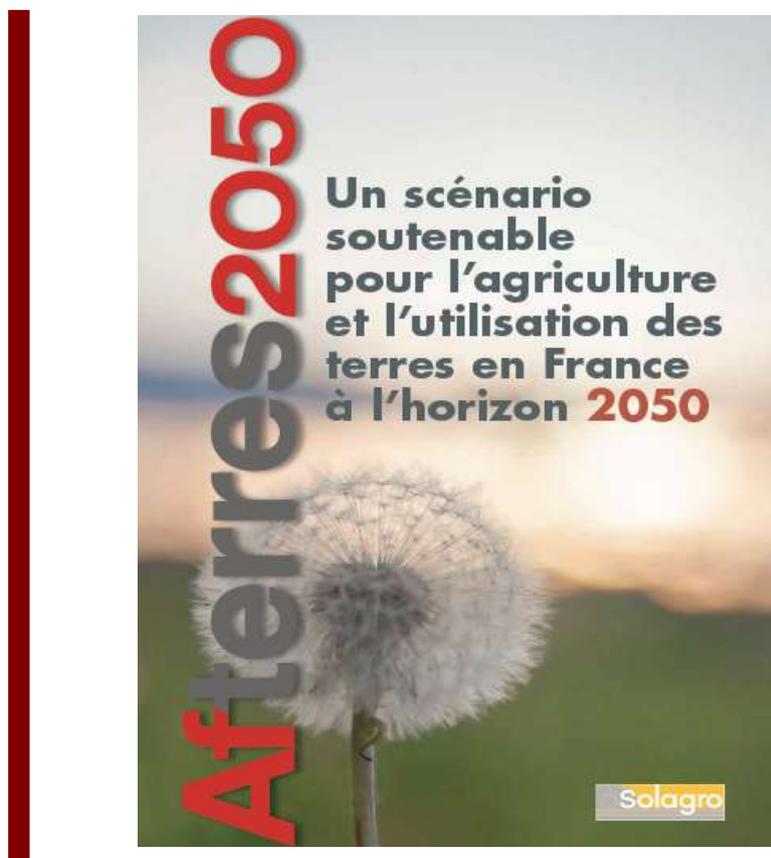




Afterres2050 : les déclinaisons régionales

Rapport Final

Janvier 2016



Avec le soutien de



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	6
1 Positionnement et description du projet	7
1.1 Objectifs généraux.....	7
1.2 Positionnement du projet.....	7
1.3 Description du projet.....	8
2 Organisation du projet	9
2.1 Gouvernance générale du projet et conditions de réalisation.....	9
2.2 Pilotage Solagro.....	9
2.3 Pilotage national : Conseil National de Suivi (CNS).....	10
2.4 Conseil Scientifique (CS).....	10
2.4.1 Positionnement du Conseil Scientifique.....	10
2.4.2 Les membres du Conseil Scientifique.....	11
2.4.3 Le Conseil Scientifique du 28 janvier 2014.....	12
2.4.4 Le Conseil Scientifique du 3 juillet 2014.....	13
2.4.5 Le Conseil Scientifique du 30 mars 2015.....	15
2.5 Gouvernance régionale et animation.....	17
2.5.1 Gouvernance régionale.....	17
2.5.2 L'animation régionale.....	18
2.6 Constitution des groupes de travail régionaux (GTR).....	19
2.6.1 Méthode.....	19
2.6.2 Résultats.....	19
3 La régionalisation de la prospective : méthode et moyens	20
3.1 Conjuguer les échelles.....	20
3.2 Les étapes de la régionalisation.....	20
3.3 Les moyens et les outils.....	21
3.4 MoSUT : la nécessaire adaptation du modèle à la régionalisation.....	22
3.5 Une obligation de cohérence (rappel): les bilans d'approvisionnements.....	25
3.6 Le travail à l'échelle des unités de production, une étape clé de la régionalisation.....	26
4 Hypothèses et principaux arbitrages pour la régionalisation	28
4.1 Régimes alimentaires.....	28
4.1.1 Eléments de méthode.....	28
4.1.2 Les paramètres retenus dans la version actualisée d'Afterres2050.....	29
4.1.3 L'assiette proposée dans Afterres2050.....	30
4.2 Artificialisation des sols.....	33
4.2.1 Artificialisation et densité de population.....	33
4.2.2 Artificialisation et augmentation de population.....	33
4.2.3 Un exercice de projection délicat.....	34
4.3 Répartition des troupeaux bovins.....	36
4.3.1 La situation actuelle : le solde de production.....	36
4.3.2 Les clés de répartition possibles.....	37
4.3.3 Répartition du troupeau laitier et allaitant.....	40
4.3.4 Clés de répartition retenues.....	40
4.4 Les unités agricoles de 2050, l'agriculture biologique, l'azote et l'énergie.....	44
4.5 La forêt et le bois.....	45
4.5.1 Forêt et production biologique : données disponibles et projections.....	45
4.5.2 Bois : prélèvements et utilisations actuels.....	47
4.5.3 Une sylviculture productive et écologique.....	47
4.5.4 Bois : évolutions des prélèvements et des usages.....	48
4.6 L'affectation des sols.....	49
4.6.1 Règles adoptées.....	49
4.6.2 Résultat par région.....	49
4.6.3 Evolution de la COP.....	50
4.6.4 Evolution des surfaces fourragères.....	50
4.7 Les cultures intermédiaires.....	51
4.8 Les rendements, le changement climatique et l'irrigation.....	52
4.8.1 Les rendements actuels.....	52
4.8.2 Le climat actuel et les impacts sur les rendements des principales cultures.....	55
4.8.3 Les climats futurs.....	58
4.8.4 Les rendements de 2050 hors irrigation supplémentaire.....	59
4.8.5 Les rendements de 2050 avec irrigation supplémentaire.....	65
4.9 La méthanisation, biogaz et agronomie.....	70
4.9.1 Un outil agronomique performant.....	70
4.9.2 Cultures intermédiaires et énergie.....	70
4.9.3 Paille et menue paille.....	70
4.9.4 Equilibrer le bilan carbone des sols.....	71
4.9.5 Du « fumier végétal » pour les agrosystèmes sans élevage autonome en azote.....	71
4.9.6 Un outil de développement agricole et rural : démocratiser la méthanisation en jouant collectif.....	72

PARTIE 2 Les résultats des 4 régions partenaires	73
1 Région Picardie	74
1.1 Déroulement des travaux et organisation des débats	74
1.1.1 Déroulement des travaux	74
1.1.2 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050 Picardie »	74
1.2 L'agriculture régionale aujourd'hui	75
1.2.1 Les chiffres clés	75
1.2.2 Les paysages agricoles régionaux	76
1.2.3 Les sols de la région	76
1.2.4 Synthèse de l'analyse AFOM (agriculture et forêt) du groupe de travail régional	78
1.3 Regards croisés sur l'exercice de régionalisation	80
1.4 Le climat et les ressources en eau	80
1.4.1 Le climat aujourd'hui (précipitations et températures)	80
1.4.2 Les ressources en eau aujourd'hui	81
1.4.3 Les usages de l'eau aujourd'hui	83
1.4.4 Le climat en 2050	83
1.4.5 La question de l'eau en 2050	85
1.4.6 Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques	86
1.5 Travail sur les unités de production et leurs évolutions	88
1.5.1 Les unités de production « bovins lait »	88
1.5.2 Les unités de production « grandes cultures »	92
1.6 Assemblage des paramètres et résultats régionaux	99
1.6.1 Les données d'entrée de la prospective régionale	99
1.6.2 Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région	101
1.6.3 D'autres scénarios : Tendancier, SAB et REP	109
2 Région Ile-de-France	111
2.1 Déroulement des travaux et organisation des débats	111
2.1.1 Déroulement des travaux	111
2.2 L'agriculture régionale aujourd'hui	112
2.2.1 Les chiffres clés	112
2.2.2 Les paysages agricoles régionaux	113
2.2.3 Les sols de la région	113
2.3 Les principaux enjeux concernant l'alimentation, la biomasse, l'agriculture et la sylviculture en Ile-de-France	115
2.3.1 Maintenir des terres et des espaces agricoles et sylvicoles fonctionnels	115
2.3.2 Autonomie alimentaire, pour quels produits, en Ile-de-France ?	115
2.3.3 Production de matière première et production de valeur ajoutée	115
2.3.4 Les enjeux environnementaux	115
2.3.5 Des enjeux sociaux	115
2.4 Regards croisés sur l'exercice de régionalisation	116
2.5 Le climat et les ressources en eau	116
2.5.1 Le climat aujourd'hui	116
2.5.2 Les ressources en eau aujourd'hui	119
2.5.3 Les usages de l'eau	121
2.5.4 Zones de tension quantitative des ressources en eau	121
2.5.5 Le climat en 2050	121
2.5.6 Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques	123
2.5.7 La question de l'eau en 2050	124
2.6 Travail sur les unités d'exploitation « grandes cultures » et leurs évolutions	124
2.6.1 Les unités d'exploitation 2015	124
2.6.2 Les unités de production en 2050	129
2.6.3 Evolution grandes cultures – synthèse	131
2.7 Assemblage des paramètres et résultats régionaux	132
2.7.1 Les données d'entrée de la prospective régionale	132
2.7.2 Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région	135
2.7.3 D'autres scénarios : Tendancier, SAB et REP	142

