scénario*

7. Echange sur les enjeux de la régionalisation

Denis Lairon rappelle les différences culturelles dans l'alimentation propre à chaque région. Il faudrait pouvoir faire un mixte entre besoins nutritionnels/habitudes alimentaires/productions locales (cas de l'huile d'olive par exemple). Par exemple les normands doivent inventer un nouveau système alimentaire qui réduise la consommation de produits laitiers sans pour autant être similaire au régime méditerranéen.

Dominique Dron souligne l'importance de conserver des sols en bon état pour produire. Il faut aussi tenir compte des potentiels climatiques des zones. Nous sommes contraints d'imaginer des systèmes plus robustes et plus résilients (cultures associées, agroforesterie). Elle rappelle que la réduction des émissions de GES doit se faire non seulement au niveau du système de production mais aussi dans le circuit alimentaire dans son ensemble. Les procédés de transformation influent notamment sur la qualité nutritionnelle des produits, d'où l'importance de qualifier ces circuits (exemple du thon en boîte ou du degré de raffinage des céréales) de ce point de vue. Il faut donc optimiser les procédés de transformation et réfléchir à une nouvelle organisation des circuits pour ne pas dégrader la valeur entrante au fil des étapes. En base du raisonnement scientifique déconnecté des options socio-économiques, les scénarios pourraient donc demander à la fois un sol qui tienne le coup et une qualité nutritionnelle optimisée des produits. Enfin, il faut un système de production et de transformation capable de plus de souplesse pour sécuriser les approvisionnements, dans un univers où la matière entrante pourra fluctuer en nature, qualité et quantité du fait des évolutions climatiques et des conditions de résilience des productions.

Marc Benoit rappelle la qualité nutritionnelle (mais pas gustative) de certaines plantes comme la luzerne. Il faudrait pouvoir imaginer de nouveaux aliments (on faisait bien autrefois des biscuits de luzerne pour l'Afrique). Mais cela reste très compliqué de mettre en place un nouveau produit sur le marché. Il faut trouver les voies les plus vertueuses en terme de nutriments et de consommation d'énergie au niveau de la chaîne alimentaire transformation/conservation/stockage. Quels sont les modes de conservation les plus adaptés en fonction des produits (séchage/salage/dans l'huile/stérilisation/congélation).

Concernant les itinéraires biologiques cela peut marcher dans les zones sans élevage si on a beaucoup de légumineuses. Ce qui sous-tend le développement de ces légumineuses dans la ration alimentaire. Il faut faire le lien entre ce que l'on mange et ce que l'on est capable de cultiver. L'assiette influence la parcelle, et la parcelle influence l'assiette. L'agroforesterie par exemple pourrait répondre au besoin nutritionnel en noix, amande et noisette.

Arthur Riedacker rappelle que le transport est un critère essentiel du débat vu son impact. Quels sont les procédés de transformation qui n'affectent pas (ou peu) la valeur alimentaire ?

Bernard Lemoult rappelle qu'il faut que le niveau de consommation s'adapte au niveau de production et qu'il faut se sortir des énergies fossiles et des ressources minérales. Il faut produire au plus près des lieux de consommation pour réduire le transport. Il faut rechercher cette autonomie au plus près des territoires (exemple de la valorisation de la ressource bois). La création d'emplois locaux peut-être un levier pour la relocalisation.

Philippe Barret précise qu'il faut se sortir du slogan le local c'est meilleur. Il faut reconstruire produit par produit. La question du transport n'est pas un bon argument (donnée globale – faible impact sur l'environnement par rapport aux autres secteurs). En relocalisant est-ce que l'on rend le système plus cohérent ? C'est la seule bonne question ! Il faut pouvoir se réapproprier le pouvoir de décision au niveau local (from oil dependency to local résilience) – j'achète du café mais je sais d'où il vient.

Sarah Martin rappelle que le transport n'est pas le premier poste d'émission de GES et que l'essentiel des émissions se situent au niveau de la production. Il faut prendre en compte le discours des acteurs et la dimension culturelle.

Frédéric Levraut pense qu'il faut redéfinir les périmètres régionaux. Il y a d'importantes différences selon les régions avec de fortes disparités de population. Les parisiens sont contents de manger diversifié (vin, fromage). Il faut sortir du fantasme de la relocalisation. Mais y penser est incontournable. La relocalisation ne doit être un déterminant mais une conséquence du scénario

Martine Padilla : On est bout du cycle de l'hyper mondialisation, la relocalisation devient incontournable. La relocalisation devrait permettre d'améliorer la biodiversité et d'être moins vulnérable au changement climatique. Il faut aussi pouvoir prendre en compte le volet social avec la reconstitution du lien social, de l'identité locale et de l'amélioration du cadre de vie qui devraient permettre une nouvelle distribution des richesses. Il faut prendre en compte les courants sociétaux (emploi, fracture sociale, critères de productivité). La relocalisation doit se faire au service d'un système plus cohérent. On doit construire un système plus robuste qui s'impose aux régions. Il faut rechercher une complémentarité entre une composante régionale et nationale.

Dominique Dron : Il faut être clair sur la nature des justifications : les lois de la physique/chimie/biologie sont des points de départ. Il n'y aura par exemple plus de phosphate mauritanien et marocain avant la fin du siècle et peut-être plus vite, sans compter les éventuels problèmes géopolitiques d'accès aux gisements. .

Après dans l'organisation sociale il peut y avoir des choix plus ou moins porteurs. La robustesse de système alimentaire passe par la sortie de la monoproduction qui ne fonctionne plus par rapport aux ressources et à la robustesse.

La relocalisation pourrait permettre d'accroître la résilience locale mais elle ne doit pas apparaître comme basée sur l'opposition a priori de deux modèles.

Marc Benoit pense qu'il va falloir avant tout produire des fibres pour isoler les bâtiments tant pour le froid que pour le chaud. Quels vont être les besoins en bois, paille ou chanvre (bioéconomie).

Christian Couturier rappelle le couplage entre Afterres2050 et Négawatt qui prend en compte le rythme d'isolation des bâtiments et donc la quantité de matériaux nécessaire (travaux de Terracrea sur les besoins en paille).

Fabienne Daures rappelle que la prise en compte des spécificités alimentaires régionales est importante. Il faut tendre vers cette assiette souhaitable. Mais avant il faut bien se poser la question sur la capacité de production.

Philippe Quirion rappelle que la démarche Afterres est complexe. Il ne faut pas trop se fixer de critères. La bio permet de gagner des emplois et c'est évident qu'avec moins de transport on obtient plus d'emplois.

Raphaëlle Kounkou-Arnaud rappelle l'importance des incertitudes. Les différents scénarios donnent des résultats proches jusqu'en 2050 mais divergent nettement dans la deuxième partie du XXIème siècle. Cependant, on voit aussi que pour l'instant, l'humanité se dirige vers les scénarios les plus pessimistes.

Marc Deconchat note l'importance de dimension systémique et spatiale, ainsi que la dimension géographique. Il n'y a pas de meilleur choix, mais il y a des scénarios qui laissent d'avantage de capacité adaptative pour l'avenir. Il est important que l'information circule.

Philippe Pointereau : il faut regarder la relocalisation avec l'angle lien consommateur / producteur / qualité des production

Martine Padilla : La diversité s'oppose à l'hyper mondialisation. Mais les incertitudes restent fortes et il est donc important de maintenir des capacités d'adaptation. Il faut que le scénario permette d'accroître les marges de manœuvre.

Dominique Dron : L'argument nutritionnel est understandable par tout le monde. Par exemple en excluant le pâturage des vaches on réduit les omégas 3 dans le lait, ce qui pose la question du dimensionnement et de l'alimentation des élevages. Il faut rechercher des arguments biophysiques (sols, eau, raréfaction des intrants ex. phosphore) robustes et objectifs. Ces arguments sont plus recevables que des arguments économiques ou sociaux même si le système mondial commence à craquer.

- ➔ *Il est important d'établir des critères de résilience et pouvoir mesurer si le scénario Afterres2050 l'accroît ou non et offre ou non plus de marges de manœuvre d'adaptation.*
- ➔ *Concernant l'alimentation il serait intéressant ultérieurement de pouvoir régionaliser les régimes alimentaires et surtout de distinguer plus finement la nature et le mode de production des produits pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins nutritionnels et aux exigences de réduction d'impacts environnementaux. La nécessaire évolution de l'outil n'est pas prévue dans cette phase du projet.*
- ➔ *Il faut baser la relocalisation principalement sur des données biophysiques (sol, climat, eau, qualité nutritionnelle...). Les critères doivent être justifiés et partagés.*
- ➔ *Les aspects sociaux et sociétaux viendront en complément, ils ne peuvent pas, dans l'état actuel des analyses, servir de base à un arbitrage sur la relocalisation des productions.*
- ➔ *La cohérence entre l'approche régionale et le volet national doit être explicité.*

8. Informations générales et suite à donner

Des sujets pour le prochain CS :

- L'approche socio économique
- La transition
- La valorisation non alimentaire
- La communication et la valorisation des échanges du CS

- ➔ *Marc Benoit rappelle qu'il y aura plusieurs réunions au sein de l'INRA concernant les suites à donner aux rapports sur l'agroécologie et sur l'agriculture biologique. 3 tables rondes sont aussi prévues sur la recherche en agriculture biologique*
- ➔ *Philippe Barret rappelle que l'UCL a mis en place un certificat en agroécologie*
- ➔ *Christian Couturier rappelle que l'Université d'hiver d'Afterres 2050 qui aura lieu en octobre 2015*
- ➔ *Deux colloques devraient être organisés par l'Inra à l'automne ou début 2015 à Biovallée et à Toulouse. Il serait bien que le CS d'Afterres puisse y être représenté.*

Le calendrier

- La prochaine réunion du conseil scientifique (CS3) est prévue à **Paris** en mars 2015.
- ➔ *Philippe Pointereau proposera un doodle en fin d'année 2014.*

3^{ème} Conseil scientifique

CR de réunion

Date	Lundi 30 mars 2015 – 9h30-16h30
Lieu	Centre AgroParisTech Maine 19 avenue du Maine 75015 Paris <i>Salle B210</i>
Participants membres du CS : • Marc BENOIT (INRA), • Marc DECONCHAT (INRA), • Dominique DRON • Eric JUSTES (INRA) • Denis LAIRON (INSERM/INRA de Marseille), • Jean-Marc MEYNARD (INRA), • Martine PADILLA (Centre international de Hautes Etudes agronomiques Méditerranéennes). • Sébastien TREYER (IDDRI) ? • Philippe QUIRION (CIRED), • Arthur RIEDACKER (INRA). Autres participants : • Christian COUTURIER (Solagro) • Madeleine CHARRU (Solagro) • Sylvain DOUBLET (Solagro) • Sarah MARTIN (ADEME) • Philippe POINTEREAU (Solagro) Excusés : • Philippe BARET (Université Catholique de Louvain), • Matthieu CALAME (FPH) • Antoine COLIN (IGN-IFN) • Michael O'DONOHUE (INRA), • Grégoire PIGEON (Météo France) • Fabienne DAURES (IFREMER), • Vincent PIVETEAU (Ecole Supérieure du Paysage de Versailles), • Bernard LEMOULT (Ecole des Mines de Nantes) • Frédéric LEVRAULT (Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes) Diffusion : membres du CS et invités	

Ordre du jour

9h30- 10h : Accueil

10h00-10h15: Introduction par *Marc Deconchat*, Président du Conseil scientifique :

- Validation du compte-rendu de la réunion du CS 2
- Déroulé de la journée,

10h15 - 10h30 : Avancement du projet (SOLAGRO)

10h30 – 11h30 : Mise à jour des versions régionales et nationale du scénario *par Christian Couturier et Sylvain Doublet*

- La méthode
 - Travail sur les unités agricoles
 - Les étapes d'intégration des données au niveau régional
 - Les étapes d'intégration des données au niveau national
- Résultats
 - Un exemple régional – cas de la région Centre (version V1)
 - La version mise à jour du scénario national (version V1)
 - Les nouveaux défis :
 - la gestion de l'azote
 - les cultures intermédiaires
 - les exportations de céréales

Echanges 30 mn

12h00 – 12h30 : les prochaines étapes (SOLAGRO)

- Agenda en région (ateliers thématiques et dernières plénières)
 - La question de la forêt
 - La valorisation non alimentaire et non énergétique de la biomasse
 - La production des versions 2 régionales et nationales
 - La production de scénarios alternatifs régionaux et nationaux
 - La question économique et sociale
- Agenda national : conférence finale des 15 et 16 octobre à paris : quelle contribution du CS
 - ateliers / expertises (pour comprendre et approfondir) (1^{er} jour). Exemples :
 - transition
 - changement climatique
 - alimentation
 - bovins
 - Afterres2050 a t-il fait avancé la réflexion sur la recherche (2ème jour) ?
 - Quels livrables ?

12h30 -14h30 : Repas

14h30-15h30 : La question économique et sociale par *Philippe Quirion et Christian Couturier*

Méthode

- 1^{er} résultats chiffrés
- échanges

15h30 – 16h30 : la question de l'évolution des systèmes herbivores *par Marc Benoit et*

- L'exemple du troupeau laitier
- Comment passer d'un système intensif à un système herbager et autonome (cas de la ferme de Mirecourt)
- Quels résultats en terme de production et de consommation d'intrants ?
- Quels verrous et quels leviers ?

Point 1 : Ordre du jour du Conseil et validation du compte-rendu du CS1

Marc Deconchat, président du Conseil scientifique introduit la journée et remercie l'ensemble des membres de ce Conseil de s'être libérés pour y participer. Il excuse les personnes qui n'ont pu être présentes pour cette journée.

Il présente l'agenda de la journée. La matinée sera consacrée à l'état d'avancement, puis aux prochaines étapes du projet notamment le séminaire final.

→ *Le compte-rendu du second conseil scientifique du 28 janvier 2014, est adopté sous réserve de l'intégration des remarques de Denis Lairon et de Martine Padilla*

Point 2 : Point sur l'avancement du projet

Sylvain Doublet fait le point sur l'état d'avancement du projet depuis le dernier conseil scientifique. Il rappelle que le travail de régionalisation s'opère sur 4 régions en parallèle et selon la même méthodologie. Les différentes étapes pour aboutir à un scénario régional ont été les suivantes :

- Première étape : Réalisation d'une V0 régionale, scénario homothétique de la version nationale
- Seconde étape : calcul de l'évolution du niveau d'artificialisation propre à chaque région sur la base des tendances passées et de l'évolution de la population : taux et surfaces d'emprise de cette artificialisation sur les landes, les terres labourables, ou les prairies
- Troisième étape : redimensionnement du troupeau bovin en se basant prioritairement sur les ressources en herbe de la région (minimum 0,47 vaches par ha SFP et maximum 1,2) et en fonction des besoins en lait de la région. Les évolutions ont été bordées par un taux d'augmentation maxi (facteur 2) et un taux de diminution maxi (facteur 3) et une proportion vache laitière/bovin viande, minimum 20% et maximum 90%.
- Quatrième étape : doublement de la surface en maraîchage
- Cinquième étape : travail sur les unités de production à partir de ferme type en grandes cultures ou en élevage.
- Sixième étape : élaboration d'une V1 régionale prenant en compte l'ensemble de ces éléments.

La méthodologie expérimentée sur les 4 régions test a été étendue aux autres régions. Puis à partir des 22 V1 régionales on a construit une V1 nationale.

Concernant le bois et la forêt, il est prévu un atelier inter-régional sur la forêt à Paris le 12 mai, pour notamment réviser les choix pris concernant l'évolution des surfaces forestières et le bois mobilisé.

A la demande des acteurs locaux, il sera testé dans chaque région des hypothèses conduisant à deux scénarios alternatifs au scénario Afterres2050, de même qu'un scénario tendanciel.

Plusieurs questions restent à valider :

- le cycle de l'azote et l'AB (comment boucler le cycle)
- la péréquation autour de la question des céréales : que devient le solde exportateur. En développant les systèmes biologiques, la part des céréales diminue dans les assolements du fait de la part prise par les légumineuses
- L'amélioration des bilans fourragers
- les cultures intermédiaires : En Ile de France ou en Picardie, les cultures intermédiaires deviennent une production très importante en terme de biomasse. Les hypothèses de rendements sont-ils cohérents ?

Sylvain Doublet présente le travail mené sur les unités agricoles (à partir de fermes de références 2010) au travers de l'exemple de la région Centre (cf. ppt).

Dans cette région le blé tendre représente actuellement 52% de l'assolement. Sur la base des rotations actuelles et l'avis des experts (ateliers techniques dédiés), il a été reconstitué 6 rotations en grandes cultures (GC) permettant de décrire l'agriculture d'aujourd'hui. 4 en conventionnel dont 2 majeures: blé/blé/colza ou Blé/blé/colza/orge. 2 en systèmes bio : une avec luzerne et une avec moins de luzerne remplacée par la féverole (avec un apport extérieur d'azote organique). Puis il a été pris en compte les contraintes hydriques et climatiques à venir. En Beauce, on irrigue beaucoup les céréales au printemps, il s'agit d'une irrigation de confort. Les scénarios climatiques de Météo France prévoient que la recharge des nappes va diminuer de 30 à 40%, et le débit des rivières de 30%.

Les contraintes d'Afterres2050 (objectifs minimum de diminution des consommations de pesticides (division par 3), d'énergie (division par 2), des émissions de GES (division par 2), et d'ammoniac (réduction d'au moins 30%) ont été appliquées.

Les résultats obtenus montrant qu'en 2050 il faudrait :

- diversifier les rotations via notamment l'introduction de légumineuses graminées et de cultures intermédiaires
- viser l'autonomie en azote des systèmes en agriculture biologique en recyclant 50% des luzernes produites via la méthanisation
- maintenir les mêmes rendements en conventionnel (considérant que les accidents climatiques compenseront les progrès génétiques)
- augmenter les rendements en bio de 10% considérant que le déploiement des pratiques agroécologiques et l'appui de la recherche permettront de réduire une partie de l'écart de rendement.
- Au final on dispose donc de 4 rotations types

La rotation conventionnelle ne répond pas aux objectifs d'Afterres2050 (GES, ammoniac, énergie et IFT).