3	Région Rhône-Alpes	144
3.1	Déroulement des travaux et organisation des débats	144
3.1.1	Déroulement des travaux	144
3.1.2	Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050 Rhône-Alpes »	144
3.2	L'agriculture régionale aujourd'hui	145
3.2.1	Les chiffres clés	145
3.2.2	Les paysages agricoles régionaux	146
3.2.3	Synthèse de l'analyse AFOM (agriculture et forêt) du groupe de travail régional	147
3.3	Regards croisés sur l'exercice de régionalisation	149
3.4	Le climat et les ressources en eau	150
3.4.1	Le climat aujourd'hui (précipitations et températures)	150
3.4.2	Les ressources en eau aujourd'hui	152
3.4.3	Les usages de l'eau aujourd'hui	153
3.4.4	Le climat en 2050	153
3.4.5	Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques	154
3.4.6	La question de l'eau en 2050	156
3.5	Travail sur les unités de production et leurs évolutions	157
3.5.1	Les unités de production « volailles de chair »	157
3.5.2	Les unités de production « bovins lait »	162
3.6	Assemblage des paramètres et résultats régionaux	165
3.6.1	Les données d'entrée de la prospective régionale	165
3.6.2	Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région	167
3.6.3	D'autres scénarios : Tendancier, SAB et REP	175
4	Région Centre Val de Loire	177
4.1	Déroulement des travaux et organisation des débats	177
4.1.1	Déroulement des travaux	177
4.1.2	Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050-Centre »	177
4.2	L'agriculture régionale aujourd'hui	178
4.2.1	Les chiffres clés	178
4.2.2	Les paysages agricoles régionaux	179
4.2.3	Les sols de la région	179
4.2.4	Synthèse de l'analyse AFOM du groupe de travail régional	180
4.2.5	Regards croisés	182
4.3	Le climat et les ressources en eau	183
4.3.1	Le climat et les usages de l'eau aujourd'hui	183
4.3.2	Le climat, les ressources eau en 2050 et les conséquences agronomiques	186
4.4	Travail sur les unités de production et leurs évolutions	189
4.4.1	Les unités de production « bovins viandes »	189
4.4.2	Les unités de production « grandes cultures »	193
4.5	Assemblage des paramètres et résultats régionaux	201
4.5.1	Les données d'entrée de la prospective régionale	201
4.5.2	Version finale d'un scénario à l'horizon 2050 pour la région	204
4.5.3	D'autres scénarios : Tendancier, SAB et REP	210
PARTIE 3 De nouveaux résultats nationaux		212
1	Du régional au national et du national au régional	213
2	Scénarios Afterres2050, SAB et REP	213
2.1	Définition des scénarios et hypothèses retenues	213
2.2	Les résultats : vue d'ensemble	215
3	Nouveaux indicateurs pour l'évaluation	217
3.1	Empreinte carbone	217
3.1.1	Définition de l'empreinte carbone	217
3.1.2	Variation des émissions GES et empreinte carbone	217
3.1.3	Méthode et données d'entrée	218
3.2	Flux de carbone et d'énergie : méthode	223
4	Une première approche socio-économique	226
5	Éléments de conclusion et perspectives	227
5.1	Une co-construction régionale fructueuse	227
5.2	Un enrichissement du travail prospectif initial	228
5.2.1	Les apports des travaux en région	228
5.2.2	Les réflexions engagées pour la régionalisation de l'outil	228
5.2.3	Les apports du Conseil Scientifique	229
5.2.4	Regards extérieurs	229
5.3	Perspectives	230
5.3.1	Intensifier la communication pour contribuer au débat public	230
5.3.2	Compléter les champs d'études	230
5.3.3	Territoires	231
5.3.4	Passer à l'action sur des TEAPOS	231
Annexes		232

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

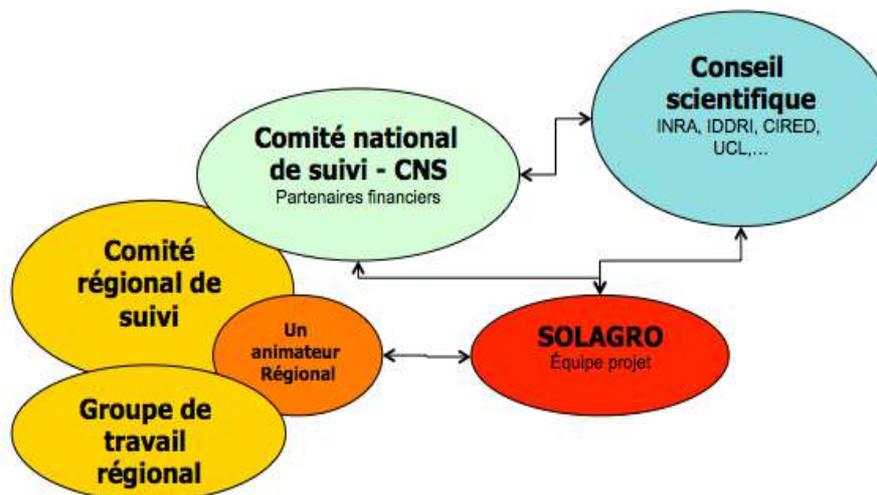


Figure 1 : Gouvernance du projet Afterres2

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
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 scénarios 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'échauffage 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.

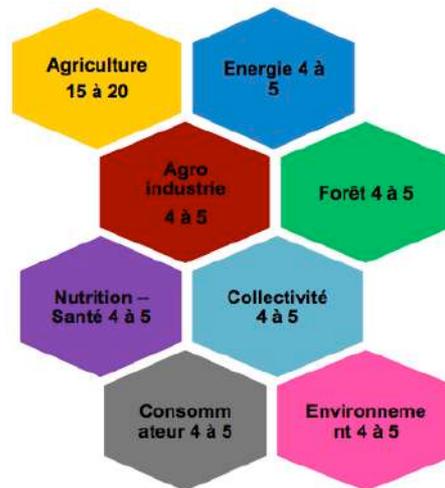


Figure 2 : Composition des groupes de travail régionaux

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.

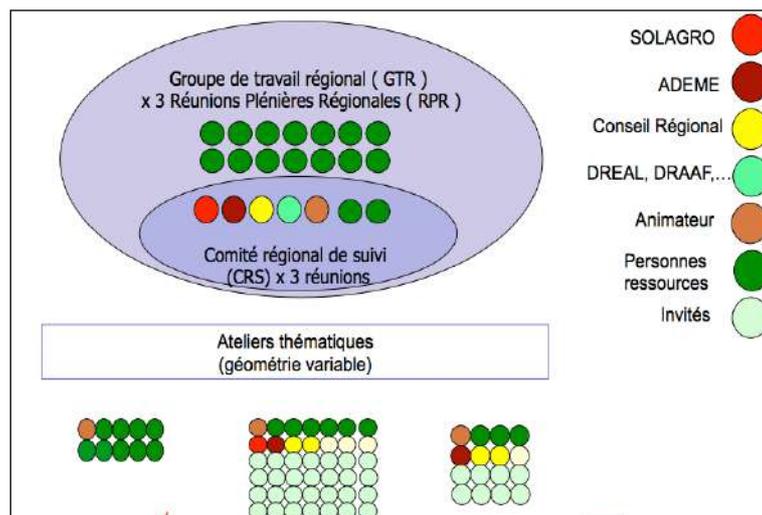


Figure 3 : Organisation de la concertation en région

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.

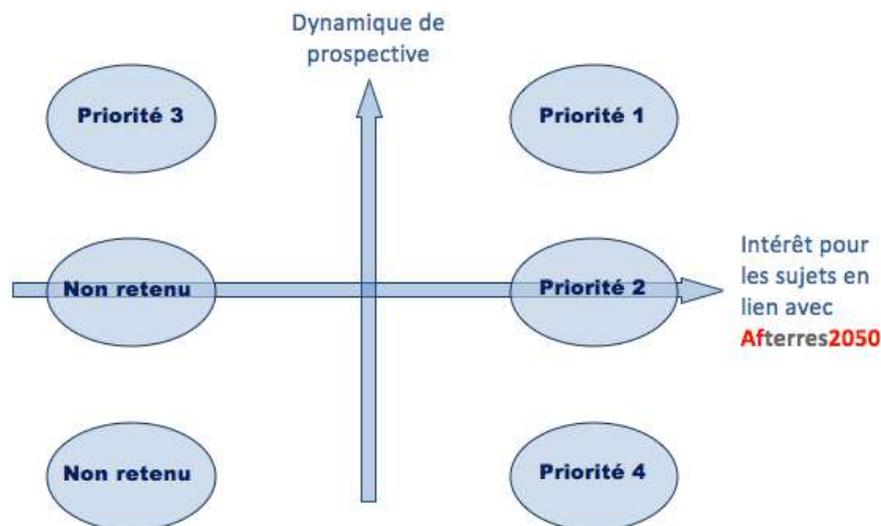


Figure 4 : Processus de sélection des membres du GTR

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.

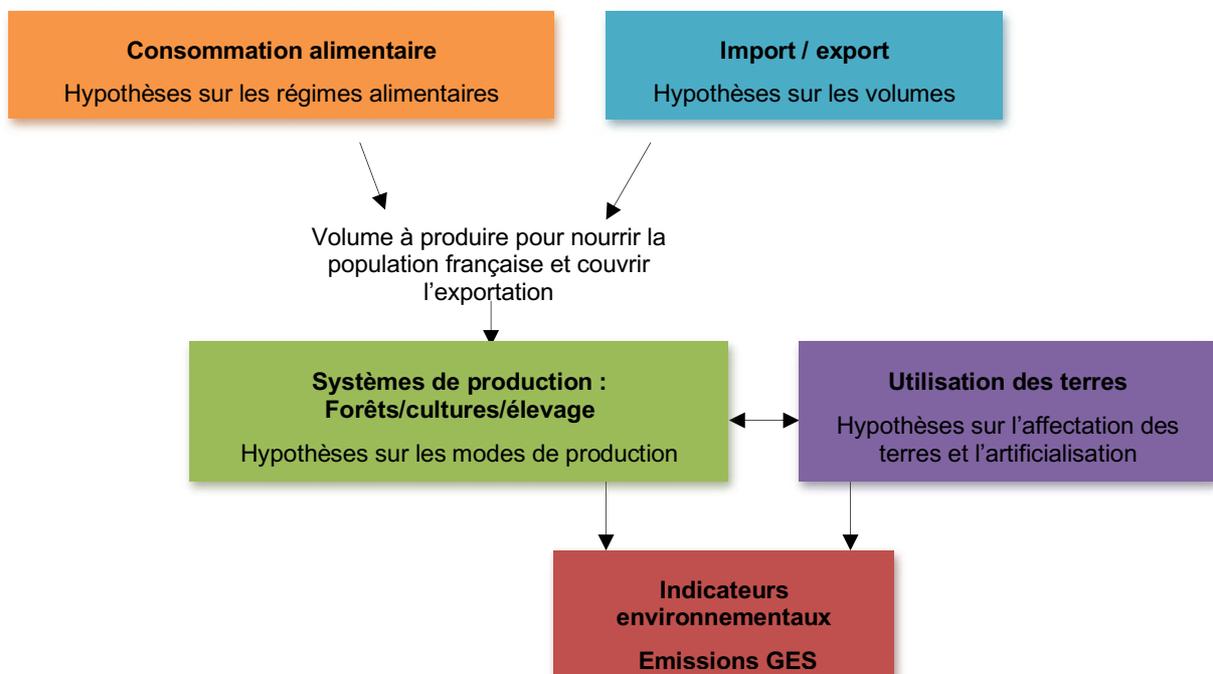


Figure 5 : Fonctionnement du modèle MoSUT

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...))		
Elevages (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 moment 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 bovin,...).