En système d'élevage, l'objectif est d'allonger le temps de pâturage et de réduire la consommation de concentrés. Les surfaces en prairies permanentes (PP) sont conservées. Il est prévu une réduction de la pousse d'herbe en juillet- août en 2050 (et donc la nécessité de constituer des stocks pour passer l'été). 15% de l'herbe produite est consacré à la méthanisation

Puis on reconstruit les assolements à partir des unités agricoles de 2050 imaginées en les pondérant :

- 45% de AB
- 45% de Production Intégrée (PI)
- 5% de conventionnel actuel
- 5% de conventionnel optimisé

Au final en région Centre, les protéagineux gagnent 250.000 ha et les céréales baissent de 300.000 ha. La luzerne gagne 100.000 ha. Ainsi la production de blé et d'orge baisse de 50% (effet surfaces + effet rendements). La production de cultures intermédiaires devient importante. On atteint le facteur 2 pour les GES et la consommation d'énergie baisse de 40%

Discussion

- Eric Justes rappelle qu'avec les cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) il y a un retour au sol des nutriments, mais on exporte 50% du carbone labile
- Eric Justes demande comment évoluent les surfaces de soja à 2050? On assiste actuellement à un développement de cette culture notamment pour la consommation humaine (lait de soja, yaourt,). Quid de la qualité de l'huile ?
- Eric Justes questionne sur la stratégie d'Afterres entre land sharing ou land sparing ?
- **Réponse :** *Dans Afterres on est plutôt sur du land sharing avec l'implantation de haies et d'agroforesterie dans les parcelles. L'objectif est bien de valoriser l'ensemble des surfaces tout en maintenant la biodiversité grâce à des pratiques plus extensives accompagnées d'un développement des IAE. Il est prévu une augmentation de la culture du soja dans le scénario, essentiellement à vocation d'alimentation pour le bétail. Le mode actuel de calcul de l'assiette ne permet pas encore d'apprécier la part de certains aliments comme les produits à base de soja.*
- Jean-Marc Meynard pense qu'il faut revoir les hypothèses sur les rendements ; si on diminue le blé sur blé, les rendements augmentent +10% sur le blé. Ceci est lié à une moindre pression des ravageurs. L'augmentation des surfaces en bio devrait augmenter l'effort de R & D et permettre de faire baisser les écarts. Pour le blé bio l'écart de rendement est de -30% au nord et -40% dans le sud
- Jean-Marc Meynard s'interroge sur l'évolution des chèvres en région Centre (deuxième région pour la production de lait de chèvre).
- **Réponse :** *Pour l'instant cela n'a pas été étudié et le cheptel de chèvre comme de brebis lait reste constant dans le scénario. Concernant l'écart de rendement entre bio et conventionnel, la remarque formulée montre que l'hypothèse actuelle reste pessimiste et que l'écart pourrait être certainement encore plus réduit à terme.*

- Marc Benoit pense qu'il est important de bien se caler sur les données climatiques du rapport du GIEC. Avec les mailles Arpège, les climatologues ont divisé les régions en ensembles cohérents. Concernant les agrocarburants, 65 à 85% du colza sert actuellement à produire du diester. Le lobby du diester est malheureux avec ce scénario. Qui gagne et qui perd ? Peut-être il est possible de mobiliser l'huile de soja comme agrocarburant ?
- Marc Benoit rappelle que la luzerne se mange. On pourrait prévoir un débouché alimentaire des feuilles de luzerne. il existe déjà des procédés pré-industriels. Dominique Dron précise qu'il existe beaucoup de projets sur cette thématique.
- Martine Padilla rappelle qu'il est indispensable de développer plus les légumineuses pour la consommation humaine.
- Denis Lairon rappelle que pour atteindre les objectifs nutritionnels il faudrait consommer 24 g par jour de légumineuses graines pour une réduction de viande de l'ordre de 30% avec en plus 10 g de fruits secs. Il faudrait encore plus si on diminue la consommation de viande de plus de 30%
- **Réponse :** *L'augmentation de production et de consommation de légumineuses graines sont bien prévues dans le scénario. Mais il faut vérifier que ça permet de bien couvrir les besoins de protéines et les acides aminés indispensables.*
- Sébastien Treyer se demande pourquoi ne pas mieux coupler les systèmes céréaliers avec les systèmes d'élevage : logique d'association cultures/élevage.
- **Réponse :** *C'est en partie le cas mais on ne peut utiliser cette seule clef de la polyculture élevage dans les zones très spécialisées en grandes cultures et dans le cadre d'une baisse du cheptel. On a aussi trop de fourrage.*
- Sébastien Treyer se demande si il ne serait-il pas intéressant de regarder comment réintroduire l'azote organique des usines de traitement de l'eau ?
- **Réponse :** *il reste 6000 t d'azote aujourd'hui valorisable. Les traitements actuels envoient tout dans l'air, mais c'est certainement une piste à creuser. Comment recycler plus de NPK organiques venant du système alimentaire. Philippe Pointereau mentionne que les articles scientifiques récents montrent une sous évaluation de la fixation symbiotique des légumineuses dans les méthodes officielles de type CORPEN utilisées dans le cadre d'Afterres2050 (la fixation symbiotique des légumineuses est réduite à la quantité d'azote contenue dans la biomasse exportée). Il serait donc envisageable de remonter le niveau de fixation actuellement pris en compte.*

- Eric Juste précise que la fixation symbiotique est rarement supérieure à 85% sur les légumineuses graines
- Sébastien Treyer : le scénario débouche sur l'utilisation de 20% des prairies naturelles pour la méthanisation, permettant ainsi de les conserver. Une valorisation thermique est-elle envisageable ?
- **Réponse :** *La méthanisation apparaît aujourd'hui comme la technique la plus prometteuse (récolte humide, possibilité de mélanger des substrats.)*

- Denis Lairon : Il faut s'assurer qu'il y a assez de fumier et de compost pour les maraîchers. Il faudrait vérifier que l'azote organique est bien disponible
- Eric Justes rappelle qu'il faut sortir du mythe de la polyculture-élevage. Il faut des systèmes plus autonomes. Il y a aussi la question du phosphore. Il faut des cultures intermédiaires qui libèrent ces minéraux (altération de la roche mère).
- Marc Benoit : l'azote des digestats est très lessivable et peut partir en ammoniac. Moins de carbone et donc plus d'azote réactif (risque de volatilisation).

- ➔ *Faire apparaître une évolution des surfaces de soja*
- ➔ *Repréciser les évolutions des rendements de céréales conventionnels et bio en tenant compte d'une diversification de l'assolement et d'une recherche plus intense sur l'AB*
- ➔ *Faire le point sur les possibilités à moyen terme de valoriser les protéines de luzerne dans l'alimentation humaine. Voir aussi la possibilité d'en valoriser une partie dans l'alimentation des monogastriques*
- ➔ *Vérifier la cohérence nutritionnelle du scénario sur l'augmentation des légumineuses graines pour l'alimentation humaine*
- ➔ *Préciser la stratégie d'évolution concernant le cheptel caprin et ovin lait : statu quo ?*
- ➔ *Préciser l'origine des agrocarburants (colza, soja ?)*
- ➔ *Calculer plus précisément le potentiel recyclable dans l'agriculture du NPK organique de la filière alimentaire (boues de Step, compost, ...)*
- ➔ *Clarifier le potentiel de fixation symbiotique de l'azote*
- ➔ *Expliciter comment le couplage élevage- grandes cultures est pris en compte dans le scénario*
- ➔ *Valider les hypothèses sur les cultures intermédiaires*
- ➔ *S'assurer qu'il y a suffisamment d'azote organique (fumier, compost) disponible pour pourvoir aux besoins des maraîchers*
- ➔ *S'assurer que les besoins en phosphore sont satisfaits*

Point 3 : Présentation par Christian Couturier de la V1 (cf PPT)

La question de l'artificialisation a été travaillée région par région. Donc on redimensionne les surfaces en herbe en fonction des besoins du cheptel (voir présentation Sylvain Doublet) et par déduction on obtient la variation de la sole arable. Si les variations de surfaces artificialisées sont différentes de celles de la STH, on doit pour équilibrer l'ensemble soit jouer sur la forêt, soit jouer sur les terres arables

Il existe aussi un objectif de 25% de légumineuses dans la sole arable. La luzerne s'ajuste après les légumineuses graines.

Le calage fait l'objet d'itérations.

Au final au niveau France, on obtient aujourd'hui les résultats suivants :

- l'extension de la surface forestière n'est plus que de 200.000 ha de forêt contre 1 millions d'ha initialement
- on perd 1 million d'ha de terres arables et 1,9 million d'ha de surfaces fourragères (dont près de 1 millions d'ha de STH)
- on gagne 900.000 de céréales-oléo-protéagineux (COP)

Christian présente ensuite les indicateurs globaux.

Discussion

- **Eric Justes** : la perte de terre arable est due à l'urbanisation ? Avez-vous regardé les SCOT ?
- **Marc Benoit** : on a toujours une tension sur le logement et on a une population vieillissante.
- **Réponse** : *non, Il n'existe pas de tableau de bord national sur les évolutions dans l'usage des terres prévues dans les SCOT. Mais le ralentissement du taux d'artificialisation (facteur 2) correspond aux objectifs de la loi ALUR. Pour l'instant les seules données fiables sont celles de l'enquête TERUTI sur l'utilisation du territoire, mais aucune prospective n'a été réalisée sur ce thème. On observe aussi un ralentissement de l'économie. Le scénario Afterres2050 ne s'inscrit pas dans un abandon de terres agricole. La baisse du taux d'artificialisation sera cependant difficile car l'artificialisation tient à plusieurs drivers comme la migration de la population sur le territoire, le modèle du logement pavillonnaire avec jardin, la demande en résidences secondaires ou la diminution du nombre de personnes par logement, sans compter l'enjeu de la plus-value foncière estimée à 5 milliards d'euros par an.*

- **Jean-Marc Meynard**: En Bourgogne il paraît difficile de mettre en culture des terres qui servent à faire du Charolais et c'est aberrant de vouloir y faire du blé. Pourquoi augmenter les bovins en Ile de France plutôt que diminuer les prairies en Basse-Normandie. Il faut développer le concept de « vocation des terres ».
- **Eric Justes** : Pourquoi une perte de 76.000 de prairies en Midi-Pyrénées. Cela va engendrer un problème de drainage si on convertit des prairies en terres arables. La pression foncière est très forte en Midi-Pyrénées (-165.000ha)
- **Dominique Dron** : Le cadrage précise la quantification du deal entre régions. Mais avec l'usine à Carhaix en Bretagne pour faire de la poudre de lait cela ne va pas dans notre sens.
- **Marc Benoit** : importance de maintenir les prairies permanentes. Si la conduite des cultures devient plus douce on sera en mesure de mieux gérer les enjeux environnementaux. Si on veut se donner des souplesses il y a des investissements à faire. Le drainage redémarre très activement en France pour deux raisons. : anticiper une BCAE (bonnes conditions agro-environnementales) drainage et des pluies qui sont devenues folles.
- **Eric Justes** : si on veut semer plus tôt, il faudra des soles ressuyées

- **Réponse** : *Il y avait une volonté de plus d'autonomie notamment au niveau des concentrés. Ça concerne peu de vaches en IdF avec seulement 15.000 vaches en plus. De plus le scénario prévoit que les cheptels au sein d'une région ne peuvent pas baisser de plus d'un facteur 3 et augmenter de plus d'un facteur 2. Mais cela n'empêche pas que dans une construction plus fine des scénarios régionaux les contraintes pédologiques soient mieux prises en compte*

- ➔ *Nécessité d'intégrer la question du drainage si il y conversion de prairies permanentes en cultures*
- ➔ *Bien s'assurer de la faisabilité de la conversion de PP en terres arables*

Point 4 : Organisation du séminaire final

Il est rappelé que **le séminaire final se déroulera sur 2 jours à Paris les 15 et 16 octobre dans les locaux du siège du Crédit coopératif à Nanterre Préfecture.**

Madeleine Charru présente l'agenda tel qu'il est envisagé à ce jour. Les 2 jours prévus sont avant tout une restitution aux régions. Il n'y a que 192 places. Le premier jour sera consacré à la présentation des résultats avec l'organisation de 3 ateliers

Les participants font état des différents événements qui se dérouleront en parallèle. La conférence se situe juste avant la COP 21. Les élèves des écoles d'agronomie ont lancé une réflexion avec un objectif de livre blanc.

Parmi les propositions qui sont discutées on retiendra :

- Donner la parole à des grands témoins (philosophe, sociologue) ? Ceux-ci auraient plus leur place dans l'organisation d'une conférence citoyenne le jeudi soir.
- Comment anticiper la reconstruction des régions et recaler sur les bassins de production pour permettre une approche par bassin de production
- Il faut surtout bien mettre en avant le point de vue de l'Ademe
- Est-ce que dans Afterres2050, il y a des informations cachées ? Il faut prévoir des zooms. La présentation d'ensemble demande une attention soutenue. On ne distingue plus les cas particuliers, par exemple la gestion de l'azote dans les systèmes bio.
- Les membres du CS pourraient s'impliquer dans les ateliers.
- **La question de** la territorialisation des scénarios devra être discutée (points forts et points faibles)
- **Il a été trouvé une** grande richesse dans l'exploration quantitative d'un scénario prospectif. C'est une manière de réfléchir les liens d'une richesse extraordinaire. Le qualitatif permet souvent de dire un peu n'importe quoi. Cet aspect doit être abordé durant le colloque
- Si les participants des régions couvrent 120 personnes (30 par région), cela laisse 70 places (têtes de réseau parisien ?)
- Il faudrait traduire la brochure en anglais pour la COP 21

- ➔ *Donner la priorité au scénario Afterres2050 et au travail fait dans les régions*
- ➔ *Distinguer dans la présentation la logique et la cohérence d'ensemble des points clefs méthodologiques ou des cas particuliers qui nécessiteraient des zooms*
- ➔ *Impliquer les membres du CS dans la conférence finale (apport du conseil scientifique au scénario et inversement apport du travail de scénario pour la recherche)*
- ➔ *Etudier la possibilité de traduire certains documents notamment la brochure en anglais*

Quelles suites donner à cette phase 2 du scénario Afterres ?

- **Marc Deconchat** pose la question sur le devenir du CS après la conférence d'octobre ? L'ensemble des participants est d'accord pour maintenir le conseil scientifique et participer aux travaux futurs
- **Denis Lairon** rappelle qu'il y a encore du travail sur la question de l'alimentation.
- **Eric Justes** propose de faire une analyse réflexive méthodologique pour développer un programme de recherche : bassin de production versus bassin de consommation, quel est le potentiel de terres arables venant des PP, leviers agronomiques liés au changement climatique ; Expertise scientifique et méthodologique.
- **Martine Padilla** : Afterres2050 est prioritairement un regard d'agronome. Il faudrait avoir une réflexion système alimentaire. 90% de notre alimentation est industrielle aujourd'hui. Il y a un grand enjeu sur le volet transformation/commercialisation
- **Denis Lairon** : la FAO et l'UNEP lancent un programme sur alimentation et environnement ; Consultation sur un programme de 10 ans sur les systèmes alimentaires durables. Système alimentaire biologique. On est en train de monter un programme international sur le système alimentaire bio.
- **Denis Lairon** ; On devra bientôt afficher les impacts environnementaux des produits.
- **Dominique Dron** : adaptation de l'industrie agroalimentaire et versatilité des produits agricoles. Cela pose la question du financement et du capital.
- **Marc Deconchat** : mettre à plat la méthodologie. Approfondir certaines questions.

- ➔ *Maintien du conseil scientifique après cette phase 2 de régionalisation*
- ➔ *Définir une stratégie pour préparer la fusion des régions et permettre aussi une analyse par bassin de production*
- ➔ *Encore mieux intégrer le volet alimentation et nutrition (système alimentaire). Voir comment intégrer l'étape transformation/commercialisation*
- ➔ *Proposer une analyse réflexive méthodologique pour développer un programme de recherche*
- ➔ *Prendre contact avec les étudiants d'AgroParistech au sujet de leur livre blanc*
- ➔ *traduire la brochure en anglais pour la COP 21*
- ➔ *Bien s'ingérer dans l'agenda des événements liés à la COP 21*

Point 5 : Présentation du cadre de l'approche économique et sociale développée par Christian Couturier et Philippe Thirion (cf PPT)

Présentation de la méthode par Christian Couturier

Les points clefs sont :

- L'emploi agricole
- L'horizon économique est 2030 et non 2050
- On utilise les données du RICA par OTEX : emplois/SAU/cheptel
- On définit des ratios temps de travail par ha de blé, par vache, avec un rebouclage à partir des données du RICA
- Nombre d'heures par type de chantier

Il a été observé que les UTA comptent plus d'heure en élevage qu'en grandes cultures. La vraie question sur les emplois c'est l'évolution de la productivité et donc principalement la poursuite de la mécanisation.

Concernant la formation du revenu agricole, les fruits et légumes comptent presque autant que les céréales tout comme le vin. Le revenu non salarié est proche du montant des aides agricoles. On observe une tendance générale à la baisse de la productivité

Présentation des résultats par Philippe Quirion

L'échéance de 2030 a été choisie car 2030 c'est suffisamment proche pour parler d'emplois. On observe une baisse généralisée de l'emploi mais avec un fort ralentissement des pertes d'emplois, sauf en 2013 où il y aurait eu création d'emplois. Nous avons fait l'hypothèse de stabilité des prix entre 2010 et 2030.

Le modèle TES (Tableau Entrée Sortie) a été utilisé. Il assure un équilibre entre ressources et utilisations de chaque produit, fournit le détail par secteur d'activité permet de mobiliser les utilisations intermédiaires. C'est un modèle économique qui donne une vue d'ensemble de l'économie. La règle générale est de limiter les changements (comme les taxes ou les subventions). On est parti sur une hausse de 0,75% (moyenne des 5 dernières années).

On va modifier les consommations intermédiaires (intrants) de l'agriculture ainsi que les débouchés (vente de biogaz). On change la demande finale (exportation, machinismes, construction). Cela permet de passer des quantités physiques au prix. Il y a une règle de proportionnalité entre valeur ajoutée et emploi.

Voici les premiers résultats :

- Une quasi stabilité de l'emploi dans l'agriculture et une perte dans le tendancier (35.000 emplois), l'inverse dans l'agroalimentaire. Au final plus d'emploi dans le scénario Afterres: +18.000 emplois sur une perte de 120.000 emplois. Hypothèse : on importe moins (énergie, soja)
- le contenu en emploi direct et indirect (ETP/M€) est plus élevé dans le scénario Afterre.
- Il reste beaucoup de travail à réaliser pour affiner les emplois directs de la branche agriculture, emplois indirects liés au conseil agricole, investissements et emplois liés à la méthanisation, impact du développement des circuits courts, impact des subventions.

Discussion

- **Marc Benoit** : Il est important de bien définir le périmètre : emplois dans les coopératives, les CUMA, les entreprises. Voir aussi création d'emplois liés à un retour à la terre dans le bassin méditerranéen.
- **Martine Padilla** : Le volet emploi ne prend pas en compte les conditions de travail (indicateur de bien être, testé sur le vin, le fois gras et le Comté).
- **Jean Marc Meynard** : le scénario Afterres2050 c'est la construction d'une cohérence. Pour cela vous avez pris de la distance en 2050. Mais maintenant vous êtes dans l'évaluation des conséquences du scénario. Vous laissez prise à une incertitude importante. Vous avez changé d'exercice. Question : à quoi ça sert ?
- **Dominique Dron** : ma réaction, tout ce que l'on peut dire c'est qu'il n'y a pas de catastrophe sur l'emploi.
- **Philippe Pointereau** : si on peut déjà répondre que le scénario Afterres2050 ne détruit pas plus d'emplois que le scénario tendancier, c'est déjà un plus.
- **Christian Couturier** : c'est une évaluation socio-économique.
- **Denis Lairon** : je pense que l'emploi est une dimension importante (cas du maraîchage biologique)

➔ *Voir comment mieux intégrer le volet conditions de travail*

➔ *Il est nécessaire de poursuivre cette analyse en affinant les paramètres*

Point 6 : La conception de systèmes bovins laitiers autonomes par Marc Benoit

Il s'agit d'un programme de recherche sur la production de bovin lait en polyculture sur une station expérimentale de l'INRA à Mirecourt sur 240 ha. On a appris en faisant (conception pas à pas, flexibilité). L'évaluation ne se fait qu'au système de production pour favoriser des effets systémiques. La ferme est passée en bio depuis 2004 (impose un cahier des charges et de mobiliser toutes les ressources du territoire).

Nous étudions deux prototypes de systèmes laitiers : système uniquement herbager (pas de concentrés) et système autonome de polyculture élevage (SCPE). Dans le système herbager nous favorisons le pâturage. Dans le système autonome de polyculture élevage nous produisons des céréales. Au niveau économique nous avons mis 78.000€ de coté par an. Et au niveau de l'emploi, nous n'avons pas observé de charge de travail plus importante.

Le point faible concerne les émissions de CH₄. Nous avons observé une baisse des carabes dans les systèmes herbagers. En polyculture, les grains sont toujours produits à double fin.

Nous utilisons la race Montbéliarde qui offre une meilleure résistance face aux aléas climatiques. Le système herbager n'a pas de paille (logette).

Il s'agit d'un système qui tient compte des contraintes du milieu. Nous avons une recherche d'autonomie. Nous construisons un nouveau bâtiment pour augmenter nos stocks. Nous essayons d'améliorer les conditions de travail.

Dans la première étape nous avons réalisés beaucoup de visites dans des fermes bio. Ces visites avaient pour rôle d'apprendre des techniques mais surtout pour montrer une autre façon de produire.

Concernant la qualité du lait, on ne mesure pas les omégas 3. Le lait est valorisé en bio que depuis un an (à 125km).

Résultats (à l'exploitation) :

- Les excédents d'azote ont été réduits de moitié.
- La fixation symbiotique représente 80% des apports d'azote
- Nous avons un déficit azoté sur la sole cultivée.
- + 20% de CH₄ dans le SPCE.
- Moins d'EQF pour 1000 litres de lait en herbager que SPCE (mais pas d'allocation pour les céréales vendus).
- Niveau de production : 180 Kg de concentrés (pois/féverole) par vache et par an pour le système SCPE (soit environ 30g/litre contre une moyenne nationale autour de 200 g/l actuellement)
- Production laitière 6100 kg/an en herbager et 6300 kg/an en SPCE.
- Tout tient dans la récolte de l'herbe jeune pour avoir de la qualité
- Mise en place d'unités d'échanges de savoir.
- Nouveaux métiers, nouvelles compétences. Changement de valeur, construction collective. L'ingénieur n'a plus la vérité, les techniciens détiennent une partie du savoir.

Discussion

- **Eric Justes**: en SCPE : on a des cultures à plusieurs fins : grains vendus ou autoconsommés. **Réponse** : nous avons augmenté les mélanges.
- **Marc Deconchat** : un frein majeur est souvent le regard des voisins : « *si tu mets en œuvre ces pratiques, on va nous les imposer après (ex cultures intermédiaires)* ».