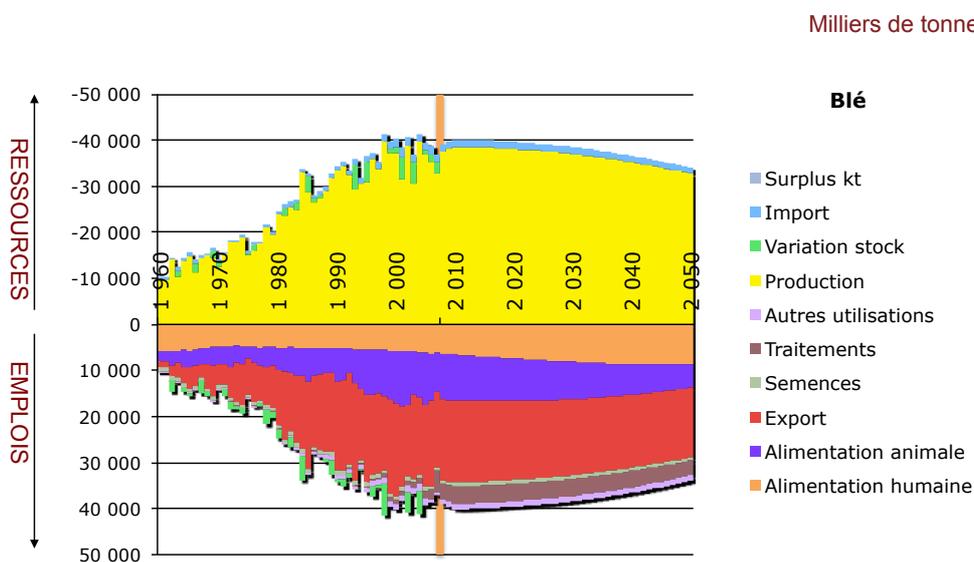


Figure 6 : Extrait du scénario : l'évolution du bilan d'approvisionnement du blé en milliers de tonnes.

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 moyens 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.

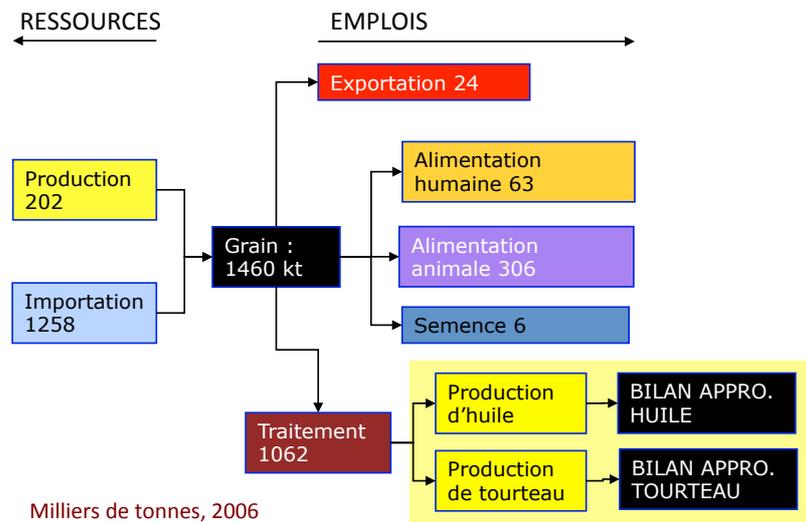


Figure 7 : Exemple d'un bilan d'approvisionnement (grain de soja)

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 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 Eléments 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. A 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...).

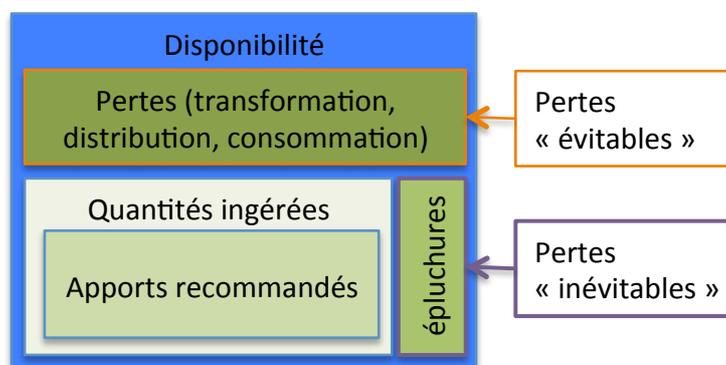


Figure 8 : La modélisation des pertes alimentaires

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.

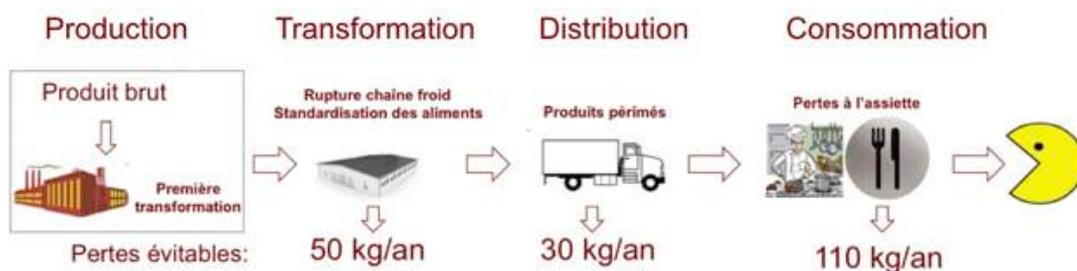


Figure : Schéma descriptif des pertes par personne et par an - Moyennes à partir des données du rapport FAO 2011

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 entrainera 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%
Œufs	34	24	-29%
Poissons et crustacés	85	21	-75%
Autres	29	20	-31%
Ingérée	2100	1785	-15%
Gaspillage	510	200	-61%

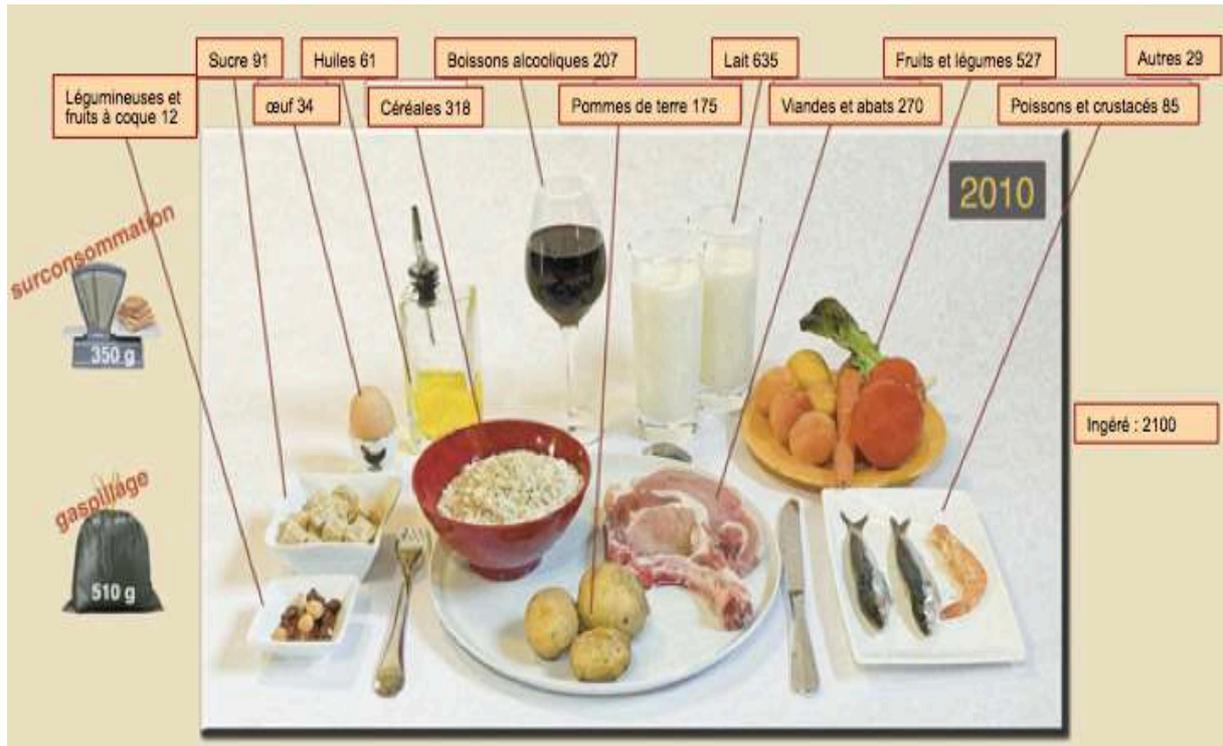


Figure 9 : Assiette « moyenne » actuelle

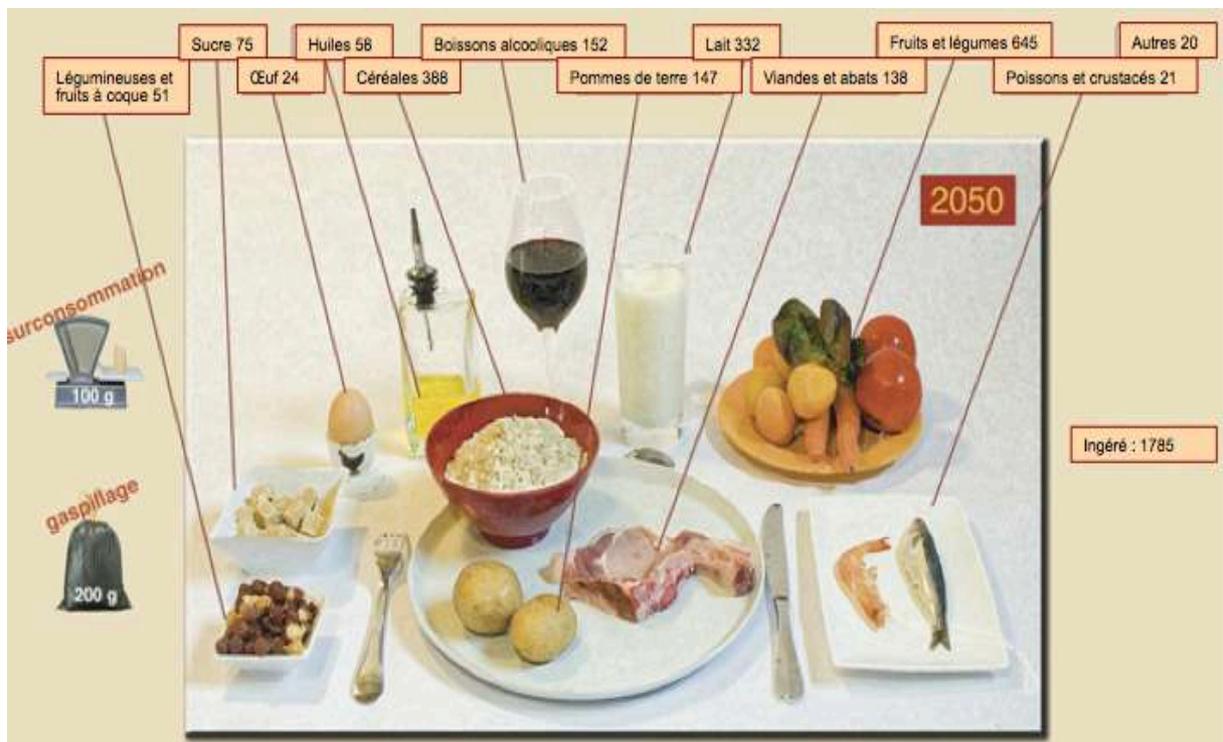


Figure 10 : Assiette « moyenne » en 2050 – Scénario Afterres2050

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.