Point 7 : Proposer une suite au scénario Afterres2050 dans le cadre de l'appel à projet de L'ADEME REACCTIF

Philippe Pointereau présente les grands objectifs du nouvel appel à projet REACCTIF (*Recherche sur l'atténuation du changement climatique par l'agriculture et la forêt*) lancé par l'Ademe pour une date de dépôts le 8 juin. Les objectifs recoupent largement les travaux d'Afterres et notamment les suites qui pourraient être données à Afterres2050.

Parmi les conditions mises en avant par l'Ademe on retiendra les mots clefs suivants : Interdisciplinarité, **recherche participative**, interactions avec les acteurs du monde agricole et forestier, éclairer les décideurs, identifier des leviers d'actions, **associer les parties prenantes** mais avec au moins un labo de recherche, **évaluation globale des systèmes de production**, prise en compte des dimensions sociales et économiques, se baser sur des **cas réels** et être validées avec des données économiques empiriques.

Deux thèmes recoupent les préoccupations d'Afterres :

- Thème 3 : Construire des stratégies à l'échelle des territoires : **Circuits courts** rapprochant producteurs et consommateurs, choix alimentaires et **relocalisation de l'agriculture**, mise en œuvre des **PCAET** (outils d'aide à la décision et cartes), évaluer les leviers d'action (et freins) territoriaux pour la transition
- Thème 4 : Mettre en œuvre la transition écologique (approches économiques et sociales) : diffusion **et acceptation** par les différents acteurs et analyse de leur rentabilité économique, sur la base d'expérience, partager le diagnostic, identifier les marges pour développer et diffuser, **conditions d'émergence et de mobilisations des acteurs**, identifier les raisons de succès ou d'échec, **évaluation socio-économique**

Discussion

Eric Justes précise que la plupart des chercheurs dans les laboratoires sont déjà largement engagés dans des projets de recherche. Il propose que Solagro coordonne une proposition et mobiliser les chercheurs.

- ➔ *Solagro va réfléchir à une proposition qui pourrait concilier les différentes pistes d'action pour la suite d'Afterres (Afterres3) en recherchant notamment un territoire test et contactera les chercheurs (laboratoires) qui pourraient être intéressés.*

Annexe 3 : Evaluations régionales climagri 2010 - 2050



Afterres2050 – Régionalisation

Climagri® 2010 et 2050

Sommaire

1. Région Picardie	3
1.1 En 2010	3
1.2 En 2050	6
2. Ile-de-France	9
2.1 En 2010	9
2.2 En 2050	12
3. Centre Val-de-Loire	15
3.1 En 2010	15
3.2 En 2050	18
4. Rhône-Alpes	21
4.1 En 2010	21
4.2 En 2050	24

1. Région Picardie

1.1 En 2010

1.1.1 L'agriculture régionale aujourd'hui, c'est :

- Une SAU de 1,3 millions d'hectares (70 % de la surface régionale) dont :
 - 550 000 ha de blé tendre (soit 42 % de la SAU),
 - 140 000 ha de colza,
 - 135 000 ha de betterave,
 - 45 000 ha de pommes de terre,
 - 160 000 ha de prairies (dont 130 000 de STH),
 - 0,7 % de la SAU est cultivée en agriculture biologique,
- Des élevages :
 - bovins viande (75 000 mères),
 - bovins lait (125 000 mères),
 - porcins (175 000 porcs charcutiers produits).
- 14 000 exploitations dont :
 - 11 500 en grandes cultures (en progression depuis 2010),
 - 2 500 éleveurs (en fort recul depuis 2010),
 - 10 % des exploitations ont des activités de diversification,
- 3 % des surfaces (près de 40 000 ha) sont irriguées (80 % des pommes de terre et 60 % des légumes).

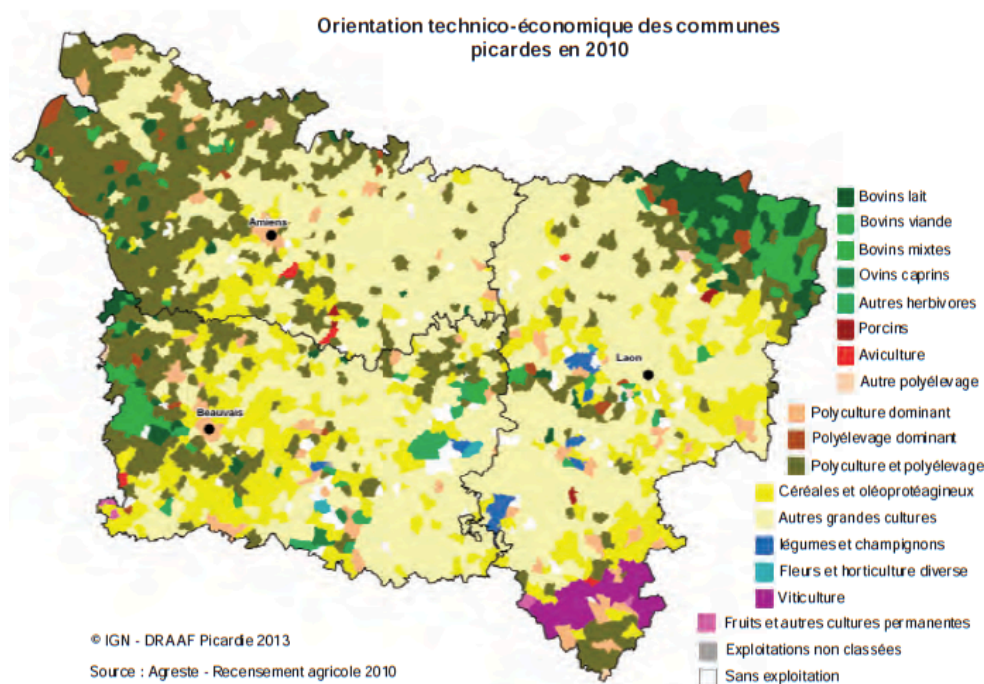


Figure 1 : Les OTEX de la région en 2010

1.1.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

1.1.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

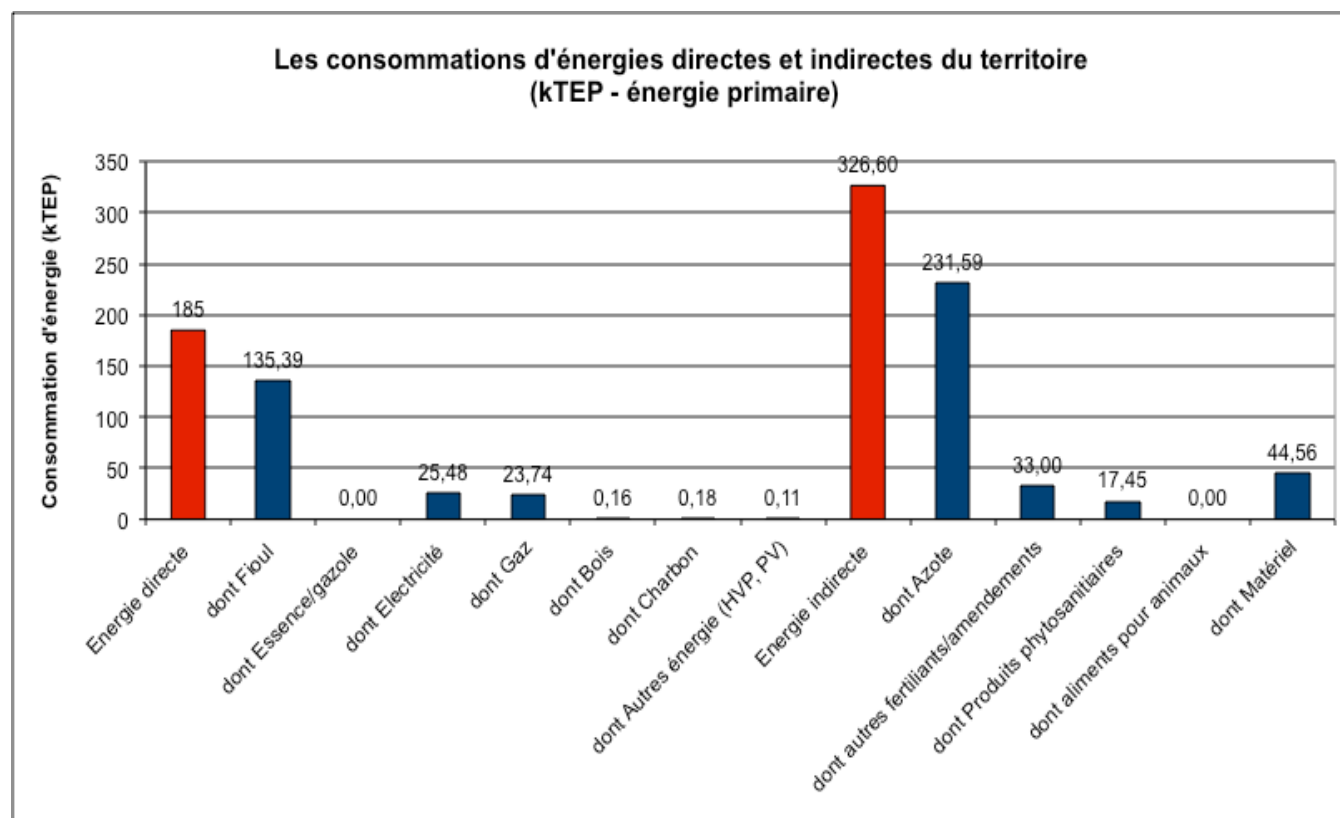
La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 510 k TEP soit 0,40 TEP/ha. Les 2/3 des consommations d'énergies sont des consommations indirectes liées à la mise à disposition des intrants de l'agriculture.

Pour une SAU majoritairement orientée vers les grandes cultures (en sec), les trois principaux postes de consommation sont :

- La fabrication de l'azote minérale (180 000 t N minéral/an – soit 140 kg N/ha SAU/an) : 45 % de la consommation énergétique (230 k TEP/an).
- La consommation de fioul (90 l/ha/an) : 25 % de la consommation énergétique (135 k TEP/an).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (45 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liés à des consommations :

- d'électricité (bloc traite des bovins lait et irrigation),
- de gaz naturel (séchage des grains),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

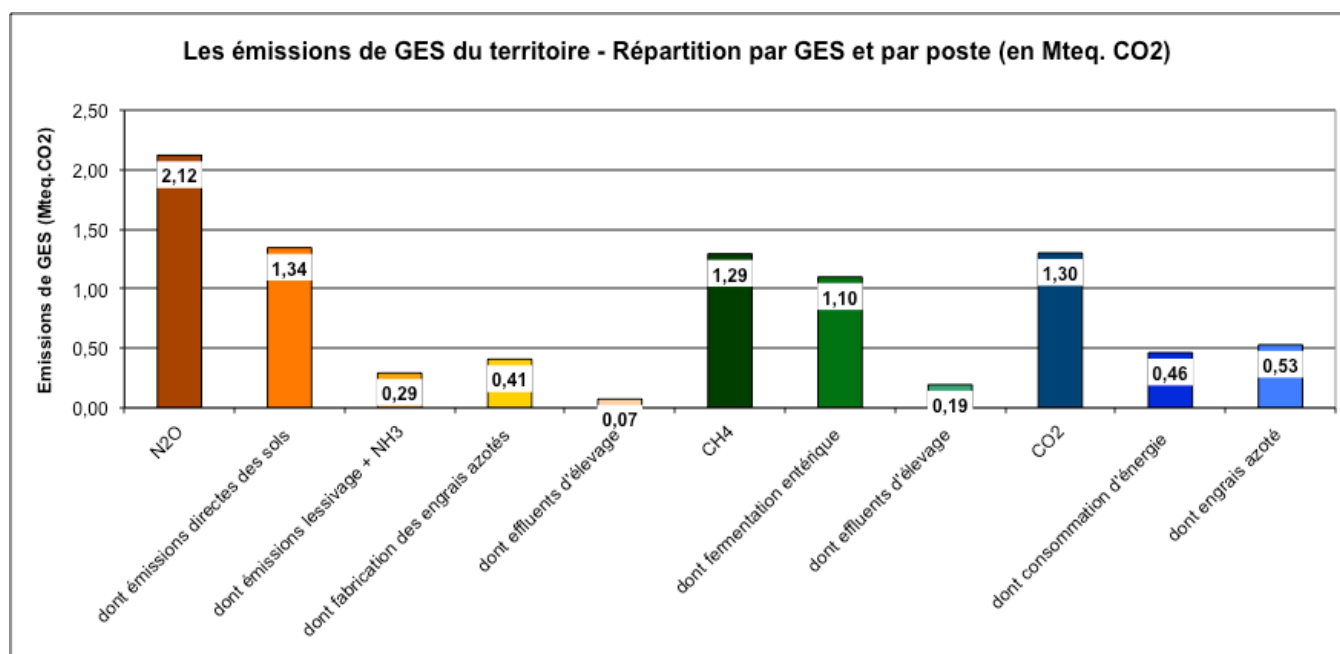


1.1.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 4,7 Mt éq. CO₂. Les ¾ des émissions sont des émissions directes. Près de la moitié des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), ¼ sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales) et ¼ de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, bilan azote excédentaire de 40 kgN/ha/an, volatilisation d'ammoniac) : 35 % des GES (sous forme de N₂O) – 1,7 Mtéq.CO₂
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 25 % des GES (sous forme de CH₄) – 1 Mtéq.CO₂
- La fabrication de l'azote : 20 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 1 Mtéq.CO₂
- La consommation d'énergie : 10 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,4 Mtéq.CO₂



1.1.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 75 Mt de carbone (55 tC./ha – 1,5 % de MO), soit l'équivalent de 275 Mt éq. CO₂ (soit près de 60 fois les émissions annuelles du secteur agricole).

1.2 En 2050

1.2.1 L'agriculture régionale demain, c'est :

- Une SAU de 1,2 millions d'hectares dont :
 - 350 000 ha de blé tendre (soit 42 % de la SAU),
 - 200 000 ha de protéagineux graines (pois, féveroles, ...),
 - 160 000 ha de colza,
 - 135 000 ha de betterave,
 - 50 000 ha de luzerne,
 - 45 000 ha de pommes de terre,
 - 160 000 ha de prairies (dont 130 000 de STH),
 - 45 % de la SAU est cultivée en agriculture biologique, 45 % en production intégrée.
- Des élevages :
 - bovins lait mixtes (70 000 mères),
 - porcins (100 000 porcs charcutiers produits).
- Un déploiement massif de la méthanisation (unités collectives traitant majoritairement une fraction des intercultures, des résidus de cultures et les déjections animales).
- Une amélioration de facteurs technique et technologiques pour :
 - la fabrication des engrais azotés (notamment une réduction drastique des émissions de N_2O),
 - La consommation d'énergie directe des bâtiments agricoles et des automoteurs,
 - la volatilisation de l'ammoniac,
 - la fabrication de carburant pour les automoteurs et de gaz principalement à partir de biomasse (biocarburant de 2nd génération, gaz et électricité renouvelable).

1.2.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

1.2.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

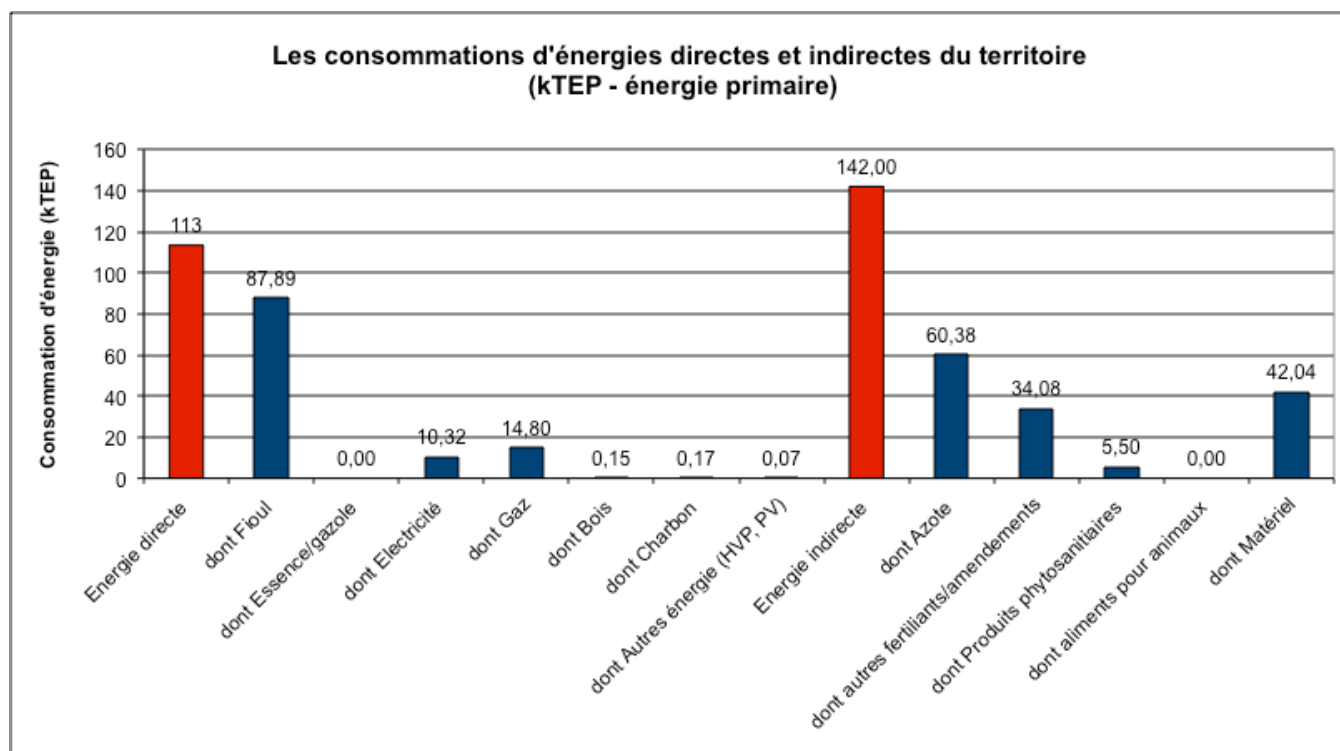
La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 255 k TEP soit 0,20 TEP/ha (division par 2 de la consommation). 55 % des consommations d'énergies sont des consommations indirectes liées à la mise à disposition des intrants de l'agriculture.

Pour une SAU toujours majoritairement orientée vers les grandes cultures (en sec), les trois principaux postes de consommation sont :

- La consommation de fioul (60 l/ha/an) : 35 % de la consommation énergétique (90 k TEP/an) – réduction de 35 % (suppression du labour voir du travail du sol).
- La fabrication de l'azote minérale (60 000 t N minéral/an – soit 50 kg N/ha SAU/an) : 25 % de la consommation énergétique (60 k TEP/an) – division par 3 de la consommation d'azote minérale (augmentation des surfaces de légumineuses, généralisation des ITK bio).
- La fabrication du matériel agricole : 15 % de la consommation énergétique (40 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liés à des consommations :

- d'électricité (irrigation),
- de gaz naturel (séchage des grains),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

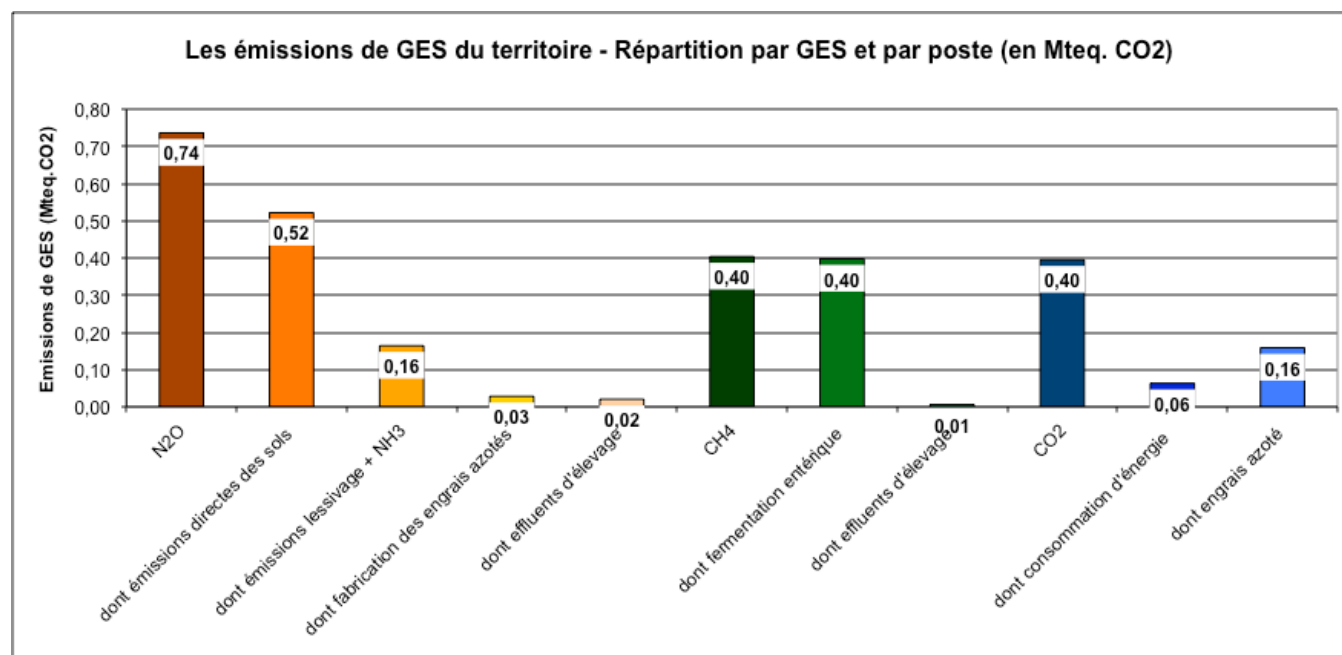


1.2.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 1,5 Mt éq. CO₂ (division par 3). 80 % des émissions sont des émissions directes. Près de la moitié des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), ¼ sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales) et ¼ de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, volatilisation d'ammoniac) : 50 % des GES (sous forme de N₂O) – 0,8 Mtéq.CO₂ (soit une division par 2).
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 25 % des GES (sous forme de CH₄) – 0,4 Mtéq.CO₂ (soit une réduction de 60 %).
- La fabrication de l'azote : 10 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,2 Mtéq.CO₂ (soit une réduction de 80 % - réduction de la consommation et amélioration technologique de l'amont).
- La consommation d'énergie : 3 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,5 Mtéq.CO₂ (soit une réduction de plus de 80 % - réduction de la consommation et utilisation de ressources renouvelables).