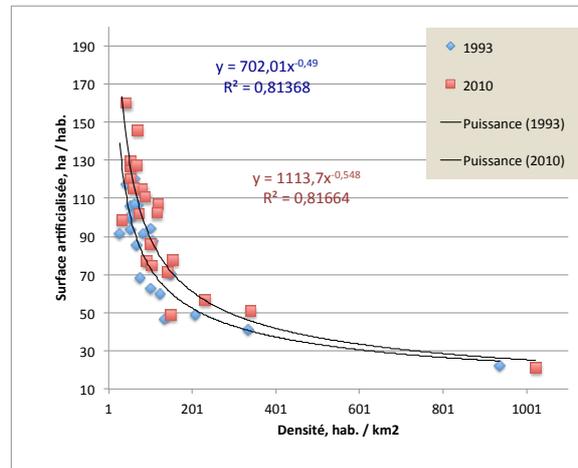


Figure 11 : Régression linéaire liant la densité d'habitants et la surface artificialisée

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.

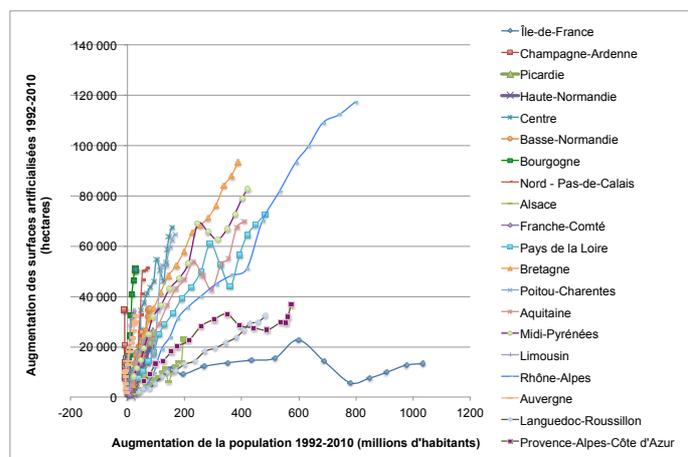


Figure 12 : Courbes liant l'augmentation de la population et l'augmentation des surfaces artificialisées

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).

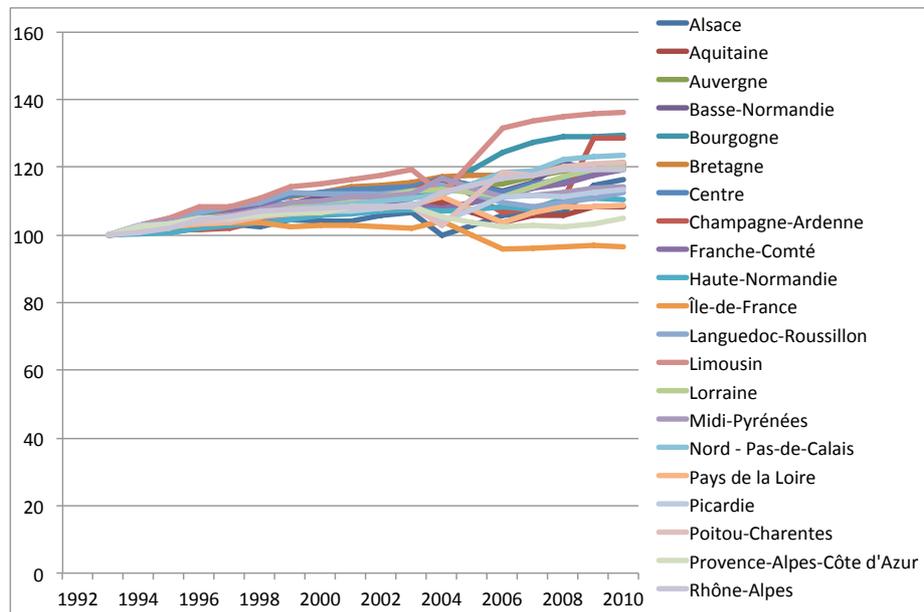


Figure 13 : La surface artificialisée pour 1000 habitants entre 1992 et 2010 par région

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.

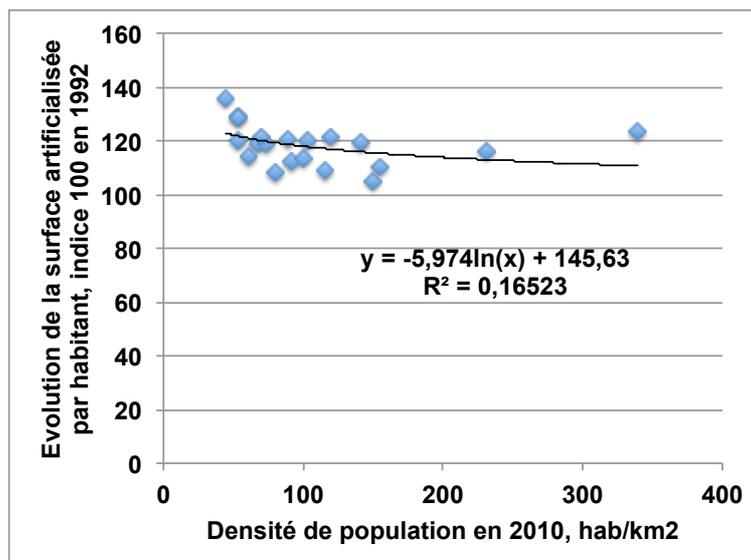


Figure 14 : Evolution de la surface artificialisée par habitant en 1992

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.

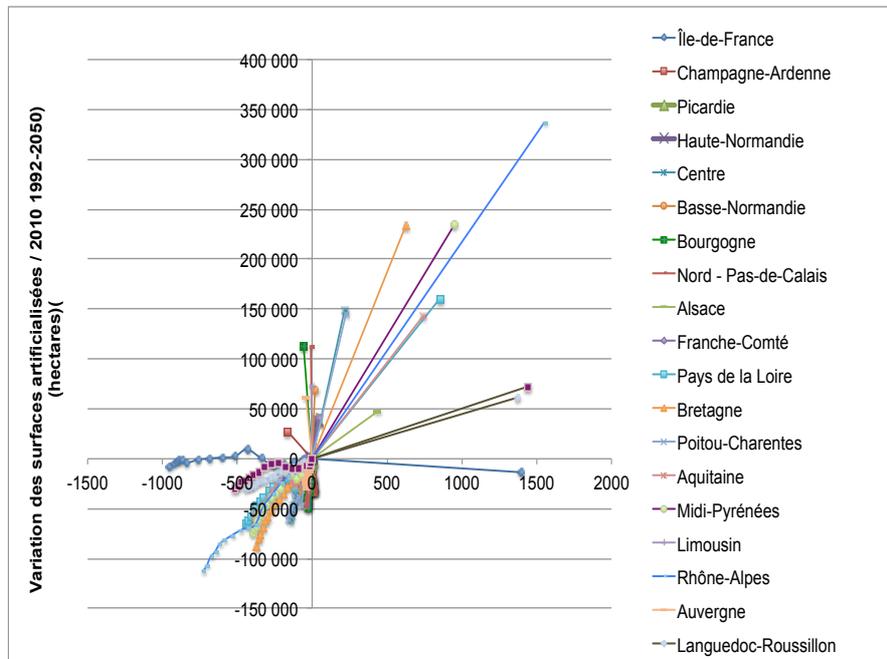


Figure 15 : Variation de population par rapport à 2050 sur la période 1992-2010 (quadrant négatif) et sur la période 2010-2050 (quadrant positif)

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 ég. 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 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.

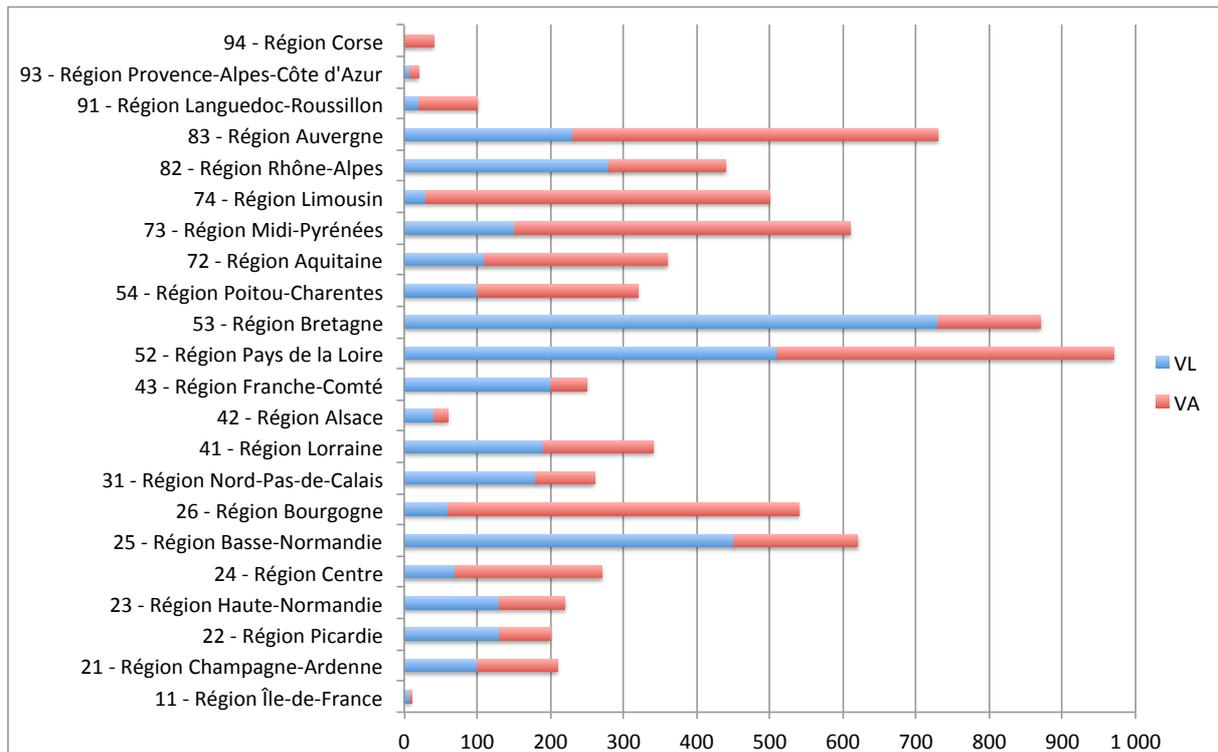


Figure 16 : Effectifs (milliers de mères) des troupeaux laitier et allaitant en 2010 par région

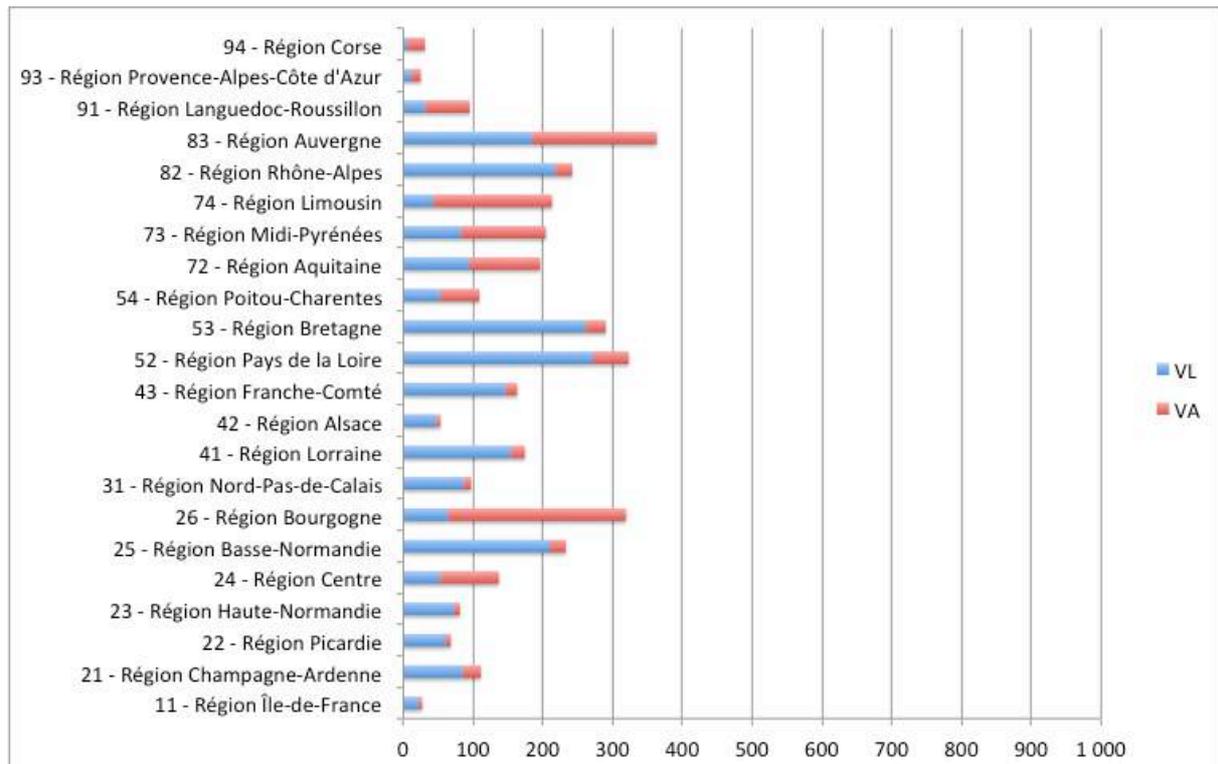


Figure 17 : Effectifs (milliers de mères) des troupeaux laitier et allaitant en 2050 par région



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).

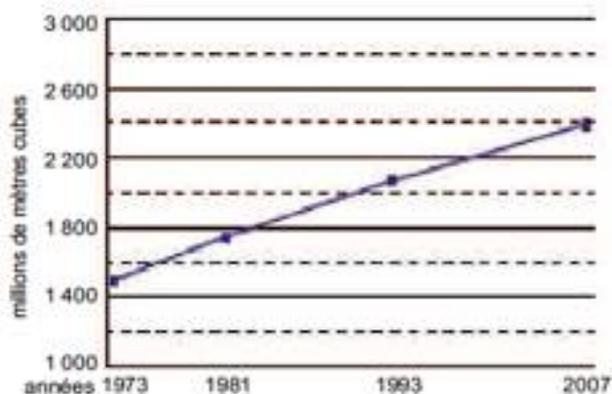
Le bois est généralement comptabilisé dans les statistiques en « bois fort tige ». Pour obtenir le bois total, c'est-à-dire la biomasse ligno-cellulosique aérienne, non compris les feuilles et les racines (voir encadré), on tient compte de coefficients appelés « facteurs d'expansion » (qui permet de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



Évolution du volume sur pied en France sur le dernier quart de siècle

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.

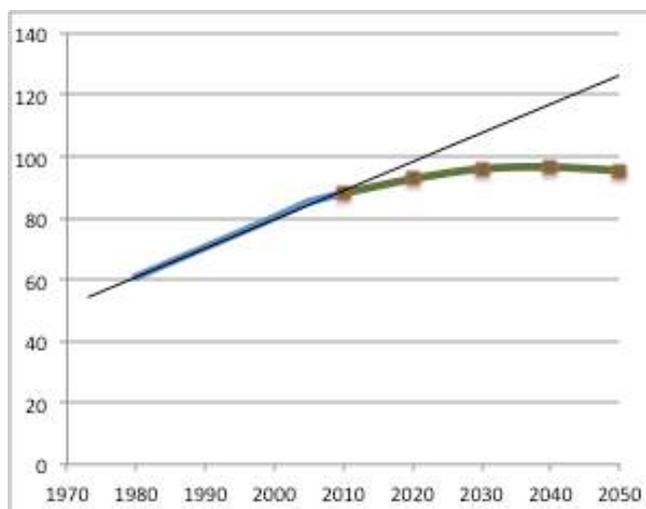


Figure 22 : Scénario d'évolution de la production biologique : évolution constatée depuis 1970 et hypothèses adoptées dans Afterres 2050, en millions de m³ de bois fort tige.

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 bénéfiques – 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 (Δ ARTIF] 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 (Δ STH) 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 " Δ Contrainte", c'est-à-dire les surfaces dont l'évolution est fixée par les jeux d'hypothèse décrits précédemment : Δ Contraintes = Δ ARTIF + Δ STH + Δ Autres
- On a donc nécessairement Δ Contraintes = - (Δ FORET + Δ 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		
Haute-Normandie	23	-37	2	0	11			
Basse-Normandie	39	-106	12	0	54			
Bourgogne	30	-145	3	52	60	Gain en forêt		Gain 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			
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	Perte de prairies permanentes inférieure au gain en surfaces artificialisées
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	Surfaces fourragères en augmentation	18	COP en diminution	-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	Languedoc-Roussillon	91 - Région PACA	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.

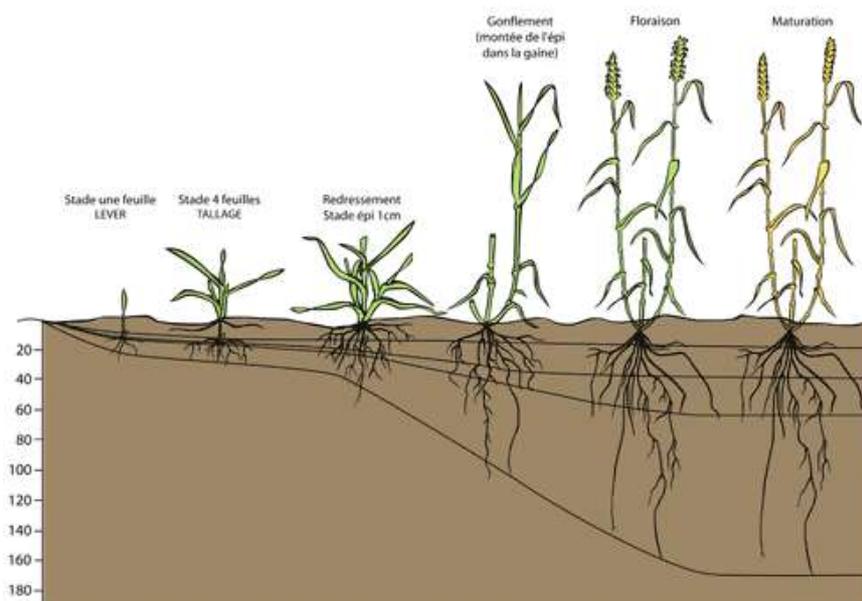


Figure 23 : les différents stades phénologiques des graminées (cas du blé : stade épi 1 cm 1100 DJ, stade maturation : 2350 DJ, base 0°C.)

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 ou 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.

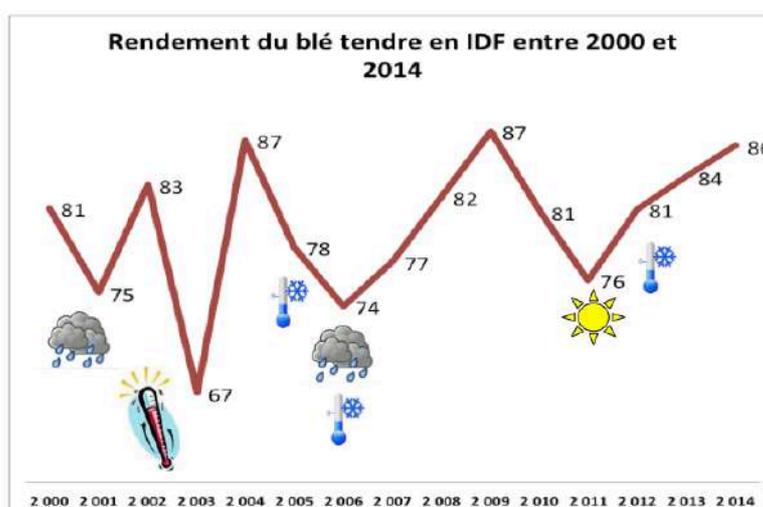


Figure 24 : les rendements du blé tendre en Ile-de-France entre 2000 et 2014

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 **doublément 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 défini par :

- **une nouvelle occurrence des années ou 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.