1.2.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 95 Mt de carbone (95 tC./ha), soit l'équivalent de 350 Mt éq. CO₂. Lissée sur 40 ans (de 2010 à 2050), cette augmentation de stock correspond à une variation de stock de 1,9 Mtéq.CO₂ (soit une variation supérieure aux émissions du secteur agricole mais qui atteint un nouvel équilibre en 2050 et qui ne permet donc plus de compenser les émissions après 2050).

2. Ile-de-France

2.1 En 2010

2.1.1 L'agriculture régionale aujourd'hui, c'est :

- Une SAU de 0,6 million d'hectares (50 % de la surface régionale) dont 93 % de grandes cultures :
 - 240 000 ha de blé tendre (soit 60 % de la SAU),
 - 75 000 ha de colza,
 - 65 000 ha d'orge,
 - 40 000 ha de betterave,
 - 30 000 ha de protéagineux (féverole, pois)
 - 35 000 ha de prairies (dont 30 000 de STH),
 - 1,3 % de la SAU est couverte par l'agriculture biologique.
- Des élevages :
 - bovins lait et viande (>20 000 mères),
 - volailles (4 000 000 de poulets de chair produits).
- 5 000 exploitations (soit 11 000 emplois agricoles) en recul de 25 % en 10 ans, dont :
 - 3000 en grandes cultures (en progression depuis 2010),
 - 175 en agriculture biologique,
 - 15 % des exploitations ont des activités de diversification,
 - 15 % des exploitations commercialisent tout ou partie de leurs productions en circuits courts.
- l'irrigation concerne peu de volumes (27 millions de m³) et peu de surfaces (5 % des grandes cultures et 30 % des cultures spécialisées et industrielle).

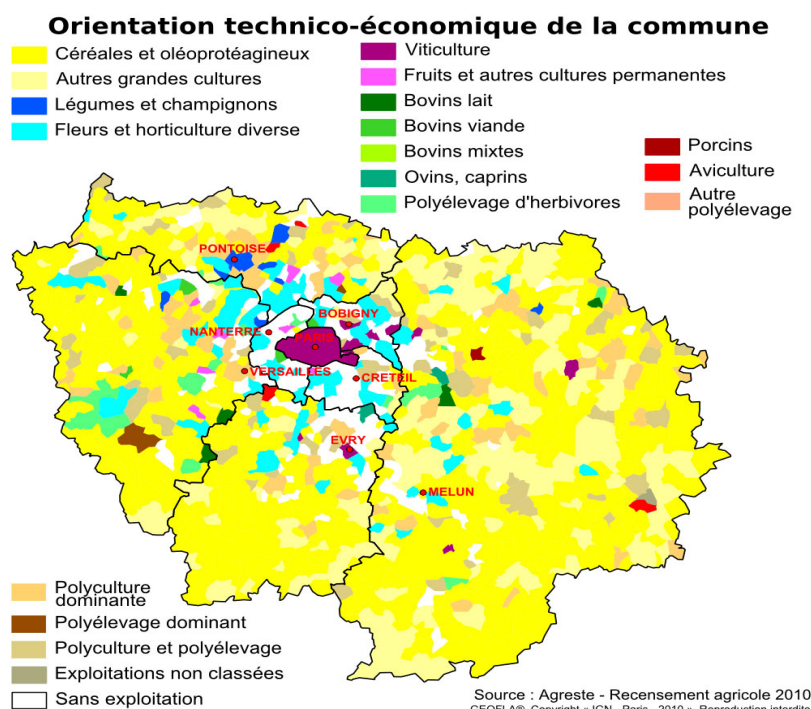


Figure 2 : Les OTEX de la région en 2010

2.1.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

2.1.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

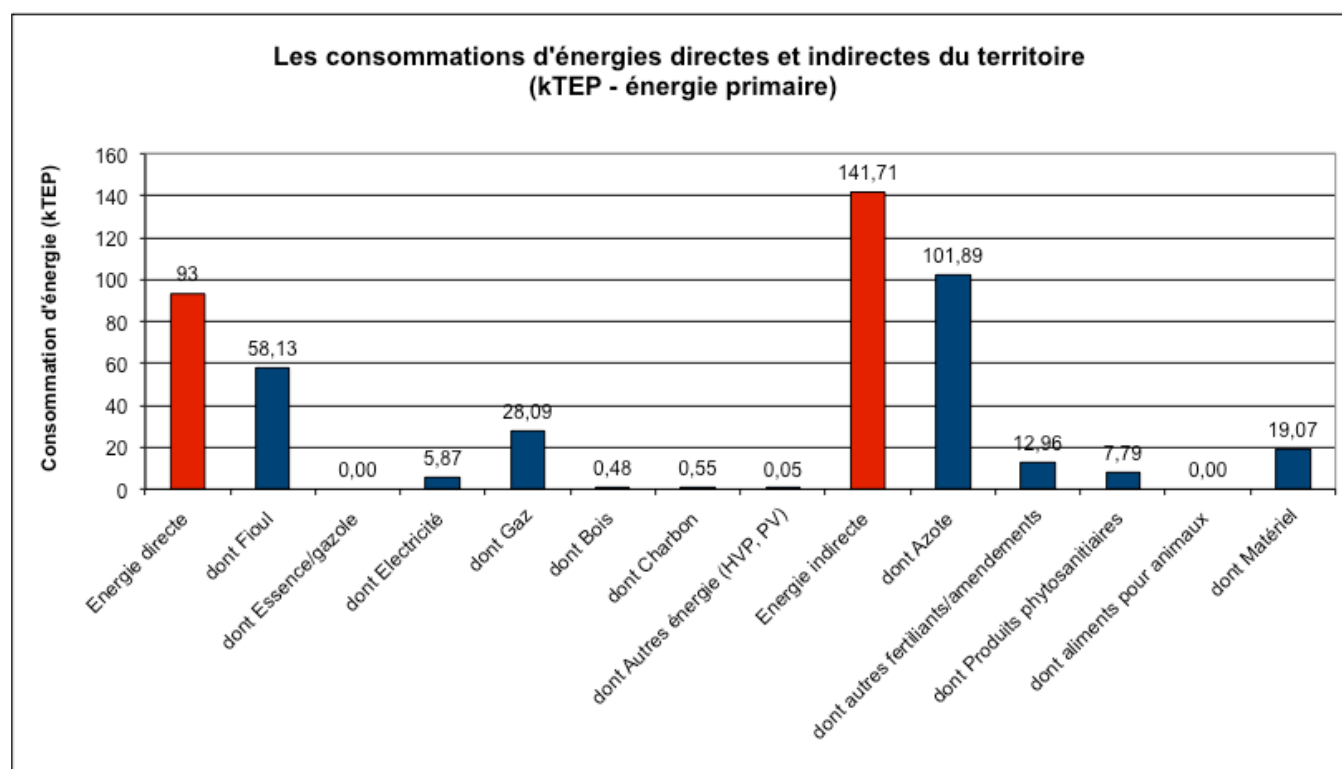
La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 235 k TEP soit 0,45 TEP/ha. 60 % des consommations d'énergies sont des consommations indirectes liées à la mise à disposition des intrants de l'agriculture.

Pour une SAU majoritairement orientée vers les grandes cultures (en sec), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La fabrication de l'azote minérale (80 000 t N minéral/an – soit 130 kg N/ha SAU/an) : 45 % de la consommation énergétique (100 k TEP/an).
- La consommation de fioul (90 l/ha/an) : 25 % de la consommation énergétique (60 k TEP/an).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains) : 12 % de la consommation énergétique (30 k TEP/an).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (20 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liés à des consommations :

- d'électricité (irrigation et bovins lait),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

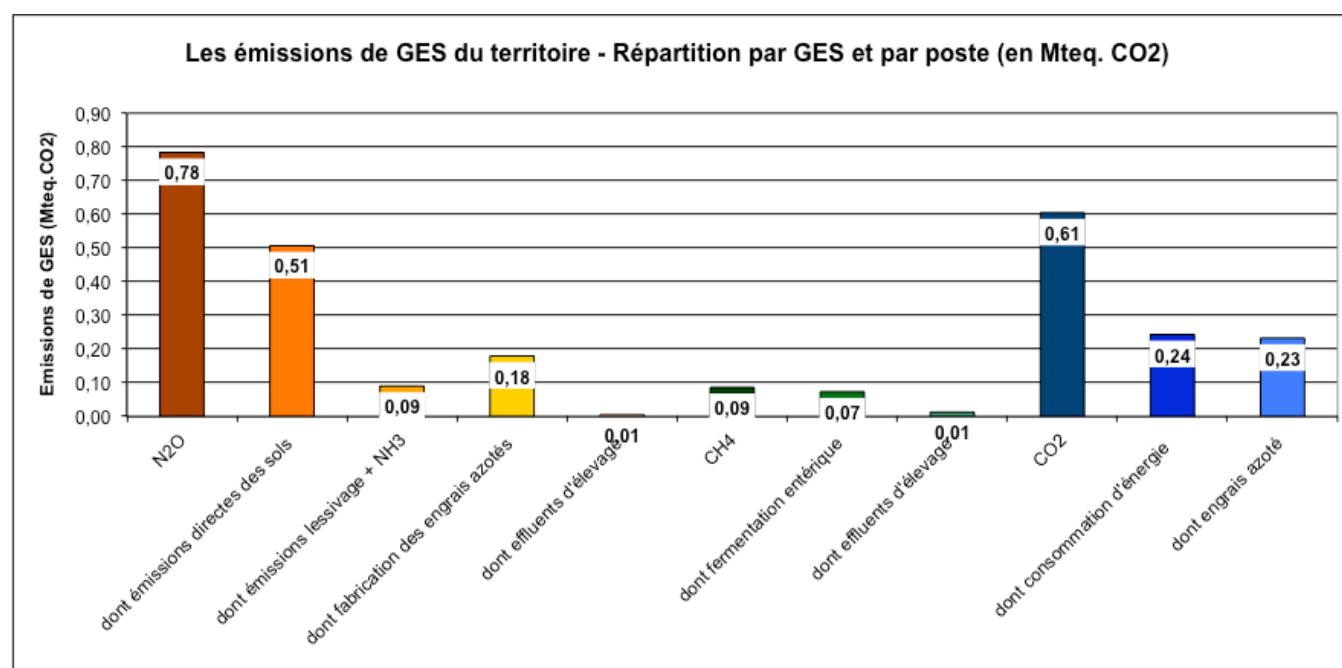


2.1.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 1,5 Mt éq. CO₂. 65 % émissions sont des émissions directes. 55 % des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 40 % de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 5 % sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, bilan azote excédentaire de 35 kgN/ha/an, volatilisation d'ammoniac) : 40 % des GES (sous forme de N₂O) – 0,6 Mtéq.CO₂
- La fabrication de l'azote : 30 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,4 Mtéq.CO₂
- La consommation d'énergie : 15 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,2 Mtéq.CO₂
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 5 % des GES (sous forme de CH₄) – 0,1 Mtéq.CO₂



2.1.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 30 Mt de carbone (55 tC./ha – 1,5 % de MO), soit l'équivalent de 110 Mt éq. CO₂ (soit près de 75 fois les émissions annuelles du secteur agricole).

2.2 En 2050

2.2.1 L'agriculture régionale demain, c'est :

- Une SAU de 0,5 million d'hectares (50 % de la surface régionale) dont 93 % de grandes cultures :
 - 150 000 ha de blé tendre (soit 60 % de la SAU),
 - 75 000 ha de colza,
 - 65 000 ha d'orge,
 - 40 000 ha de betterave,
 - 70 000 ha de protéagineux (féverole, pois),
 - 35 000 ha de prairies (dont 30 000 de STH),
 - une multiplication par 5 de la surface de serres maraîchères,
 - 45 % de la SAU est cultivée en agriculture biologique, 45 % en production intégrée.
- Des élevages :
 - bovins lait et viande (>30 000 mères),
 - volailles (4 000 000 de poulets de chair produits).
- Un déploiement massif de la méthanisation (unités collectives traitant majoritairement une fraction des intercultures, des résidus de cultures et les déjections animales).
- Une amélioration de facteurs technique et technologiques pour :
 - la fabrication des engrais azotés (notamment une réduction drastique des émissions de N_2O),
 - la consommation d'énergie directe des bâtiments agricoles et des automoteurs,
 - la volatilisation de l'ammoniac,
 - la fabrication de carburant pour les automoteurs et de gaz principalement à partir de biomasse (biocarburant de 2nd génération, gaz et électricité renouvelable)

2.2.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

2.2.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

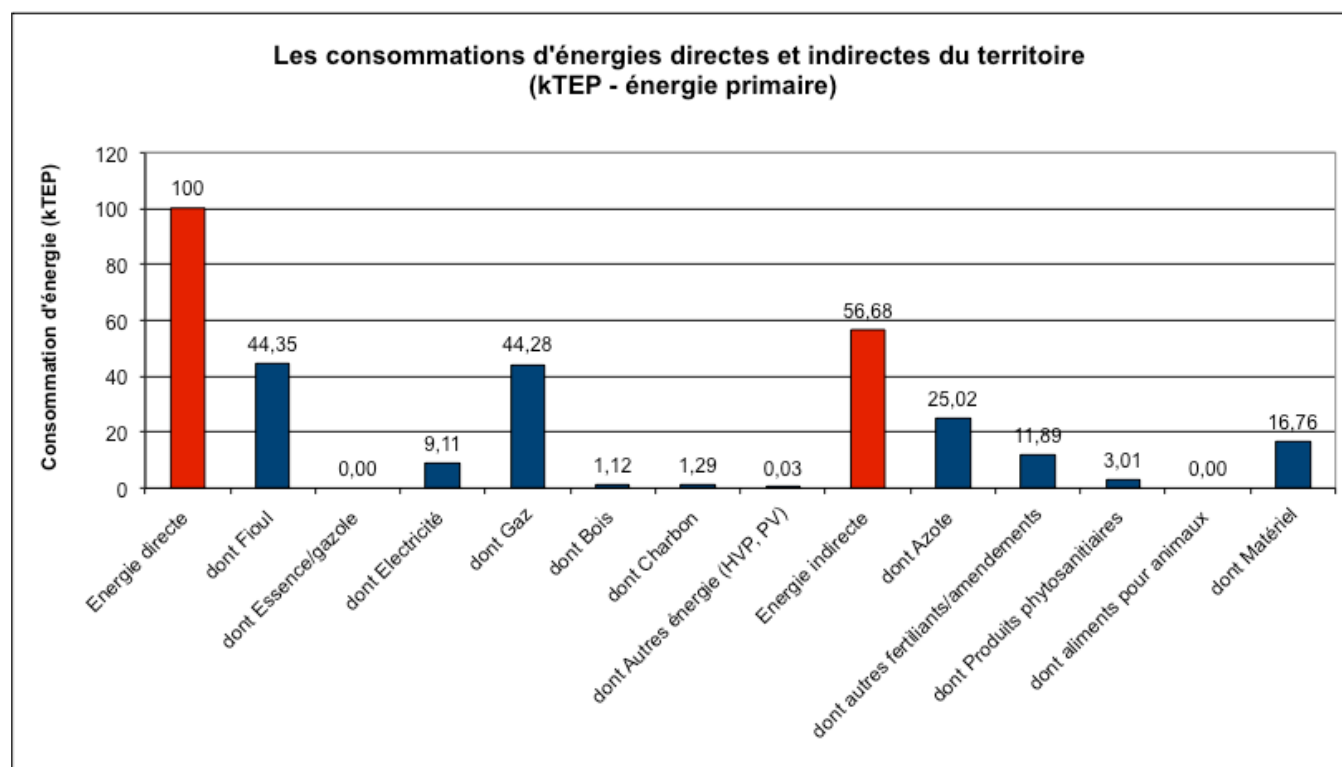
La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 155 k TEP soit 0,30 TEP/ha (soit une réduction de 35 %). 65 % des consommations d'énergies sont des consommations directes.

Pour une SAU majoritairement orientée vers les grandes cultures (en sec), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La consommation de fioul (60 l/ha/an) : 30 % de la consommation énergétique (45 k TEP/an – soit une division par 2).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains) : 30 % de la consommation énergétique (45 k TEP/an – soit une augmentation de 50 % liées au déploiement des serres maraîchères).
- La fabrication de l'azote minérale (25 000 t N minéral/an) : 15 % de la consommation énergétique (25 k TEP/an – soit une division par 4).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (15 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liés à des consommations :

- d'électricité (irrigation et bovins lait),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

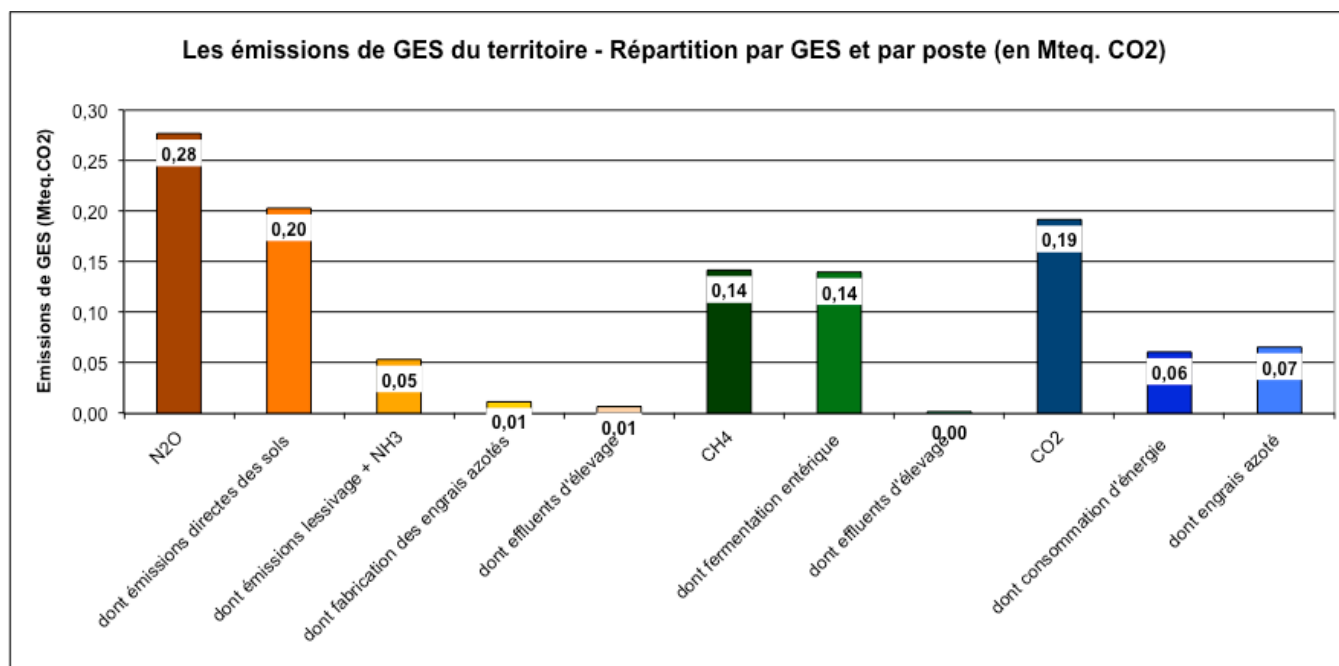


2.2.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 0,6 Mt éq. CO₂ (soit une division par 2,5). 80 % émissions sont des émissions directes. 45 % des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 30 % de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 25 % sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, volatilisation d'ammoniac) : 45 % des GES (sous forme de N₂O) – 0,3 Mtéq.CO₂ (soit une division par 2).
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 25 % des GES (sous forme de CH₄) – 0,15 Mtéq.CO₂ (soit une augmentation de 50 % liée à une augmentation similaire du troupeau bovin).
- La fabrication de l'azote : 15 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,8 Mtéq.CO₂ (soit une division par 5).
- La consommation d'énergie : 5 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,05 Mtéq.CO₂ (soit une division par 4).



2.2.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 40 Mt de carbone (70 tC./ha), soit l'équivalent de 135 Mt éq. CO₂. Lissée sur 40 ans (de 2010 à 2050), cette augmentation de stock correspond à une variation de stock de 0,6 Mtéq.CO₂/an (soit une variation égale aux émissions du secteur agricole mais qui atteint un nouvel équilibre en 2050 et qui ne permet donc plus de compenser les émissions après 2050).

3. Centre Val-de-Loire

3.1 En 2010

3.1.1 L'agriculture régionale aujourd'hui, c'est :

- Une SAU de 2,3 millions d'hectares dont :
 - 670 000 ha de blé tendre (soit 29 % de la SAU) dont 10 % irrigués,
 - 330 000 ha de colza,
 - 250 000 ha d'orge dont 15 % irrigués,
 - 125 000 ha de maïs dont 60 % irrigués,
 - 100 000 ha de blé dur dont 40 % irrigués,
 - 27 500 ha de betterave,
 - 15 000 ha de maraîchage,
 - 495 000 ha de prairies (dont 315 000 de STH).
- Des élevages :
 - bovins viande (200 000 mères), bovins lait (70 000 mères),
 - caprins (150 000 mères).
- 25 000 exploitations (-24 % en 10 ans) dont :
 - 14 000 en grandes cultures,
 - 4 300 éleveurs de bovins viande,
 - 1 400 éleveurs de bovins lait.
- 1,3 % de la SAU est couverte par l'agriculture biologique.
- 10 % des exploitations vendent tout ou partie de leurs productions en circuits courts.
- 320 000 ha sont irrigués (1^{ère} région française en surface) et 70 % des consommations (250 millions de m³/an) sont à destination des céréales.

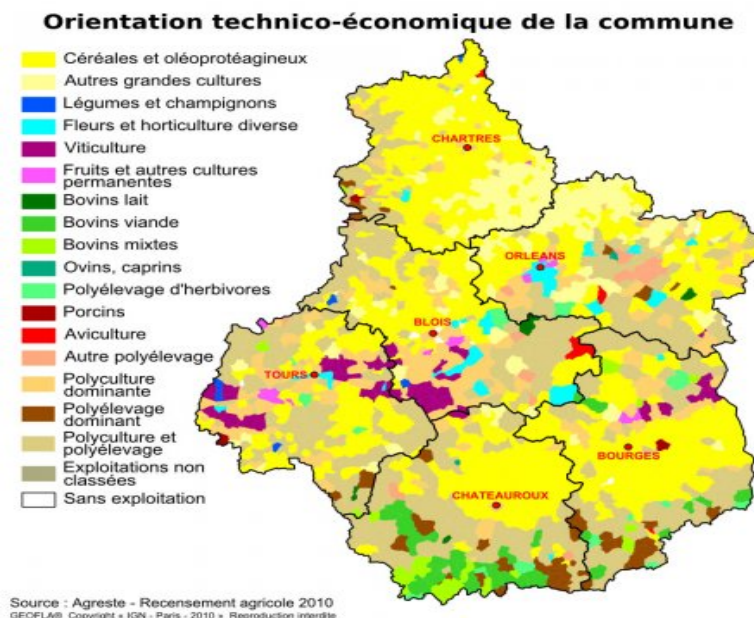


Figure 3 : Les OTEX de la région en 2010

3.1.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

3.1.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 850 k TEP soit 0,40 TEP/ha. 60 % des consommations d'énergies sont des consommations indirectes liées à la mise à disposition des intrants de l'agriculture.

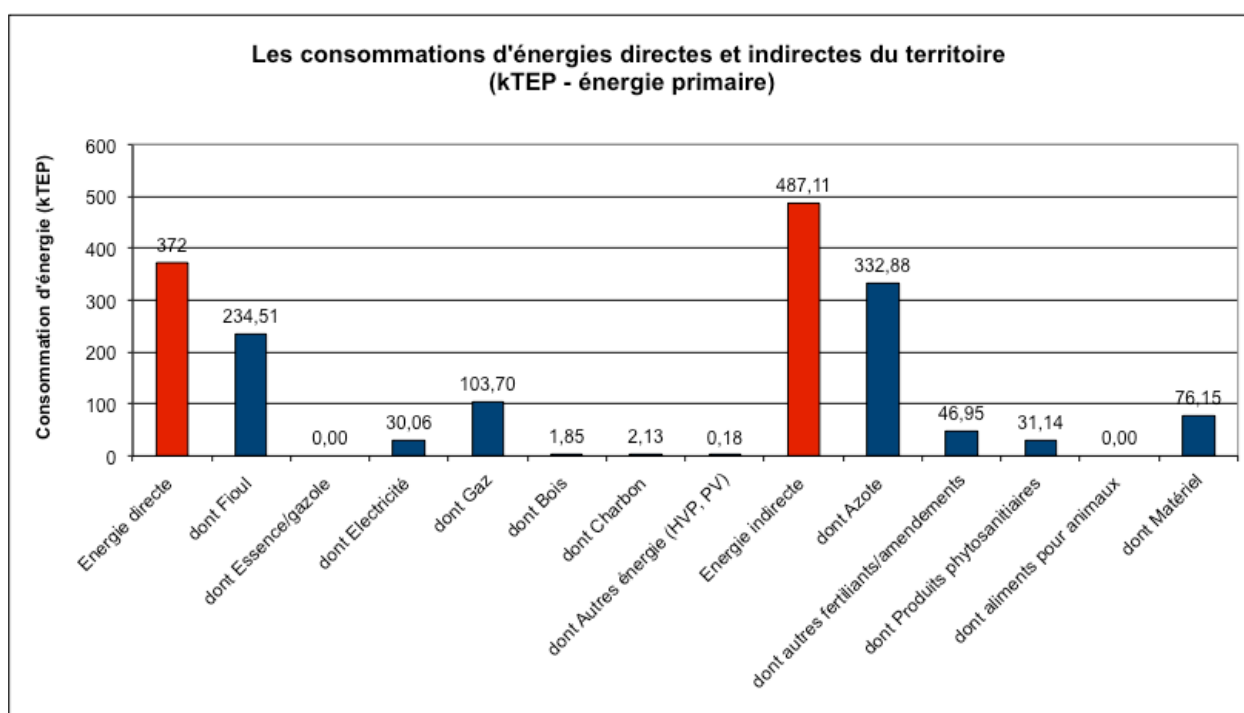
Pour une SAU orientée vers les grandes cultures (en sec et en irriguée), et avec un troupeau bovin (viande) important (valorisant des prairies naturelles), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La fabrication de l'azote minérale (260 000 t N minéral/an – soit 110 kg N/ha SAU/an) : 40 % de la consommation énergétique (330 k TEP/an).
- La consommation de fioul (80 l/ha SAU/an) : 30 % de la consommation énergétique (235 k TEP/an).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains) : 12 % de la consommation énergétique (100 k TEP/an).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (75 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liés à des consommations :

- d'électricité (irrigation et bovins lait),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

Note : Dans la version de Climagri® utilisée, les consommations d'énergies indirectes liées à la fabrication et la mise à disposition des aliments du bétail importés ne sont pas comptabilisées. En zone d'élevages, elles représentent des consommations significatives.

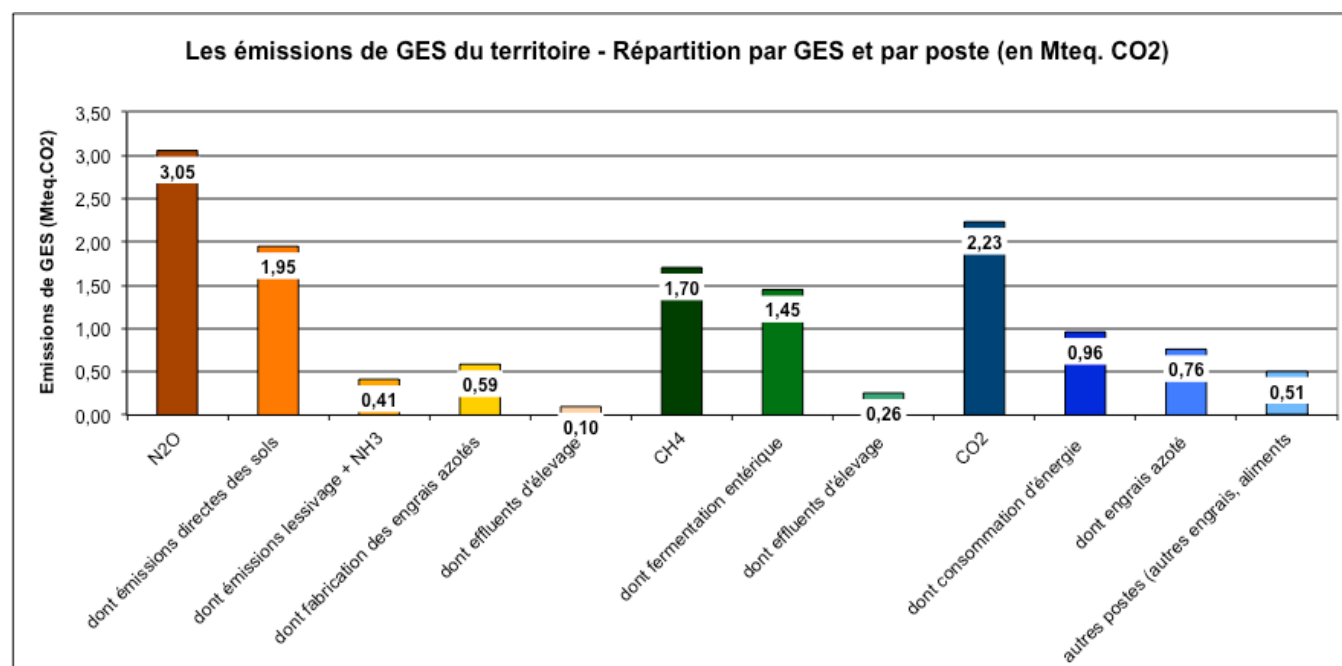


3.1.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 7 Mt éq. CO₂. 75 % émissions sont des émissions directes. 45 % des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 30 % de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 25 % sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, bilan azote excédentaire de 30 kgN/ha/an, volatilisation d'ammoniac) : 35 % des GES (sous forme de N₂O) – 2,5 Mtéq.CO₂
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 20 % des GES (sous forme de CH₄) – 1,5 Mtéq.CO₂
- La fabrication de l'azote : 20 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 1,5 Mtéq.CO₂
- La consommation d'énergie : 10 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,8 Mtéq.CO₂



3.1.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 135 Mt de carbone (60 tC./ha), soit l'équivalent de 500 Mt éq. CO₂ (soit près de 70 fois les émissions annuelles du secteur agricole).

3.2 En 2050

3.2.1 L'agriculture régionale demain, c'est :

- Une SAU de 2,15 millions d'hectares dont :
 - 535 000 ha de blé tendre (soit 29 % de la SAU) dont 10 % irrigués,
 - 245 000 ha de colza,
 - 200 000 ha de protéagineux (pois, féveroles, ...)
 - 140 000 ha d'orge dont 15 % irrigués,
 - 60 000 ha de maïs dont 60 % irrigués,
 - 135 000 ha de blé dur dont 40 % irrigués,
 - 35 000 ha de betterave,
 - 15 000 ha de maraîchage,
 - 495 000 ha de prairies (dont 315 000 de STH),
 - une multiplication par 2 de la surface de serres maraîchères,
 - 45% de la SAU est cultivée en agriculture biologique, 45 % en production intégrée.
- Des élevages :
 - bovins mixte lait – viande (55 000 mères), bovins viande (85 000 mères),
 - caprins (150 000 mères).
- Un déploiement massif de la méthanisation (unités collectives traitant majoritairement une fraction des intercultures, des résidus de cultures et les déjections animales).
- Une amélioration de facteurs technique et technologiques pour :
 - la fabrication des engrais azotés (notamment une réduction drastique des émissions de N₂O),
 - la consommation d'énergie directe des bâtiments agricoles et des automoteurs,
 - la volatilisation de l'ammoniac,
 - la fabrication de carburant pour les automoteurs et de gaz principalement à partir de biomasse (biocarburant de 2nd génération, gaz et électricité renouvelable).

3.2.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

3.2.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 475 k TEP soit 0,20 TEP/ha (soit une réduction de 55 %). 60 % des consommations d'énergies sont des consommations directes.

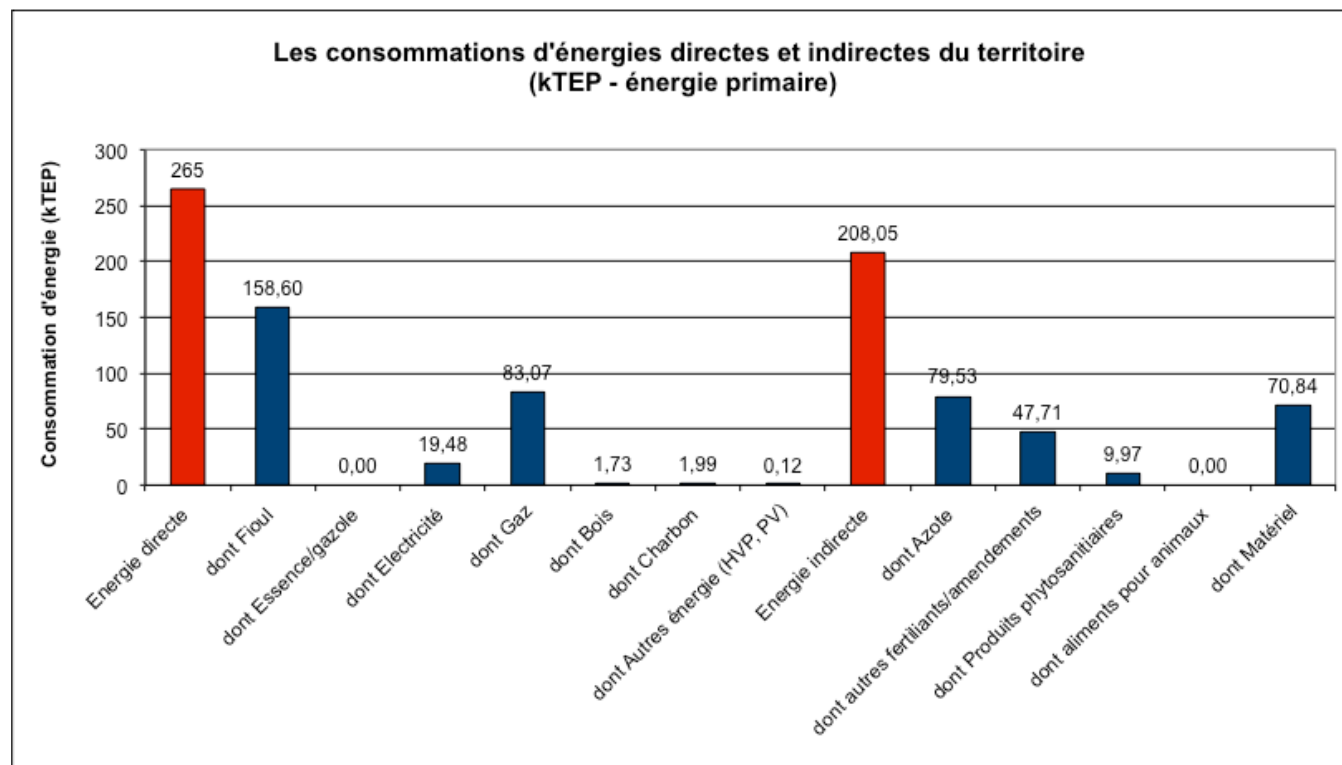
Pour une SAU orientée vers les grandes cultures (en sec et en irriguée), et avec un troupeau bovin réduit mais toujours présent (valorisant des prairies naturelles), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La consommation de fioul (60 l/ha SAU/an) : 35 % de la consommation énergétique (160 k TEP/an – soit une baisse de 35 %).
- La fabrication de l'azote minérale (80 000 t N minéral/an – soit 40 kg N/ha SAU/an) : 20 % de la consommation énergétique (80 k TEP/an – soit une division par 4).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains et serres chaudes) : 20 % de la consommation énergétique (80 k TEP/an – soit une baisse de 20 %).
- La fabrication du matériel agricole : 15 % de la consommation énergétique (70 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liées à des consommations :

- d'électricité (irrigation et bovins lait),
- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

Note : Dans la version de Climagri® utilisée, les consommations d'énergies indirectes liées à la fabrication et la mise à disposition des aliments du bétail importés ne sont pas comptabilisées. En zone d'élevages, elles représentent des consommations significatives.

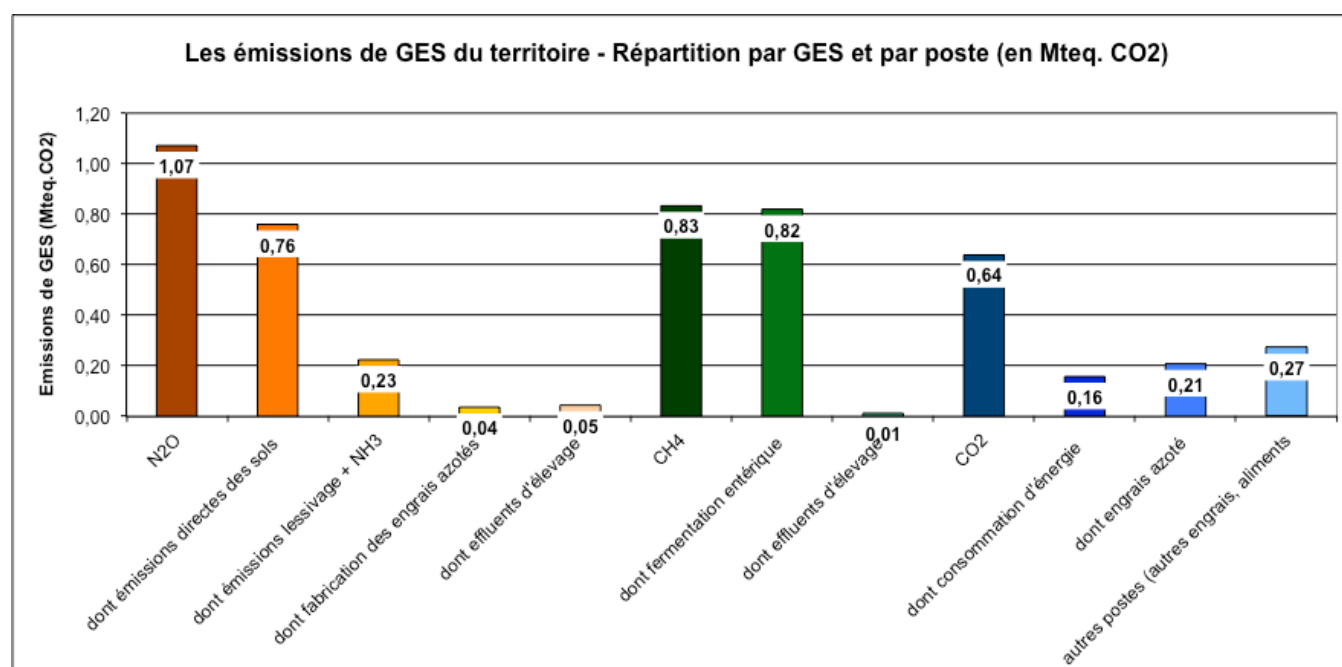


3.2.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 2,5 Mt éq. CO₂ (soit une division par 2,7). 80 % émissions sont des émissions directes. 40 % des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 25 % de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 35 % sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 4 principaux postes d'émission de GES sont :

- Les sols agricoles (épandage d'azote, volatilisation d'ammoniac) : 45 % des GES (sous forme de N₂O) – 1,0 Mtéq.CO₂ (soit une division par 2,5 – réduction de la pression d'azote et de la volatilisation).
- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 30 % des GES (sous forme de CH₄) – 0,8 Mtéq.CO₂ (soit une division par 2 – réduction du troupeau et facteur zootechnique).
- La fabrication de l'azote : 10 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,25 Mtéq.CO₂ (soit une division par 6 – réduction des quantités et facteur technologique).
- La consommation d'énergie : 5 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,1 Mtéq.CO₂ (soit une division par 8 – réduction des consommations et utilisation de sources renouvelables).