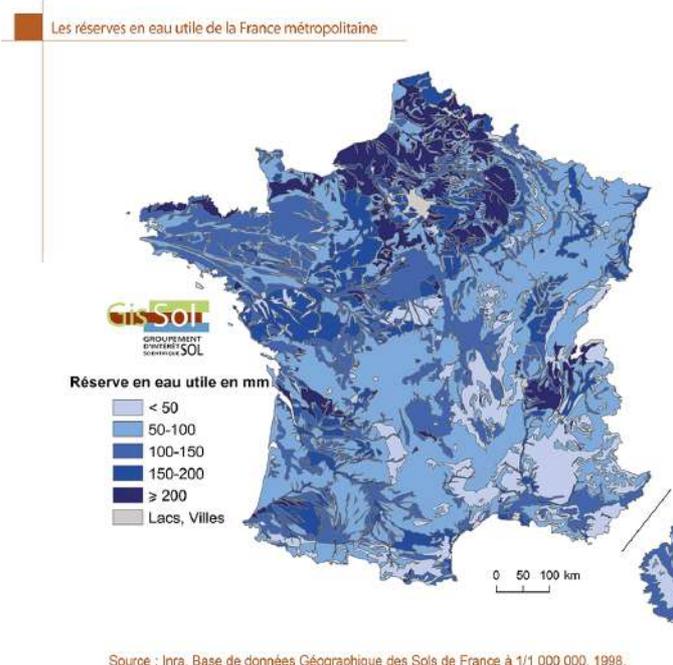


Figure 25 : Carte des réserves utiles des sols de France

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

Principales cultures	Résilience climatique
Blé tendre	<p>Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ - positionnement calendaire, photopériode longue pour fleurir;</p> <p>Effet -: besoin de vernalisation; sensibilité échaudage thermique en fin de cycle (montaison florence, remplissage)</p> <p>Mesure d'adaptation : date de semi avancée, variété précoce, mélange de variété</p>
Blé dur	<p>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;</p> <p>Effet -: sensibilité échaudage thermique en fin de cycle (montaison florence, remplissage)</p> <p>Mesure d'adaptation : date de semi avancée, variété précoce, mélange de variété</p>
Colza	<p>Effet + : plante en C3 qui bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂ - positionnement calendaire</p> <p>Effet -: Sécheresse édaphique au semi et levée (tps de levée supérieur de 1 mois)</p> <p>Mesure d'adaptation : retard de semi (de aout à septembre) - variété à montaison rapide - irrigation starter</p>
Maïs	<p>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</p>
Tournesol	<p>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).</p> <p>Effet -: positionnement calendaire, raccourcissement du cycle 10 jours et sensibilité implantation</p> <p>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</p>
Betterave	<p>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)</p> <p>Effet -: positionnement calendaire</p>
Sorgho	<p>Effet + : adaptation à la sécheresse meilleure que maïs (racines plus profondes – indice foliaire plus faible)</p> <p>Effet -: positionnement calendaire, plante en C4 qui ne bénéficiera de l'augmentation de la concentration en CO₂</p>

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 le 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 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	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 Champagne-	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%	-	-12%	-	14%	-	16%
blé dur	1%	0%	-	2%	-	1%	-	-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%	-	-7%	-	-5%	-7%	-	-14%	-	-	-	18%
triticale	4%	2%	2%	4%	2%	3%	-	-7%	5%	3%	-6%	1%	-5%	-3%	-2%	-7%	-8%	-8%	-4%	-7%	-	-14%	-	-	-	16%
avoine	3%	4%	4%	2%	1%	3%	1%	-9%	3%	0%	-2%	0%	-5%	-2%	-3%	-6%	-5%	-7%	-6%	-8%	-	-12%	-	-	-	22%
seigle	4%	4%	3%	3%	3%	1%	-	-6%	1%	3%	-2%	2%	-6%	-3%	0%	-7%	-5%	-8%	-4%	-6%	-	-10%	-	-	-	-8%
maïs grain	4%	4%	9%	10	5%	5%	3%	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-28%	-	-	-	25%
maïs fourrage	4%	6%	6%	9%	5%	-6%	3%	-	1%	0%	-	-	11%	10%	12%	24%	24%	17%	22%	10%	-	-51%	-	-	-	23%
colza	-	-2%	0%	-2%	-	-3%	-	19%	-	20%	21%	18%	-6%	-9%	-5%	-	-	-	-7%	-4%	-	-19%	-	-	-	14%
tournesol	2%	0%	1%	2%	-	0%	0%	-9%	-	-3%	-	-8%	-7%	-7%	-5%	18%	14%	14%	-	-4%	-	-20%	-	-	-	12%
pois	1%	-6%	-	-4%	0%	-1%	-	-9%	-	-5%	-	-6%	-	-5%	-4%	-	-	-7%	-	-4%	-	-44%	-	-	-	22%
féverole	1%	-6%	-	-4%	0%	-1%	-	-9%	-	-5%	-	-6%	-	-5%	-4%	16%	20%	20%	29%	-4%	-	-44%	-	-	-	22%
soja	5%	2%	6%	8%	4%	0%	-	-	-	4%	-	-	-	-9%	-	-	-	-9%	-	-	-	-28%	-	-	-	23%
Sorgho	4%	-	4%	8%	8%	0%	-	-	-	-6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-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%	1%	1%	1%
pomme de terre	1%	-3%	-	3%	1%	-	0%	-6%	2%	-	-	-	-8%	-6%	-2%	-	-	-	-6%	-8%	-	-11%	-	-	-	25%
prairie naturelle	1%	-4%	2%	-1%	-	-1%	-	-	1%	1%	-6%	3%	-	-	-	-	-	10%	-	-	-	-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%)

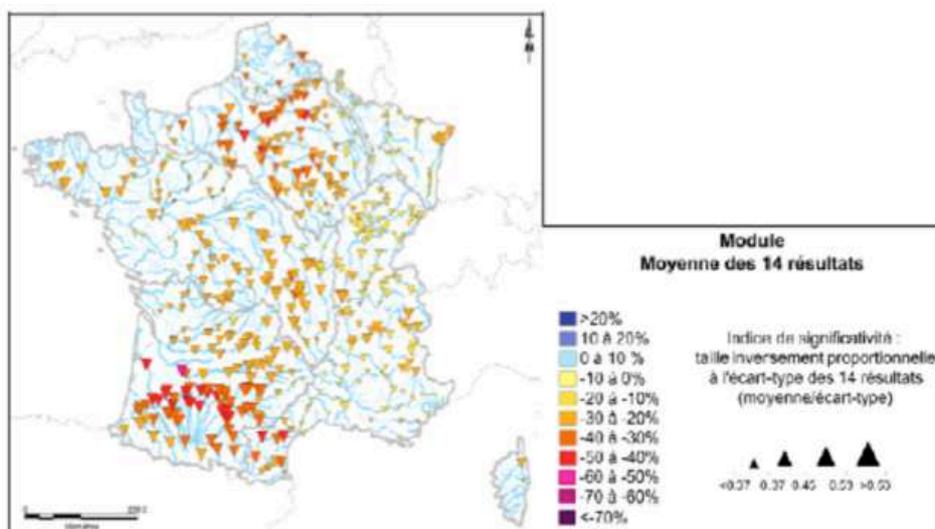


Figure 26 : évolution relative possible (en %) des débits moyen annuel entre 1961-90 et 2046-65 – résultats moyens établis sur 14 simulations (2 modèles hydrologiques et 7 modèles climatiques)
Source : Explore 2070

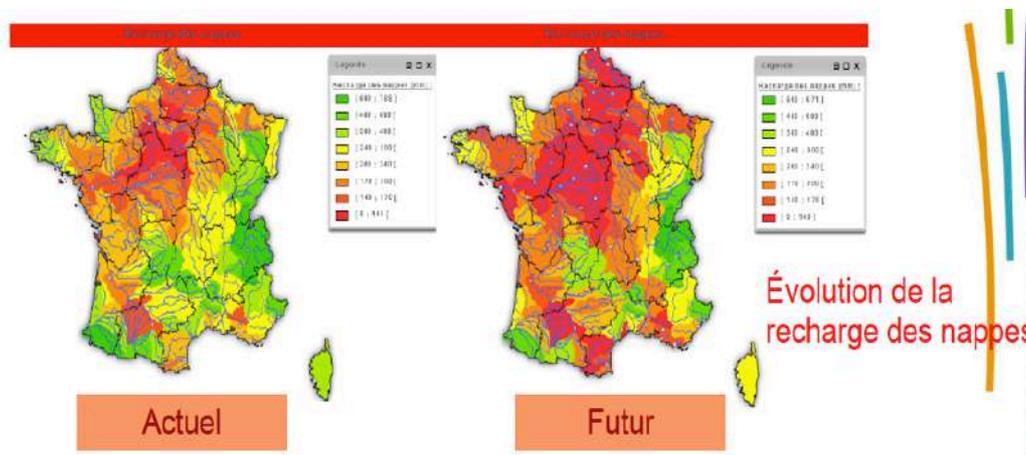


Figure 27 : évolution de la recharge des nappes - Source : Explore 2070

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%
Maraichage 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'infiltré plus facilement dans le sol.

4.9.2 Cultures intermédiaires et énergie

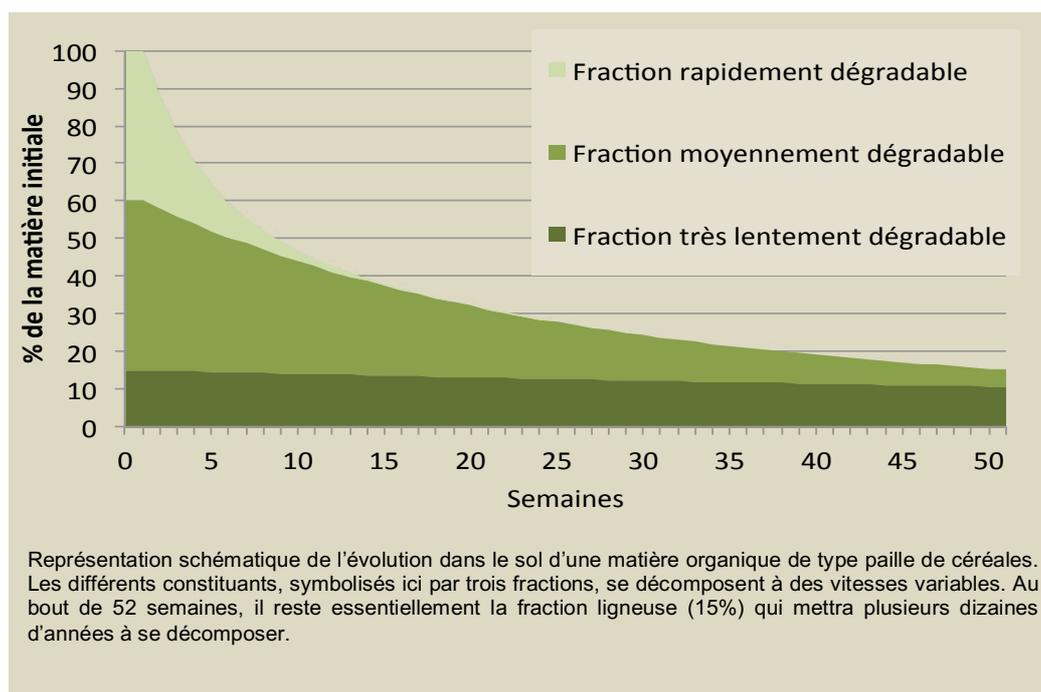
L'introduction de cultures dérobées (Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique ou CIVE) dans les digesteurs agricoles permet d'associer la fonction « engrais verts » à la fonction énergie. La fonction « engrais vert » passe par le cycle de piégeage des reliquats d'azote puis destruction et restitution 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 **implanter 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 des 4 régions partenaires