3.2.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 165 Mt de carbone (70 tC./ha), soit l'équivalent de 600 Mt éq. CO₂. Lissée sur 40 ans (de 2010 à 2050), cette augmentation de stock correspond à une variation de stock de 2,8 Mtéq.CO₂ / an (soit une variation légèrement supérieure aux émissions du secteur agricole mais qui atteint un nouvel équilibre en 2050 et qui ne permet donc plus de « compenser » les émissions après 2050).

4. Rhône-Alpes

4.1 En 2010

4.1.1 L'agriculture régionale aujourd'hui, c'est :

- Une SAU de 1,4 millions d'hectare (50 % de la surface régionale) dont :
 - 49 % de surfaces toujours en herbe dont :
 - 570 000 ha de prairies permanentes,
 - 290 000 ha de STH peu productives (estives).
 - 16 % de cultures permanentes.
 - 29 % de cultures annuelles (hors fourrages) dont :
 - 120 000 ha de blé et 120 000 de maïs grain,
 - 40 000 ha d'oléagineux (tournesol, colza).
 - 6 % de cultures permanentes :
 - 48 000 ha de vigne (dont 36 000 en AOP),
 - 30 000 ha de vergers (noix, abricots, pommes, châtaignes).
- Des élevages très présents :
 - 270 000 vaches laitières et 170 000 vaches allaitantes,
 - 245 000 brebis et 100 000 chèvres,
 - 36 millions de poulets de chair produits (4 millions de places de poules pondeuses),
 - 600 000 porcs charcutiers produits.
- 39 000 exploitations pour une surface moyenne de 37 ha valorisent cette SAU :
 - 6 000 en grandes cultures,
 - 5 500 en bovins lait, 4 000 en bovins viande et 5 500 en polycultures élevages,
 - 12 000 exploitations en circuits courts et 2 000 exploitations en agriculture biologique.
- L'irrigation concerne 10 % de la SAU soit 140 000 ha dont 50 % de maïs et 15 % de vergers (20 000 ha) et 5 % de légumes (6 000 ha).

Un large éventail de productions

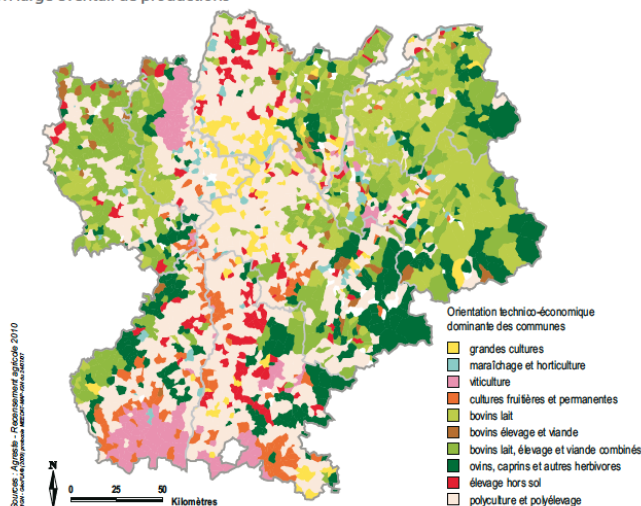


Figure 4 : Les OTEX de la région en 2010

4.1.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

4.1.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 465 k TEP soit 0,30 TEP/ha. 60 % des consommations d'énergies sont des consommations directes

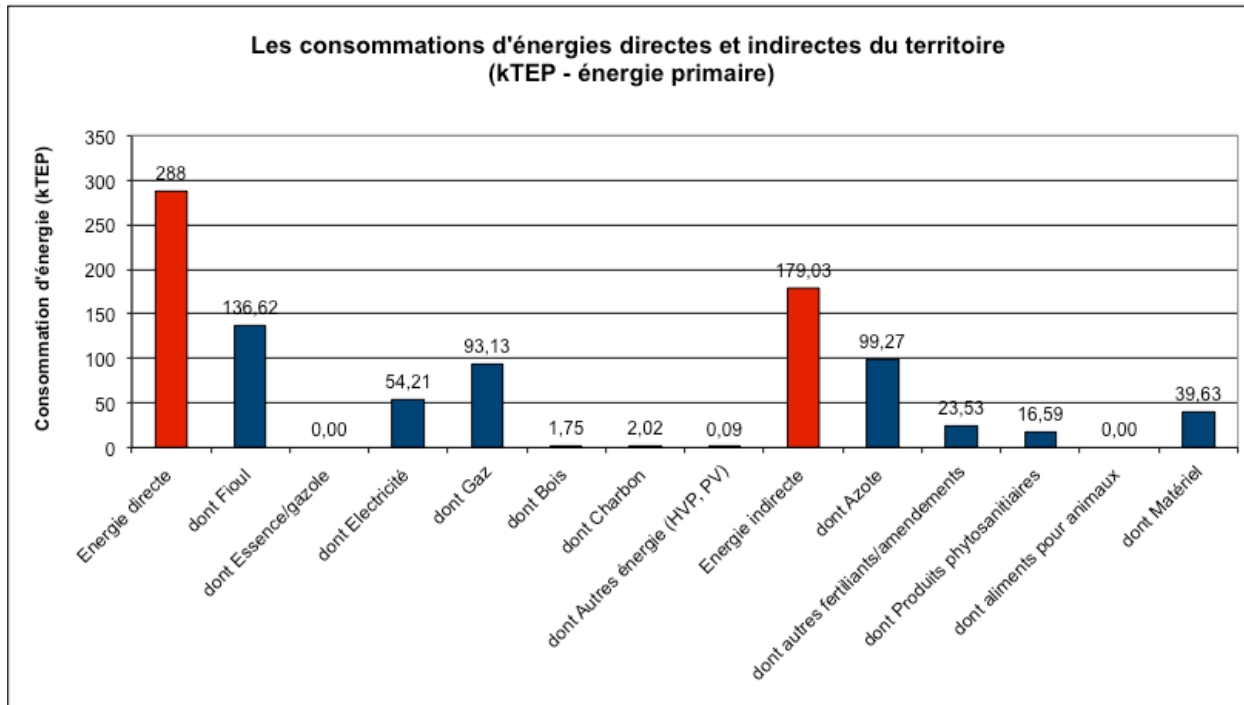
Pour une SAU orientée majoritairement vers l'élevage (valorisant notamment des prairies naturelles et des estives), avec une grande diversité de production secondaire (grandes cultures, vignes, vergers, aviculture), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La consommation de fioul (60 l/ha SAU/an) : 30 % de la consommation énergétique (135 k TEP/an).
- La fabrication de l'azote minérale (80 000 t N minéral/an – soit 50 kg N/ha SAU/an) : 20 % de la consommation énergétique (100 k TEP/an).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains, serres chaudes, bâtiments avicoles) : 20 % de la consommation énergétique (100 k TEP/an).
- La consommation d'électricité (irrigation et bovins lait) : 10 % de la consommation énergétique (50 k TEP/an).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (40 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liées à des consommations :

- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

Note : Dans la version de Climagri® utilisée, les consommations d'énergies indirectes liées à la fabrication et la mise à disposition des aliments du bétail importés ne sont pas comptabilisées. En zone d'élevages, elles représentent des consommations significatives.

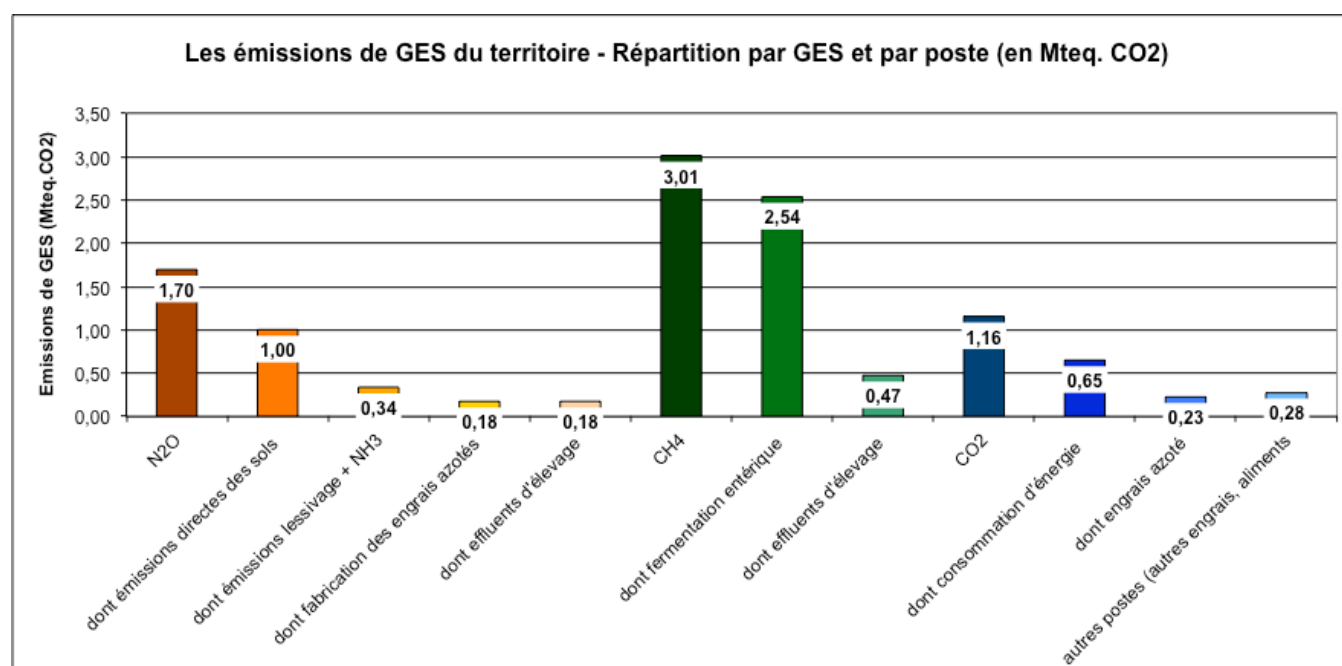


4.1.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 6 Mt éq. CO₂. 90% émissions sont des émissions directes. 30% des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 20% de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 50% sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 5 principaux postes d'émission de GES sont :

- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 40 % des GES (sous forme de CH₄) – 2,5 Mtéq.CO₂
- Les sols agricoles (épandage d'azote, bilan azote excédentaire de 30 kgN/ha/an, volatilisation d'ammoniac) : 25 % des GES (sous forme de N₂O) – 1,5 Mtéq.CO₂
- Le stockage des effluents d'élevage : 10 % des GES (sous forme de CH₄ et N₂O) – 0,6 Mtéq.CO₂
- La consommation d'énergie : 10 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,6 Mtéq.CO₂
- La fabrication de l'azote : 7 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,4 Mtéq.CO₂



4.1.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 110 Mt de carbone (70 tC./ha – majoritairement dans les prairies), soit l'équivalent de 400 Mt éq. CO₂ (soit près de 70 fois les émissions annuelles du secteur agricole).

4.2 En 2050

4.2.1 L'agriculture régionale demain, c'est :

- Une SAU de 1,3 millions d'hectare (50 % de la surface régionale) dont :
 - 470 000 ha de prairies permanentes,
 - 290 000 ha de STH peu productives (estives),
 - 95 000 ha de blé et 120 000 de maïs grain,
 - 40 000 ha d'oléagineux (tournesol, colza),
 - 40 000 ha de protéagineux graines (pois, soja, ...),
 - 6 % de cultures permanentes :
 - 40 000 ha de vigne,
 - 60 000 ha de vergers (noix, abricots, pommes, châtaignes).
- Des élevages très présents :
 - 220 000 vaches mixtes et 25 000 vaches allaitantes,
 - 470 000 brebis et 100 000 chèvres,
 - 30 millions de poulets de chair produits et 3 millions de places de poules pondeuses (dont une majorité sous signe officielle de qualité),
 - 350 000 porcs charcutiers produits (dont une majorité sous signe officielle de qualité).
- Un déploiement massif de la méthanisation (unités collectives traitant majoritairement une fraction des intercultures, des résidus de cultures et les déjections animales).
- Une amélioration de facteurs technique et technologiques pour :
 - la fabrication des engrais azotés (notamment une réduction drastique des émissions de N₂O),
 - la consommation d'énergie directe des bâtiments agricoles et des automoteurs,
 - la volatilisation de l'ammoniac,
 - la fabrication de carburant pour les automoteurs et de gaz principalement à partir de biomasse (biocarburant de 2nd génération, gaz et électricité renouvelable).

4.2.2 Traduction en consommation d'énergie et en émission de GES

4.2.2.1 La consommation d'énergie directe et indirecte

La consommation d'énergie (exprimée en k TEP – énergie primaire) du secteur agricole s'élève à 285 k TEP soit 0,20 TEP/ha. 70 % des consommations d'énergies sont des consommations directes.

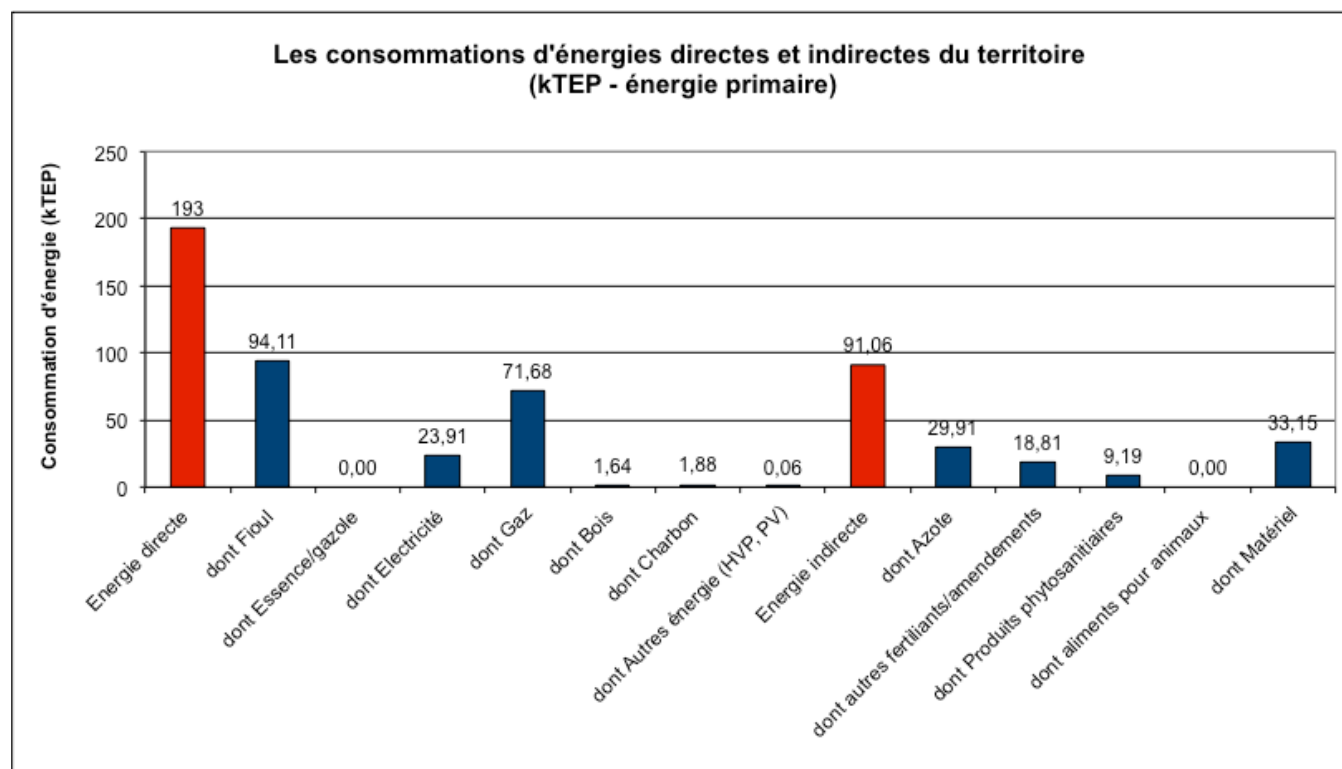
Pour une SAU orientée toujours majoritairement vers l'élevage (valorisant notamment des prairies naturelles et des estives), avec une grande diversité de production secondaire (grandes cultures, vignes, vergers, aviculture), les 4 principaux postes de consommation sont :

- La consommation de fioul (50 l/ha SAU/an) : 35 % de la consommation énergétique (95 k TEP/an – soit une réduction de 35 %).
- Le gaz naturel (séchage et conservation des grains, serres chaudes, bâtiments avicoles) : 35 % de la consommation énergétique (70 k TEP/an – soit une réduction de 30 %).
- La fabrication de l'azote minérale (30 000 t N minéral/an – soit 25 kg N/ha SAU/an) : 10 % de la consommation énergétique (30 k TEP/an – soit une réduction de 70 %).
- La fabrication du matériel agricole : 10 % de la consommation énergétique (30 k TEP/an)
- La consommation d'électricité (irrigation et bovins lait) : 8 % de la consommation énergétique (25 k TEP/an).

Les autres postes minoritaires sont liées à des consommations :

- d'énergie l'extraction et la mise à disposition du phosphore,
- d'énergie pour la fabrication des pesticides.

Note : Dans la version de Climagri® utilisée, les consommations d'énergies indirectes liées à la fabrication et la mise à disposition des aliments du bétail importés ne sont pas comptabilisées. En zone d'élevages, elles représentent des consommations significatives.

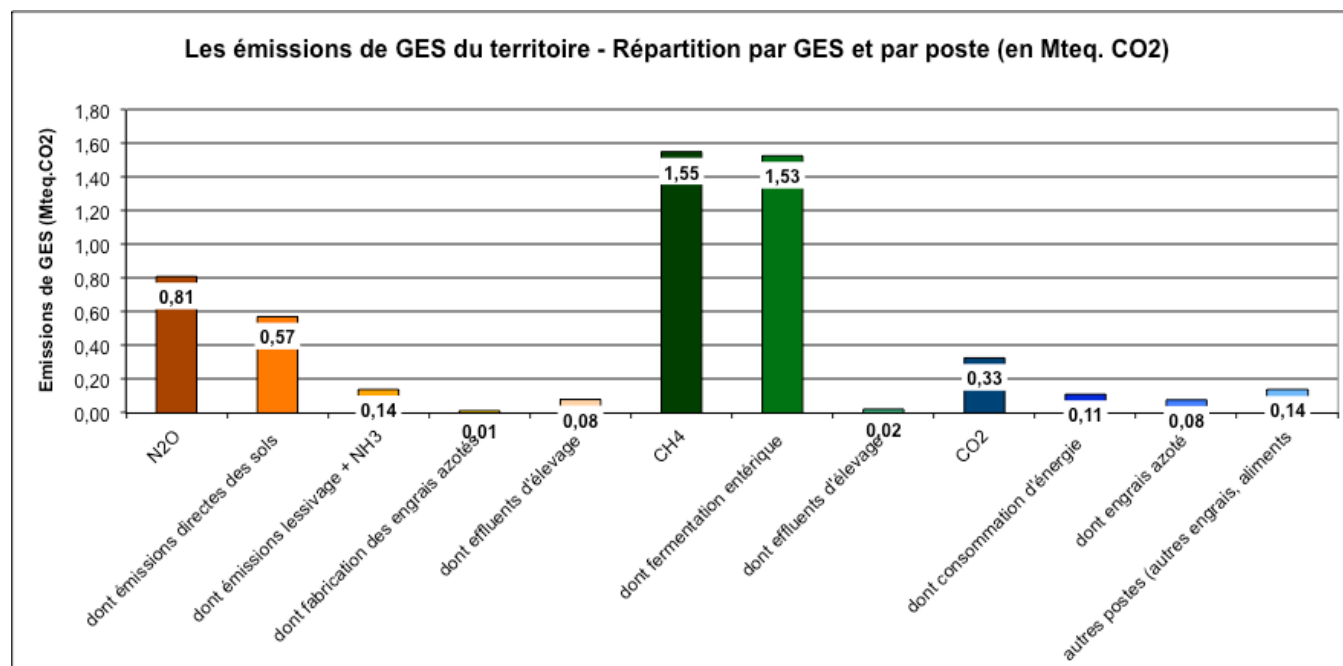


4.2.2.2 Les émissions de GES directes et indirectes

Les émissions de GES (directes et indirectes – exprimées en équivalent CO₂) s'élèvent à 2,6 Mt éq. CO₂. 95 % émissions sont des émissions directes. 30 % des émissions sont sous forme de N₂O (et par conséquent liées au cycle de l'azote, y compris la fabrication), 10 % de CO₂ (automoteurs et fabrication de l'azote) et 60 % sous forme de CH₄ (fermentation entérique et déjections animales).

Les 5 principaux postes d'émission de GES sont :

- La fermentation entérique (liée à la présence de ruminants) : 60 % des GES (sous forme de CH₄) – 1,5 Mtéq.CO₂ (soit une réduction de 40 % - réduction d'effectifs et facteurs zootechniques).
- Les sols agricoles (épandage d'azote, volatilisation d'ammoniac) : 30 % des GES (sous forme de N₂O) – 0,75 Mtéq.CO₂ (division par 2 – réduction de la quantité d'azote mobilisée et volatilisée).
- Le stockage des effluents d'élevage : 5 % des GES (sous forme de CH₄ et N₂O) – 0,1 Mtéq.CO₂ (division par 6 – réduction d'effectif, mise à l'herbe et déploiement de la méthanisation).
- La consommation d'énergie : 5 % des GES (sous forme de CO₂) – 0,1 Mtéq.CO₂ (division par 6 – réduction de la consommation – facteur technique : mobilisation de ressources renouvelable).
- La fabrication de l'azote : 5 % des GES (sous forme de N₂O et CO₂) – 0,1 Mtéq.CO₂ (division par 6 – réduction de la consommation et facteur technologique de l'amont).



4.2.2.3 Stock de carbone des sols agricoles

Le stock de carbone des sols (0 – 30 cm), s'élève à 105 Mt de carbone (78 tC./ha), soit l'équivalent de 380 Mt éq. CO₂. Lissée sur 40 ans (de 2010 à 2050), cette augmentation de stock correspond à une variation de stock de -0,6 Mtéq.CO₂ / an. Cette variation correspond donc à une émission nette de carbone provenant du changement d'affectation des sols occupés initialement de prairies naturelles (une perte de 100 000 ha – 20 % des surfaces : « céréalisation » et artificialisation).

Annexe 4 : Comptes Rendu des réunions de concertation en région Centre-Val-de-Loire

Annexe 4.1 : Contrat d'Animation

Annexe 4.2 : Compte rendu du 1er Conseil Régional de Suivi du 16 décembre 2013

Annexe 4.3 : Compte rendu du 2è Conseil Régional de Suivi du 11 septembre 2014

Afterres2050/Centre - phase 2 - Régionalisation



**Règles d'organisation, de fonctionnement et de participation
du groupe de travail Afterres 2050 Centre**

Préambule

Le Groupe de travail Afterres 2050 constitué en région Centre réunit les expertises concernées par la réflexion prospective sur l'agriculture à l'horizon 2050 :

- Agriculture (productions animales et végétales, systèmes de production conventionnels et alternatifs) ;
- Forêt (gestion forestière et valorisations des productions : énergie, matériau, industrie) ;
- Utilisation non alimentaire des productions des territoires (énergie, industrie, construction, etc.) ;
- Aménagement du territoire (dimension foncière des terres agricoles et forestières) ;
- Environnement (impacts et fonctions de l'agriculture et de la forêt sur la gestion des sols, la qualité des eaux, la biodiversité, le climat autant du point de vue de l'atténuation des émissions de GES que de celui de l'adaptation aux changements climatiques) ;
- Consommation (liens entre alimentation et santé).

Ces expertises proviennent d'horizons économiques, institutionnels et associatifs :

- Exploitations agricoles ;
- Entreprises et coopératives ;
- Collectivités territoriales ;
- Organisations professionnelles ;
- Chambre d'agriculture ;
- Administrations et établissements de l'Etat ;
- Associations ;
- Centres de recherches ;
- Etablissements d'enseignement.

L'objectif global fixé au groupe de travail consiste en la déclinaison du scénario national Afterres 2050 par prise en compte des spécificités régionales. Cette imprégnation par le contexte et les particularités régionales repose sur la mise en place d'une dynamique de mobilisation des acteurs locaux.

S'agissant d'une approche prospective, l'exercice de régionalisation relève d'une démarche exploratoire, mise en œuvre pour aider à dessiner les futurs possibles en valorisant l'inventivité et la créativité. Un tel exercice relève de l'apprentissage pour chacun des participants dès lors que les débats portent sur des champs thématiques qui échappent à leur domaine d'expertise à partir d'une réflexion.

Un tel exercice prospectif comporte des limites prévisibles. Il va impulser un dialogue et une réflexion, sources de débats contradictoires susceptibles de faire apparaître des divergences nées de la confrontation de perceptions et de visions de l'avenir individuelles et intimement liées aux enjeux et stratégies spécifiques à chacun des acteurs. L'exercice de prospective traitant de valeurs, de perspectives d'avenir, de choix et d'options susceptibles de mettre en cause les schémas et organisations actuels va inévitablement introduire des réactions de défiances et de frilosité.

Afin d'éviter le blocage des débats le choix a été fait, en amont des débats techniques de fond, de procéder à la co-construction, par le groupe régional lui-même, de ses propres règles d'organisation, de fonctionnement et de participation.

Les 6 axes de réussite identifiés par le groupe de travail

- Se donner des perspectives d'avenir ;
- Partager une méthodologie ;
- Favoriser et valoriser la diversité des participants ;
- Fidéliser les membres du groupe de travail ;
- Valoriser et diffuser les résultats de la régionalisation ;
- Envisager la transition.

Se donner des perspectives d'avenir.

La réflexion prospective Afterres 2050 en région Centre est perçue par les membres du groupe de travail comme un exercice stimulant et attrayant. Chacun y voit la possibilité d'une réflexion riche débouchant sur les perspectives d'un avenir désirable. La divergence des visions à l'horizon 2050 est cependant identifiée comme un frein susceptible de nuire à la définition de telles

perspectives communes. Trois attitudes visant le fonctionnement du groupe de travail sont proposées en écho à ce constat :

- Etre attentif, lors de l'animation et des échanges, à faire émerger et à présenter les intérêts communs, à identifier les points de divergence. Etre clair sur les hypothèses de travail afin d'atténuer les divergences extrêmes ;
- Veiller à l'appropriation des travaux par les membres du groupe de travail et, au-delà, les rendre compréhensibles à un public plus large en :
 - Montrant leur utilité ;
 - Rendant l'exercice prospectif concret ;
 - Mettant en relief les aspects désirables et utiles aux activités économiques ;
 - Illustrant comment l'on peut passer à l'action ;
- Aboutir à des propositions responsabilisant les acteurs, leur permettant de ne pas subir les changements mais de les préparer et d'anticiper les évolutions connexes.

Partager une méthodologie

En termes de méthode, l'exercice de régionalisation suscite davantage de peurs que d'attraits (nécessaire évolution des mentalités, création d'attentes auxquelles il sera difficile de répondre, divergence des visions et des intérêts, etc.). Plusieurs attitudes sont proposées en écho à ce constat :

- En termes de fonctionnement du groupe de travail :
 - Préciser le cadre de réflexion :
 - Les objectifs à atteindre à l'échelle régionale ;
 - Les hypothèses qui ne peuvent être remises en cause ;
 - Les éléments sur lesquels il est possible d'agir ;
 - Ce que le scénario permet ou non de produire ;
 - Proposer des outils pour :
 - Mesurer le consensus ;
 - S'accorder sur les objectifs partagés et les contradictions à l'échelle de la région ;
 - Illustrer les arguments apportés par des exemples concrets.
- En termes de participation :
 - Favoriser la liberté d'expression et la créativité ;
 - Ne pas éliminer d'emblée les hypothèses introduisant de la résistance au changement.

Favoriser et valoriser la diversité des participants

La diversité des participants est perçue comme la garantie d'un débat riche, facilitant le partage d'informations, permettant d'identifier les convergences possibles entre des visions différentes. Cette diversité du groupe relève cependant d'un subtil équilibre, notamment en termes de représentativité des expertises. La diversité des participants nécessite les attitudes suivantes :

- En termes d'organisation :
 - Communiquer aux membres du groupe de travail une liste des participants précisant les structures, les secteurs d'activité, les thématiques d'expertise ;
 - Tenir compte, lors des échanges, des éventuelles absences de certaines expertises ;
- En termes de fonctionnement :
 - Accroître la vigilance de l'animateur afin de s'assurer que chacun prenne la parole et contribue aux débats ;
 - Utiliser des outils pour faciliter l'expression de celles et ceux qui ne prennent pas la parole (cf. fidéliser les membres du groupe de travail ci-après) ;
 - Faciliter le covoiturage pour la participation aux réunions plénières et aux ateliers thématiques.

Fidéliser les membres du groupe de travail

La réunion des expertises nécessaires à la réflexion prospective laisse craindre des difficultés concernant en particulier la capacité à garantir l'assiduité des participants. Ce constat appelle les attitudes suivantes

- En termes d'organisation :
 - Pour le choix des dates des réunions, proposer différentes dates à plusieurs semaines d'intervalle. Le choix de la date retenue ne doit pas uniquement être dicté par le critère du nombre de participants mais doit tenir compte de la représentativité des différentes thématiques d'expertise ;
 - Communiquer avant les réunions plénières un ordre du jour permettant aux absents de faire remonter leurs informations pour les partager en séance ;

- Afin d'éviter les différences d'informations au sein du groupe, et notamment chez les absents à certaines réunions, diffuser au terme de chacun des réunions plénières un compte-rendu accompagné des documents présentés en séance. S'assurer que les moyens de diffusion, notamment numériques, permettent à chacun un égal accès à l'information.
- En termes de fonctionnement :
 - Fidéliser les membres du groupe de travail en :
 - Explicitant l'utilité de la démarche et sa finalité ;
 - Proposant une animation dynamique et interactive ;
 - Favorisant la convivialité et les temps d'échange ;
 - Mettant en place une évaluation continue de la démarche permettant de s'assurer que le groupe avance et produise en respectant les objectifs ;
 - Favoriser la prise de parole des participants :
 - Par des méthodes d'animation facilitant la prise de parole de ceux qui ne s'expriment pas (écrit, métapla, post-it) ;
 - Par valorisation des expertises individuelles.
- En termes de participation :
 - Rappeler l'engagement des participants à parler en leur nom propre et non comme représentant d'une structure ;
 - Rappeler en préambule à chacune des réunions plénières les attitudes énumérées dans les présentes règles d'organisation, de fonctionnement et de participation du groupe de travail Afterres 2050 Centre.

Valoriser et diffuser les résultats de la régionalisation

La participation à l'exercice de réflexion prospective présente des atouts idéniables (contribuer à un exercice prospectif, rechercher la cohérence avec d'autres démarches, s'approprier les résultats des réflexions, ...). Des craintes sont malgré tout exprimées s'agissant de la valorisation des résultats. Parmi les craintes exprimées, les principales concernent l'absence de résultats concrets, la contradiction avec d'autres démarches, le dévoiement politique de la démarche. La prise en compte des craintes exprimées impose les attitudes suivantes en termes de fonctionnement :

- Favoriser un *scénario consensuel et une vision* systémique non déconnectée des autres *préoccupations* en lien avec la réflexion (Plan climat énergie, stratégie nationale pour la biodiversité, scénario négawatt, etc.) ;
- Programmer un portage des résultats par le groupe de travail adossé :
 - à une communication adaptée ;
 - à une plaquette de vulgarisation.

Envisager la transition

L'exercice de régionalisation ouvre de nombreuses interrogations concernant les transitions et trajectoire à adopter pour l'agriculture, la forêt, les territoires, les consommations, etc.. Leur prise en compte passe par les attitudes suivantes en termes de fonctionnement du groupe de travail régional :

- Proposer des évolutions progressives permettant de faire évoluer les mentalités ;
- S'appuyer sur les expériences positives actuelles dans une dynamique de changement en s'appuyant par exemple sur AlterEnergies ;
- Proposer des scénarios permettant de passer de micro-filières à des filières plus importantes ;
- Proposer un accompagnement aux acteurs concernés par les changements à opérer.

Le présent document constitue les conditions de réussite de la réflexion prospective à mener à région Centre pour réussir la régionalisation du scénario Afterres 2050. Les animateurs, les membres du groupe de travail, les porteurs de la démarche s'engagent individuellement et collectivement à appliquer les différentes règles qu'ils ont coécrits, autant lors des journées du groupe de travail régional que lors des ateliers thématiques menés en parallèle.

1^{er} comité régional de suivi

Date	Lundi 16 Décembre 2013 –		13h45 – 17h00
Lieu	Hôtel de Région Conseil Régional du Centre, 9 rue Saint Pierre Lentin 45 000 ORLEANS Salle LENTIN 1		
Participants :			
	Bolo	Philippe	ISL
	Boudard	Alain	ADEME
	Chevalier	Cyrille	Alter'nergies
	Doublet	Sylvain	SOLAGRO
	Dupont-Leroy	Céline	Conseil Régional
	Faucheux	Benoît	Conseil Régional
	Gatay	Gérard	CA Loir et Cher
	Gimaret	Marine	SOLAGRO
	Greiner	Olivier	DREAL
	Janvrot	Guy	Nature Centre
	Poux	Adeline	Obs. Régional Energie GES
	Rondreux	Estelle	DRAAF
	Serrano	José	Polytech de Tours
	Silberberg	Olivier	Arbo-Centre
	Talpin	Juliette	Watts-new
Excusés :			
	Reverchon	Sylvain	Conseil Régional
Diffusion : ensemble des participants et excusés			
Ordre du Jour	1. Introduction de la journée. 2. Présentation du projet, rappel des objectifs, régionalisation de la démarche, les étapes, la gouvernance, le rôle des différents comités. 3. Tour de table, motivations et attentes par rapport au projet. 4. Etapes et modalités de la concertation régionale : • Réunions plénières : contenu, format, participants, logistique • Ateliers thématiques : nb, modalités d'organisation • Proposition de contenu et déroulé de la RP1 (mars 2014), validation du déroulement des ateliers 5. Présentation de la méthode de recrutement du groupe de travail régional, établissement/validation d'une première liste de contacts. 6. Validation du calendrier des prochaines échéances (2014-2015).		

Point 1 - Introduction de la journée

Benoit Faucheux ouvre la séance et précise l'intérêt de travailler sur un scénario à l'horizon 2050 en partenariat avec l'ADEME. Il rappelle que la transition est inéluctable et qu'elle se concrétisera au travers de l'inventivité, de la créativité et de la concertation en faisant coopérer les cerveaux et les bonnes volontés. Il est de la responsabilité de la collectivité de dessiner un futur avec les différentes forces concernées.

Alain Boudard rappelle les enjeux de la réduction des GES. Le projet Afterres2050 s'inscrit dans la continuité des démarches entamées par l'ADEME (vision 2030 – 2050, atteinte du facteur 4 en 2050 et pour l'agriculture facteur 2). Ce projet a également pour ambitions de monter dans quelles mesures les objectifs fixés dans le PCER et le SRCAE sont réalisables. C'est également l'occasion

Afterres2050 – Région Centre

de convaincre la profession agricole que des évolutions sont nécessaires et compatibles avec un projet de société durable.

Point 2 - Présentation du projet, rappel des objectifs, régionalisation de la démarche, les étapes, la gouvernance, le rôle des différents comités.

Présentation par Sylvain Doublet (Cf ppt joint diapos 1 à 27)

La présentation volontairement courte du scénario n'avait pas pour objectif de présenter toutes les hypothèses. Il est apparu indispensable que, lors des réunions plénières, une présentation détaillée du scénario soit effectuée. Cette présentation est intégrée dans l'ordre du jour de la première réunion plénière et les participants recevront en amont un document d'une soixantaine de pages décrivant le scénario.

Suite à la présentation, des questions sur la compréhension du scénario Afterres2050 sont posées par les participants.

Gatay Gérard

Comment s'est opéré le choix des régions ?

Réponse : il ne s'agit pas de choix à priori. Les régions retenues se sont manifestées sur la base du volontariat.

Rondreux Estelle

Est-il possible de préciser les différences entre scénario, modèle et outil ?

Réponse : le modèle et l'outil correspondent à MOSUT. Le scénario correspond à Afterres 2050.

Rondreux Estelle

Pourquoi les Ministères de l'Ecologie et de l'Agriculture ne sont pas présents dans le Conseil National Scientifique ?

Réponse : ce n'est pas un choix délibéré. Le Conseil National Scientifique rassemble les financeurs d'Afterres2050. Ceci n'empêche pas d'y intégrer les Ministères concernés.

Rondreux Estelle

Le choix des hypothèses de travail repose sur des partis pris qui n'intègrent pas la viabilité pour les gens du monde agricole (être agriculteur et de le rester dans le temps).

Réponse : cette notion est incluse dans le parti pris de dynamisme rural. Il est important de ne pas oublier de le souligner lors des prochaines présentations.

Talpin Juliette

L'agriculteur n'est pas au cœur des enjeux. Il y a une difficulté à distinguer les enjeux des résultats.

Réponse : le scénario Afterres 2050 est itératif (les enjeux conditionnent les résultats qui modifient les enjeux et ainsi de suite). Dans une première approche, le scénario est uniquement construit autour de flux physiques. Ensuite, des indicateurs socio-économiques sont intégrés afin de mieux prendre en compte la place de l'agriculteur.

Rondreux Estelle

Afterres 2050 prend-il en compte l'acceptabilité sociale de l'évolution du coût de l'alimentation ?

Réponse : oui cela est pris en compte.

Gatay Gérard

Afterres 2050 tient-il compte de la PAC ?

Réponse : non car il s'agit d'un modèle de flux physiques. Il est important de ne pas auto-restreindre la réflexion sur la transition.

Afterres2050 – Région Centre

Rondreux Estelle

Qui a validé le modèle ? D'autres modèles pourraient apporter des éclairages assez différents.

Réponse : le modèle est ouvert et n'est pas une boîte noire. Il peut facilement évoluer. D'autre part il a été utilisé pour des études prospectives de l'ADEME (Le facteur 4 en agriculture, Vision 2030 – 2050). Ces études ont permis de valider la robustesse et la cohérence du modèle.

Point 3 - Tour de table et motivation des participants

Dupont-Leroy Celine

La région a défini des objectifs généraux de réduction des émissions de GES avec des déclinaisons sectorielles (-20% en 2020 pour l'agriculture). En 2016, le PCET régional va être actualisé. La régionalisation du scénario Afterres2050 en région Centre pourra fournir des éléments de réflexions et des pistes de travail pour ces deux démarches.

Chevalier Cyrille

Alter'énergies mettra ses connaissances et compétences au service de la régionalisation d'Afterres2050 (via notamment un travail d'animation spécifique) et souhaite également gagner en expérience sur les méthodes de concertation.

Silberberg Olivier

ArboCentre contribue à différentes réflexions qui constituent des axes de travail forts (déficit de la filière forêt-bois, bois-énergie, adaptation au changement climatique, émissions particulières). Ces sujets se retrouvent dans le scénario Afterres 2050.

Serrano José

Les axes de recherches actuelles de Polytech'Tours concernent l'étalement urbain et l'utilisation des terres par les agriculteurs et les collectivités. Afterres2050 permet d'appréhender ces sujets avec une autre vision. Le scénario est innovant et ouvre des perspectives pour les futurs travaux de recherches.

Gatay Gérard

Le monde agricole (les élus) est assez frileux par rapport à ce type de scénario. Il est intéressant que le monde agricole suive cette démarche qui vient en complément d'autres projets de recherches en cours (possibilité d'enrichissement mutuel).

Faucheux Benoît

L'attente du Conseil Régional n'est d'engager une réflexion sur un temps long en dehors d'une dynamique de politique à valider et de décisions à prendre. Il s'agit d'avoir un outil d'aide à la décision pour mettre en débat un futur collectif. Les nouvelles questions posées par la société impliquent des réponses innovantes et ambitieuses (ex. : nouvelles relations entre les producteurs et les consommateurs). Ce projet doit nous aider à nous poser les bonnes questions pour ensuite imaginer une transition.