1 Région Picardie

1.1 Déroulement des travaux et organisation des débats

1.1.1 Déroulement des travaux

Le premier Comité Régional de Suivi (CRS) s'est tenu le 21 janvier 2014. Un groupe de travail régional de 50 personnes a ensuite été constitué. Les étapes ont ensuite été les suivantes :

- écriture des règles d'organisation, de fonctionnement et de participation du groupe de travail Afterres2050 Picardie (RPR-0) le 14 avril 2014,
- organisation d'une première réunion plénière régionale (RPR-1 le 13 mai 2014) portant sur la présentation globale de la démarche et la prospective Afterres2050, la présentation de résultats généraux et l'analyse qualitative de la démarche Afterres2050 au vu des enjeux et de l'état des lieux de l'agriculture et de la forêt régionale,
- organisation du deuxième CRS le 8 septembre 2014, pour analyser la synthèse des travaux effectués et définir les prochaines étapes du projet (RPR-2, RPR-3, Ateliers thématiques),
- organisation de l'atelier thématique concernant les unités agricoles en 2050 : **2 demi-journées en novembre 2014**,
- organisation de la deuxième réunion plénière régionale **RPR-2, le 8 décembre 2015** portant principalement sur la présentation d'une version avancée de la régionalisation de la prospective : occupation du territoire, productions et résultats environnementaux.
- Le dernier CRS 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,
 - la construction de scénarios alternatifs.

La dernière réunion plénière (RPR-3) s'est tenue le 30 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 et la question de la ressource en eau.

1.1.2 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050 Picardie »

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

Les 5 axes de réussite identifiés par le groupe de travail sont :

- se donner des perspectives d'avenir,
- partager une méthodologie,
- favoriser des échanges positifs,
- produire un travail concret débouchant sur des résultats,
- tenir compte des facteurs humains et sociaux.

1.2 L'agriculture régionale aujourd'hui

1.2.1 Les chiffres clés

L'agriculture régionale 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 (125 000 mères).
- 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).

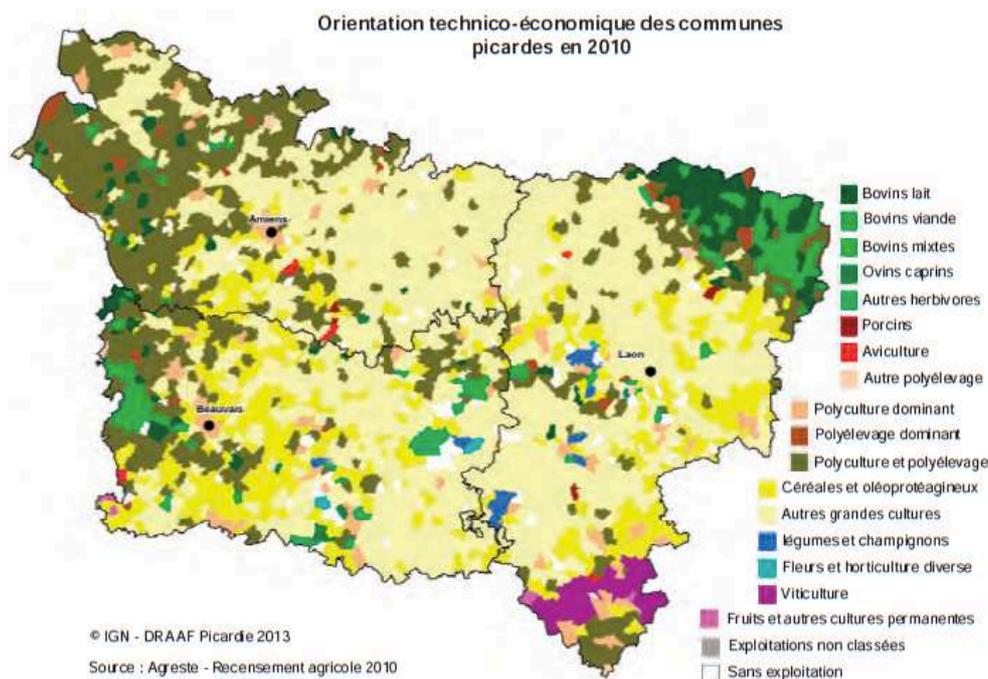


Figure 28 : Les OTEX de la région en 2010

1.2.2 Les paysages agricoles régionaux



Plateau Picard



Plaine céréalière (blé – colza)



Silo de betterave



La Thiérache



Le Vexin-Thelle



Pays de Bray

1.2.3 Les sols de la région

Les sols sont variés et globalement à potentiel élevé. Les principaux types sont des limons battants profonds et des limons argileux, de l'argile, peu de sols calcaires (cranettes). Le point fort de ces sols est une texture franche donnant des terres légères, faciles à travailler et profondes (peu ou pas de pentes, pas d'hydromorphie, peu de cailloux). Les points faibles sont les risques d'érosion (aléas moyens à très forts) malgré la faible pente (richesse en limons fins), et la faible teneur en matière organique (en diminution de 1990 à 2004)

Caractéristiques des sols en Picardie

Indicateurs	Valeurs	Remarques
Pentes	Faible	< 6 %
Texture	Sols très francs Argilo-limoneux (63 % des sols) et limoneux (29 % des sols)	25 % en moyenne de limons fins (très sensible à l'érosion) Entre 10 et 25 % d'argile (n'entraînant pas de contraintes majeures)
Fertilité chimique	Moyenne à bonne	CEC moyenne mais taux de saturation maximale
Carbone organique	Taux moyen à faible En diminution de 1990 à 2004	1,3 % (de 1 à 1,6 %) de matière organique
Battance	Moyenne à élevée	Limons fins en quantité importante et faible taux de matière organique
Hydromorphie	Très faible	
Réserve utile	100 à 200 mm	Moyenne à élevée

Source : GIS-SOL (BDAT et Indiquasol).

1.2.4 Synthèse de l'analyse AFOM (agriculture et forêt) du groupe de travail régional

1.2.4.1 Les atouts

Un atout majeur concerne les fortes potentialités du terroir picard :

- la fertilité des sols se traduisant par d'importantes potentialités agronomiques,
- les conditions climatiques favorables,
- la bonne disponibilité des ressources en eau.

Un second atout majeur concerne l'organisation et la structuration de la profession agricole :

- la présence d'un tissu industriel en lien avec les productions agricoles (industries agro-alimentaires et agro-industrielles),
- une industrie agro-alimentaire structurée, puissante et exportatrice,
- la présence des coopératives garantissant la bonne organisation de la collecte et de la commercialisation,
- des filières bien organisées,
- la présence de structures d'appui au développement (INRA, Agro-Transfert, etc.).

D'autres atouts peuvent également être cités comme :

- la diversité des produits et des productions agricoles,
- la présence d'une importante forêt de futaie feuillue,
- les potentialités du territoire à se diversifier,
- les potentialités de développement de l'agriculture biologique (en terme d'évolution des surfaces, de développement technique, de présence de filières et d'engagement des agriculteurs),
- la disponibilité en terres arables,
- la présence de grands bassins de consommation voisins de la région.

1.2.4.2 Les faiblesses

Plusieurs faiblesses sont identifiées et concernent la très forte spécialisation de l'agriculture régionale : absence de diversification des productions agricoles et faiblesse de certaines filières (« bio », AOC, maraîchage).

Différentes conséquences sont associées à cette spécialisation :

- des systèmes de production simples et peu diversifiés,
- une vulnérabilité aux fluctuations des cours des marchés,
- des impacts négatifs sur l'environnement picard (érosion et fertilité des sols, qualité des eaux),
- la tendance à la concentration et à l'isolement des zones les plus rurales,
- l'isolement des agriculteurs et leur résistance aux changements.

La seconde faiblesse mise en évidence concerne les difficultés d'accès au foncier notamment sous l'effet du prix des terres (importance des capitaux à mobiliser pour acquérir des terres).

Le troisième constat partagé est celui du déficit d'organisation et de valorisation de la filière sylvicole.

Une dernière faiblesse concerne la forte dépendance de l'agriculture picarde aux intrants et à l'énergie :

- dépendance aux intrants azotés sous l'effet conjugué du faible poids des élevages et de l'absence des légumineuses dans les rotations,
- dépendance à l'énergie d'une agriculture très mécanisée,
- usage important des produits phytosanitaires.

1.2.4.3 Les opportunités

Un large consensus s'est dessiné pour reconnaître la demande extérieure comme une opportunité majeure de l'agriculture picarde. Les participants associent cette opportunité à la localisation géographique de la région proche d'importants bassins de population faciles à desservir permettant la rencontre de l'offre et de la demande (pôles urbains de Paris, Lille, Bruxelles et Londres). Les marchés exportateurs sont par ailleurs jugés en croissance (au-delà des bassins de consommation voisins), en particulier à la faveur de la présence d'une façade maritime.

Une seconde opportunité concerne les perspectives d'innovations en lien avec les productions agricoles : les potentiels de développement des énergies renouvelables et de la chimie verte soutenus par des mesures relatives à la promotion de l'économie verte.

D'autres opportunités sont signalées :

- des changements climatiques porteurs de potentialités de diversification (productions végétales et tourisme),
- le potentiel régional de stockage du carbone,
- les politiques régionales de promotion de l'agriculture biologique et des petites exploitations agricoles,
- les réglementations environnementales dont le Grenelle de l'environnement,
- les préoccupations croissantes des consommateurs sur les enjeux « santé » et « environnement ».

1.2.4.4 Les menaces

Une menace importante réside dans la dépendance de l'agriculture régionale aux marchés mondiaux.