Boudard Alain

Ce projet est un travail de réflexion pour explorer le champ des possibles nécessaires pour atteindre les objectifs (facteur 2) et répondre aux enjeux.

Rondreux Estelle

De nombreux thèmes abordés par le projet de régionalisation du scénario Afterres2050 sont également des axes structurants pour la DRAAF (alimentation, territoires ruraux, forêt, agroécologie et usages non-alimentaires de la biomasse). La DRAAF travaille avec un réseau de partenaires qui pourra être mobilisé.

Poux Adeline

Afterres2050 – Région Centre

En ce qui concerne les enjeux énergies/GES, le secteur agricole est plus complexe et moins bien connu. Les aspects méthodologiques du projet sont donc intéressants.

Talpin Juliette

Spécialisée sur les énergies renouvelables en agriculture, il est intéressant de participer à un projet de prospective agricole dans lequel les énergies renouvelables tiennent une place importante. Notamment parce qu'il sera possible d'examiner les compatibilités entre les différents usages et les ressources.

Olivier Greiner

L'atteinte du facteur 4 est un objectif fort et structurant. Le scénario proposé semble compatible avec les objectifs sectoriels fixés. Il crée les conditions d'un débat intégrant les questions agricoles, alimentaires et la place des énergies renouvelables.

Janvrot Guy

L'intérêt vis-à-vis du scénario réside dans la légitimité de ce qui est mis en avant. Dans un contexte où les relations sont de plus en plus tendues entre les agriculteurs et le monde associatif, le travail de régionalisation permettra de construire un argumentaire robuste facilitant le travail avec les agriculteurs.

Point 4 - Etapes et modalités de la concertation régionale

Présentation par Sylvain Doublet (Cf. ppt joint diapos 29 à 36)

En plus des financeurs et de SOLAGRO, trois autres structures sont mobilisées pour organiser la concertation à l'échelle régionale : ISL ingénierie (animateur), Alter'énergie et Polytech Tours (co-animation et expertise portant sur la transition et le rôle des collectivités).

Les modalités de déroulement des réunions plénières sont détaillées et le contenu de la première est validé (cf. présentation).

Point 5 : Recrutement du groupe de travail

Présentation par Philippe Bolo et Sylvain Doublet (Cf ppt joint diapos 36 à 44) de la méthode retenue pour animer la démarche de concertation.

Il est rappelé l'importance :

- D'un engagement sur la durée des membres du groupe de travail ;
- De leur capacité à représenter leur secteur d'activité ;
- De l'ouverture nécessaire pour participer à une réflexion collective prospective qui n'a rien à voir avec une tribune de défense d'intérêts sectoriels.

Philippe Bolo présente la méthode qui sera mise en place, au démarrage de la mission, en amont de la première séance plénière, afin de faire émerger les conditions de réussite de l'exercice de concertation prospective.

➔ *Chaque participant envoie pour son champ d'intervention une liste des personnes à contacter pour participer au groupe de travail. Les contacts identifiés (saisis dans un tableau remis au terme de la réunion) sont à adresser à P.Bolo et S. Doublet.*

Les questions suivantes sont posées par les participants :

Gatay Gérard

Faut-il privilégier des techniciens ou des porteurs de projets ?

Réponse : les deux profils sont intéressants à mobiliser.

Janvrot Guy

Est-il possible de disposer d'une synthèse du scénario à transmettre aux personnes identifiées et qui leur permettrait de valider leur accord à s'impliquer dans le groupe de travail ?

Afterres2050 – Région Centre

Réponse : cette synthèse est en cours de finalisation et sera diffusée par courriel aux membres du Comité Régional de Suivi.

Poux Adeline

L'entrée climat ne fait pas partie des critères présentés pour la sélection des membres du groupe de travail ?

Réponse : c'est bien une expertise recherchée.

Rondreux Estelle

Comment les personnes identifiées vont-elles être contactées ?

Réponse : dans un premier temps, un courriel sera adressé à l'ensemble des personnes identifiées. Les plus motivées répondront en manifestant leur intérêt. Elles seront sélectionnées. Dans un second temps, des sollicitations seront effectuées (selon les niveaux de priorité associés aux noms communiqués) de manière à compléter le groupe en respectant la représentativité des structures et des thématiques.

La validation et priorisation de la liste se fera par échanges de mails au sein du CRS : objectif avoir une liste au 8 janvier validée et priorisée au 15 janvier.

Les membres du groupe de travail seront invités à participer à un séminaire de préparation de la concertation (RPR 0). Organisé en amont de la première réunion plénière (RPR 1), il se déroulera aux alentours de la mi-mars. L'objectif sera de co-construire, avec les parties concernées, les conditions de réussite de l'exercice participatif de réflexion collective à portée stratégique. La charte sera adressée à tous les membres du groupe de travail avant la première réunion plénière où elle sera présentée.

Point 6: Le calendrier suivant est arrêté

- Réunion plénière régionale 0 (RPR0) : 18 mars 2014 (10h-17h), au Conseil Régional
- Réunion plénière régionale 1 (RPR1) : 25 mars 2014 (10h-17h), au Conseil Régional
- Comité régional de suivi 2 (CRS2) : 19 juin 2014 (14h-17h)
- Réunion plénière régionale 2 RPR2 : en septembre 2014 au Conseil Régional (date fixée lors du RPR 1)
- Le CRS3 et la RPR3 ne sont pas arrêtés, on vise de préférence la période décembre 2014 - février 2015 pour la RPR 3.

Note : les repas pour les RPR sont pris en charge par la région.

2^{er} comité régional de suivi

Date	Lundi 11 Septembre 2014		13h45 – 17h00
Lieu	Hôtel de Région Conseil Régional du Centre, 9 rue Saint Pierre Lentin 45 000 ORLEANS		
Participants :			
Bolo	Philippe	ISL	
Chevalier	Cyrille	Alter'nergies	
Doublet	Sylvain	SOLAGRO	
Gatay	Gérard	CA Loir et Cher	
Greiner	Olivier	DREAL	
Janvrot	Guy	Nature Centre	
Rondreux	Estelle	DRAAF	
Serrano	José	Polytech de Tours	
Legiard	Nathanaël	Région Centre	
Excusés :			
Reverchon	Sylvain	Conseil Régional	
Boudard	Alain	ADEME	
Dupont-Leroy	Céline	Conseil Régional	
Poux	Adeline	Obs. Régional Energie GES	
Silberberg	Olivier	Arbo-Centre	
Talpin	Juliette	Watts-new	
Diffusion : ensemble des participants et excusés			
Ordre du Jour	1 - Résultats et enseignements de la réunion plénière régionale du 18 mars (RPR-1) 2 - Présentation et validation des prochaines étapes 2-1 –3 ateliers thématiques (AT) 2-2 – 2 réunions plénières régionales (RPR-2 et RPR-3) 3- Calendrier		

Point 1 - Résultats et enseignements de la réunion plénière du 18 mars

- Rappel des atouts, des faiblesses, des opportunités et des menaces
- Présentation des points à approfondir pour la région Centre
 - Faisabilité technique des systèmes proposés et effets environnementaux
 - Le changement climatique et ses effets
 - Les flux de matière organique / stockage de carbone dans les sols
 - Taux de couverture des besoins par la production régionale
 - La méthanisation: quel modèle? Quels gisements?
 - Les filières non-alimentaires
 - Les clés pour réussir la transition (transmission, IAA,...)
- Autres points mis en exergue dans les autres régions :
 - Santé et alimentation
 - Pression foncière
 - Volonté de vouloir comparer différents scénarios
 - Approfondir les VNA de la biomasse

Afterres2050 – Région Centre

- Bilan des RPR 1 (exercice conduit dans toutes les régions) :
 - De 54 à 61 personnes par groupes régionaux
 - 3 chartes de participation sur les 4 régions
 - Besoin de se projeter en 2050
 - Attentes vis-à-vis de l'évaluation socio-économique => des sociologues vont s'impliquer dans la démarche
 - Volonté d'avoir plus de latitude d'action. Une fois les leviers bien identifiés, possibilité de les décliner au travers de plusieurs scénarios qui toutefois visent des objectifs minimum sur les parties qui sous-tendent la démarche.

2 - Présentation et validation des prochaines étapes : de septembre 2014 et juillet 2015

- Reste à programmer : 2 RPR pour présenter des versions « améliorées » du scénario régional et approfondir des sujets survoler jusqu'alors : alimentation, énergie, ... (possibilité de faire intervenir des experts du Comité Scientifique d'Afterres2050)
- Outils à mobiliser : 3 ateliers thématiques pour faire des focus 3 sujets à choisir. Proposition faite par Solagro en cohérence avec les retours de la RPR-1 et les données nécessaires pour construire la V1 du scénario régional (présenté lors de la RPR-2) :
 - Atelier thématique 1 (AT1) - Les fermes de 2050 à partir de cas types (bovins viandes et céréales)
 - AT2 - Le volet énergétique et non-alimentaire du scénario
 - AT3 – comparaison de scénarios pour la région Centre
- Reste également 1 réunion du CRS

2-1- Zoom sur les 3 ateliers thématiques (AT)

- AT1 : entre CRS-2 et RPR-2
 - Partir de fermes existantes (cas types = GC et bovins allaitants en région Centre). De la situation 2010 et considérant les modifications du climat => premières évolutions sur lesquelles sont ajoutés les objectifs d'Afterres 2050 (passage au bio, valorisation de l'herbe en énergie, ...)
 - Découpé en 2 ½ journées pour laisser le temps de réflexion aux participants
 - Première séance : présentation des fermes 2050. Explication des hypothèses et objectifs
 - Seconde séance : réaction des membres du GT sur la présentation pour partage des cas types 2050. Ecouter les réactions et se projeter dans la dimension socio-économique (quels critères permettent à cette ferme d'exister ?)
 - Contrainte = préparation en amont
 - Présence d'experts qui sont prêts à jouer le jeu et à s'impliquer sans remise en cause des fondamentaux. Ils doivent bien connaître la ferme d'aujourd'hui et être (si possible) engagés dans des démarches alternatives (des gens déjà confrontés à la transition et qui peuvent apporter des éléments techniques).
- AT2 : énergie, forêt, VANA
 - Sur une seule ½ journée
 - Dans 3 régions sur 4
- AT3 : comparer les scénarios (donner les cartes – leviers d'actions - aux participants et voir comment ils veulent les faire varier).

2-2- Zoom sur RPR 2 et 3

- RPR2 : Elle doit présenter les résultats du scénario régionale (V1) intégrant AT1 et proposer des zooms sur artificialisation et question alimentation en faisant intervenir des personnes extérieures (ici aussi des personnes compatibles Afterres)
- RPR3 : présentation de la version finale (V2) du scénario régional et la somme des régions. On reviendra sur ce qui s'est dit dans les ateliers et réflexion sur la valorisation des travaux (si des éléments sont disponibles : réflexion sur le sujet de la transition).

3- Calendrier / logistique

- Proposition de calendrier :
 - RPR2 : avant fin janvier
 - AT1 en 2 ½ journées séparées de 2 semaines (AT1a et AT1b)
 - Au moins 2 semaines entre AT1 et RPR2
 - AT1a : **17, 18 ou 24 nov.** APM 14h-17h
 - AT1b : **11, 15, 17 déc.** APM 14h-17h
 - RPR2 : **16, 21, 22 janvier** 2015 sur la journée
 - AT2 et AT3 : entre RPR2 et RPR3
- Points logistiques :
 - RPR2 avant fin janvier
 - Doodle aux membres du GTR
 - Maximum 15 personnes par AT (certaines qui se posent des questions et d'autres qui ont exploré des nouvelles voies) hors intervenants extérieurs
 - Prévoir une démarche d'inscriptions aux ateliers
 - Prévoir un point avec le CR sur l'aspect logistique de la RPR2

Afterres2050 – Région Centre

Questions/Réponses/Débats avec les membres du CRS

ERO : AT1 on est à périmètre constant / exploitation agricole actuelle sur laquelle on plaque les évolutions du climat. Seule chose qui bouge = le climat ? Ensuite on examine comment se nouveau système fonctionne ?

SDO : on ne se limite pas aux évolutions du climat mais prend en compte d'autres contraintes (accès à l'eau, réductions d'intrants, stockage de carbone, besoins d'énergie)

ERO : selon le degré de créativité que l'on y met on obtient un champ des possibles très divers ou les comportements des consommateurs sont aussi importants que les évolutions de production. Ce n'est pas pris en compte.

SDO : ces dimensions sont intrinsèques au scénario Afterres 2050. Le scénario Afterres est engagé sur les voies des changements de comportements alimentaires notamment.

DREAL : quels types de cas en 2050 ? les mêmes pour toutes les régions ?

SDO : deux cas types par régions. Difficiles d'en examiner davantage. Pour la région Centre : grandes cultures et bovins allaitants

DREAL : quelle compatibilité lorsque l'on rassemble toutes les régions ?

SDO : Solagro vérifie que la somme des régions est cohérente au niveau national. C'est par ce biais que des signaux d'alertes pourront être identifiés. Solagro s'est doté de garde-fous d'évolutions trop importantes en termes de spécialisations. Les filières ne disparaîtront pas mais certaines seront contraintes. L'idée n'est pas d'impacter lourdement certaines régions.

DREAL : quelle est la marge de manœuvre des participants à l'AT 1 ?

SDO : on attend des participants des validations de faisabilité technique. L'idée est aussi d'inviter des personnes qui ont essayé des nouveaux systèmes. Objectif global : la capacité de la France à nourrir sa population et quelques voisins. Solagro à quelques schémas en tête permettant de réagir => il faut être précis sur l'image de la ferme.

ERO : on prend une ferme existante ou on en reconstitue une ?

SDO : faire évoluer un système sous contraintes avec des contraintes encore plus fortes sur lesquelles des paramétrages sont effectués.

ERO : forêt : quels objectifs pour l'AT2 ?

SDO : approfondir si besoin la question forestière. Même philosophie que pour l'agri : forêt aujourd'hui, évolution des besoins et du climat. Quelles évolutions pour la forêt et cohérence avec vision Afterres 2050. Pas de cas type forêt.

ERO : Forêt à double usage : chasse et bois, des caractéristiques spécifiques + problématique de reconstitution de la qualité de plantation. Il ne serait pas inintéressant de s'intéresser à la forêt.

SDO : AT2 pour offrir un temps d'approfondissement sur le sujet forêt et examiner les visions des participants.

GJA : forêt : approche dans l'absolu (utiliser ce que l'on a chez nous pour chez nous ?) ou est-ce que l'on réfléchi plus largement.

SDO : chiffrage des besoins 'bois' à l'échelle nationale ensuite plaqués à l'échelle régionale. Objectif de valider cette vision des besoins régionaux + voir si rien n'a été oublié, si l'exploitation est cohérente.

GJA : est-ce que l'on réfléchi à la filière bois en région Centre ? Si ce n'est pas le cas, il faudra le dire dès le départ.

SDO : il est important effectivement de bien préciser l'ambition de l'exercice.

Afterres2050 – Région Centre

GGA : on traite quand la question socio-économique ?

SDO : au moment des AT1. Une restitution lors du séminaire final Afterres 2050 à l'automne 2015.

GJA : pourra-t-on mesurer l'évolution des intrants ? pesticides notamment ?

SDO : oui c'est possible. De nouveaux indicateurs sont en cours de développement.

DREAL : AT2 tout type d'énergie ou uniquement forêt ?

SDO : tout type d'énergie y compris méthanisation.

ERO : sur chimie verte, on ne parle que de technologie parfaitement éprouvée à l'heure actuelle ou on envisage les perspectives qui peuvent s'ouvrir ? Se limite-t-on aux technologies éprouvées qui nécessitent un développement ou est-on plus ambitieux en tenant compte des évolutions des technologies ? DREAL : idem sur les sujets de la diminution des émissions de CH₄ par les bovins ?

SDO : idée maitresse = un scénario avec des choses que l'on maîtrise (il n'y a pas besoin d'aller chercher des choses que l'on ne maîtrise pas). Des évolutions peuvent d'ores et déjà être intégrées dans le scénario (diminution CH₄ bovins, agrocarburants –cf. scénario Négawatt qui raisonne en carburants de 2^{ème}/3^{ème} génération, ...).

GJA : on tient compte ou non des OGM ? Soit on occulte rien et on discute des OGM, soit on ferme le sujet. Europe fixe des objectifs agro-carburants : ici aussi on ferme ou ouvre le débat. Idem avec sujets de la trame verte. Système bloqué ou non ?

SDO : il y a des enjeux à atteindre, des pré-requis : c'est le cas des infrastructures agroécologiques => la règle du jeu est établi. Il y a dans Afterres des sujets bloqués. Afterres raisonne sans OGM.

Deux grandes voies d'amélioration : voie variétale et voie système. Afterres agit sur la voie système. Voie OGM n'est pas exploitée. Aujourd'hui aucun OGM Afterres compatible.

ERO : ce n'est donc pas une vision dogmatique mais technique.

GJA : il faut bien le préciser au départ.

ERO : le scénario Afterres est à minima sur la protection sociale actuelle. Facteurs essentiels sur la faisabilité ou non de certains systèmes.

SDO : on n'en est pas là aujourd'hui avec un scénario centré sur les flux de matière. Dans un second temps objet Afterres s'intéresse aux conditions de réussite.

ERO : Afterres évoque un développement de la méthanisation et dans le même temps une diminution de l'élevage. N'y a-t-il pas une contradiction ?

SDO : Une diminution du cheptel bovin qui est plus présent à la pâture. Par contre méthanisation intègre les couverts intermédiaires, les résidus de cultures, de l'herbe. On vise plus d'agronomie et d'agro-écologie. Moins de bovins mais autant d'herbe. L'herbe non utilisée par les bovins l'est par la méthanisation. En GC, méthanisation valorise les co-produits.

DREAL : vérifier que les apports méthanogènes sont cohérents. Faut-il importer des intrants dans les méthaniseurs ?

SDO : objectif de l'AT2. Niveau d'expertise élevé de Solagro sur le sujet.

ERO : dans cette vision, facteur de coupe et d'exploitation de la prairie qui peut être en contradiction avec certaines actions de préservation des prairies et de la biodiversité.

SDO : on ne touche pas à la surface en herbe. Idée est que les deux fauches : une va au troupeau, l'autre au méthaniseur => pas d'évolution des pratiques actuelles.

ERO : une analyse par territoire est indispensable pour évaluer les conditions de réussite.

GJA : éviter les experts qui monopolisent le temps des ateliers au détriment des débats.

SDO : fin de l'exercice en juillet 2015. RPR 3 en mars 2015. Université automne Afterres 2050 en octobre 2015 : 2 jours. Jour 1 réflexion. Jour 2 : transition.

Note pour l'orientation des ateliers

Il ressort des travaux et échanges menés dans les différentes régions que :

- Les participants ont des difficultés à se projeter en 2050.
- Les participants ont une attente forte sur les aspects sociologiques et économiques.
- Les participants souhaitent étudier plusieurs scénarios (attente légitime dans un exercice de prospective).
- Les aspects rotations et pratiques doivent être affinés au niveau régional pour valider la pertinence et la faisabilité des hypothèses proposées.
- Le volet forêt, énergie et utilisation non alimentaire de la biomasse n'a pas encore été abordé ou développé.
- Le volet impacts et adaptation au changement climatique doit être approfondi dans chaque région.

D'où les propositions suivantes pour les ateliers thématiques :

- Atelier 1: Les fermes de 2050

Objectifs : se projeter ds le futur /valider la viabilité technique des propositions /fournir les bases pour l'évaluation économique prévue.

- Présentation technico-économique de fermes « types » en 2010
- Rappel des hypothèses de changement climatique et des impacts possibles.
- Présentation d'évolutions possibles de la ferme type 2050 compatible avec les objectifs Afterres2050 : assolement, rotation, troupeau, modèle économique, modèle social.
- Echanges / validation par les participants.

- Atelier 2 : Le volet forestier et non-alimentaire

Objectifs : valider la pertinence des hypothèses sur la base de l'existant et des évolutions possibles.

- Présentation du volet forestier et énergétique national et déclinaison régionale
- Echanges/ validation sur capacité de production / mobilisation ds bonnes conditions environnementales
- Les autres productions énergétiques ou valorisations non-alimentaires régionales.

- Atelier 3 : Comparer les scénarios

Objectifs : élargir le champ des possibles et évaluer d'autres propositions cohérentes au regard des objectifs poursuivis

- Présentation des leviers et marges de manœuvre
- Co-construction d'autres scénarios envisageables
- Test des hypothèses et évaluation