Les idées et propos associés sont les suivants :

- valorisation des productions agricoles par des industries agro-alimentaires elles-mêmes dépendantes des marchés mondiaux,
- perte de la maîtrise des marchés par les agriculteurs,
- la vulnérabilité économique induite par cette dépendance (effets de la baisse des prix, des retournements des marchés),
- différences dans les règles sociales et environnementales qui s'imposent aux producteurs français et à ceux des pays concurrents.

L'urbanisation galopante et l'artificialisation des sols en l'absence de politique affirmée de préservation du foncier agricole sont également une menace importante (constat renforcé par l'existence de capitaux extérieurs venant financer l'acquisition de foncier).

Le changement climatique, identifié comme une opportunité, est également ciblé comme une menace. Les arguments avancés sont alors les suivants :

- impacts potentiellement négatifs sur la productivité agricole des variations de pluviométrie et des risques d'apparition de déficits hydriques estivaux,
- progression des espèces invasives dans les milieux naturels et les espaces boisés,
- conséquences sanitaires des variations du climat pour les plantes et les animaux.

Deux autres menaces sont énumérées :

- pollutions de l'air, de l'eau et baisse de la biodiversité,
- normes et réglementations environnementales contraignantes, coûteuses et décourageantes.

1.3 Regards croisés sur l'exercice de régionalisation

Lors de la première RPR, 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 (ex. : au niveau national, le troupeau bovin lait est réduit d'un facteur 2,6 – ce facteur a été appliqué au niveau régional). 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. L'encadré ci-dessous récapitule ces trois points.

Les points faibles	Les points forts
Interrogation sur la faisabilité agronomique (AB, matière organique, cycle du carbone et de l'azote) Pas d'approche filière Pas d'approche socio-économique Pas de réflexion à l'échelle des fermes Faible prise en compte des filières de transformation Réduction de l'élevage : Quelle valorisation pour l'herbe ? Pas de travaux à l'échelle européenne	Une approche globale : agriculture – alimentation – santé – environnement Une agriculture qui s'adapte, s'organise et se diversifie Une agriculture au cœur de la société Instauration d'un débat sur l'agriculture et l'alimentation sur une base objective et quantifiée
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 ?	

1.4 Le climat et les ressources en eau

1.4.1 Le climat aujourd'hui (précipitations et températures)

Le climat de la région Picardie est océanique, avec quelques variations selon les localisations :

- sur le littoral, les vents marins atténuent les variations diurnes et saisonnières des températures
- dans la partie est de la région, le climat océanique est modifié par une influence continentale, avec une amplitude thermique plus marquée : le climat est océanique altéré.

Les températures moyennes restent environ égales à 10°C, les hivers sont doux, les étés plutôt chauds, les saisons intermédiaires longues. Le climat picard se décline donc de l'Ouest à l'Est, où le climat océanique cède la place au fur et à mesure à un climat aux tendances plus continentales, et du Sud au Nord, avec des brumes de plus en plus présentes et une diminution de l'ensoleillement. On peut distinguer une réelle limite concernant le climat de Picardie, entre Chantilly et Clermont : la partie au sud de cette limite est moins brumeuse et plus ensoleillée, la partie au nord est plus ventée.

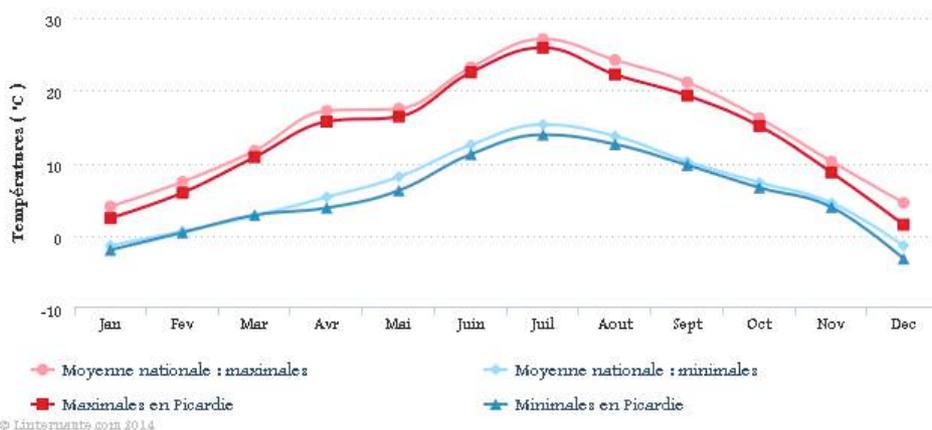


Figure 29 : Températures moyennes minimales et maximales en Picardie en 2010 (Source : MétéoFrance)

Les précipitations s'élèvent de 600 mm dans la vallée de l'Oise et le Santerre méridional de Montdidier à Compiègne, à presque 1 m en Thiérache. Le nombre de jours de pluie est le plus élevé en juillet à l'ouest, en octobre à l'est (Laon). Les jours de brume sont moins fréquents à Abbeville que dans l'intérieur des terres (Creil, Saint-Quentin). Les frontières de la Seine-Maritime, le Val d'Authie et la Thiérache sont les plus exposés aux précipitations ; le plateau picard est la zone la moins arrosée.

1.4.2 Les ressources en eau aujourd'hui

Le bassin Artois-Picardie, d'une superficie de 19 700 km², est le bassin le plus septentrional de France. Il ne présente pas de grands fleuves et de reliefs importants. Les cours d'eau (rivières et petits fleuves côtiers), présentent des débits faibles. A titre d'exemple, le débit moyen du Rhône (1700 m³/s) est plus de dix fois supérieur à celui de tous les cours d'eau du Bassin (120 m³/s de débit moyen et 60 m³/s en étiage). On estime que la lame moyenne de pluie efficace est égale à 186 mm. Le renouvellement annuel de la ressource est donc assuré à hauteur de 3.5 milliards de m³. L'alimentation des cours d'eau par les nappes s'élève aussi à environ 3.5 milliards de m³, puisque les nappes, gonflées par les eaux de pluie, vont s'écouler latéralement vers leurs exutoires, les cours d'eau.

Les cours d'eau et aquifères réagissent de manière différente à des précipitations importantes : les débits des cours d'eau augmentent immédiatement alors que l'élévation des niveaux piézométriques apparaît seulement trois mois plus tard environ. Ainsi, la recharge de la nappe de la Craie, dont le niveau piézométrique est en général maximal en avril, se fait grâce aux précipitations hivernales. Il existe une communication étroite entre les cours d'eau de la région Picardie et la nappe de la Craie, au vu de la superposition des bassins versants hydrographiques et hydrogéologiques. La nappe participerait, lors des périodes de faibles précipitations, à 80 % du débit de la Somme. Cela peut poser des problèmes en cas de pollution, à la fin de la période sèche, lorsque les hautes eaux de la rivière contribuent à la recharge des nappes.

Les nappes représentent environ 17000 km² en surface (principalement la nappe de la craie et la nappe du calcaire carbonifère). Le sous-sol de la Picardie est composé de couches sédimentaires qui occupent plus de 90 % de sa superficie, la craie en formant à elle seule environ la moitié. Il existe cinq grands aquifères dans le bassin Artois-Picardie :

- la craie,
- le calcaire carbonifère du synclinal de Roubaix,
- les calcaires carbonifère et dévonien moyen de l'Avesnois,
- les calcaires primaire et jurassique du Boulonnais,
- les sables éocènes en Flandres et dans le bassin d'Orchies.

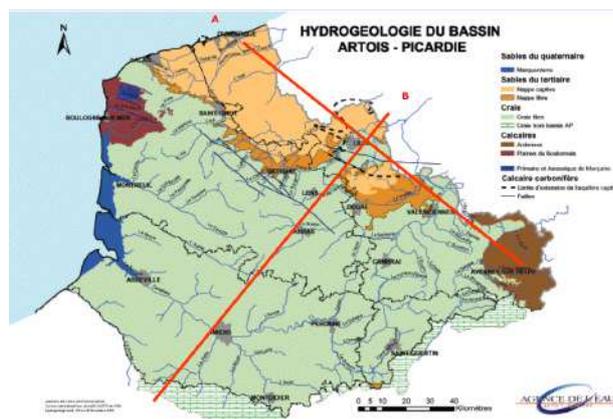


Figure 30 : Hydrogéologie du bassin Artois-Picardie (Source : AEAP, 2008)

L'état quantitatif est bon sur toute la Picardie. Les eaux souterraines de Picardie sont plutôt de mauvaise qualité (trois masses d'eau souterraine sur vingt-sept sont évaluées en bon état global). Certaines nappes ne sont pas exploitées car l'eau y est de mauvaise qualité, naturellement (salinité de la nappe des dunes, par exemple). Ces faits sont aggravés par la pollution d'origine anthropique (nitrates et pesticides agricoles). Ainsi, les prélèvements sont concentrés sur la nappe de la craie (pour la région Picardie) et la nappe du calcaire carbonifère (pour le reste du bassin Artois-Picardie).

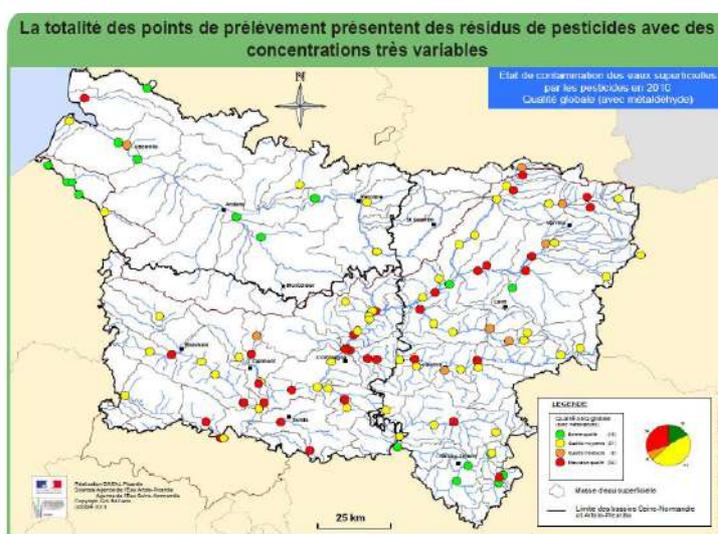


Figure 31 : Etat de contamination des eaux superficielles par les pesticides en 2010 en Picardie (Source : DREAL Picardie)

Il existe **trois grands cours d'eau** en Picardie : la Somme, l'Oise, et l'Aisne (affluent de l'Oise). L'Escaut et la Sambre prennent leurs sources dans la région. Les cours d'eau dits « de nappe » sont alimentés par l'eau souterraine (par exemple, la Somme). Les cours d'eau dits « de bassin » sont alimentés par les eaux de ruissellement des précipitations sur les bassins versants (par exemple, l'Aisne).

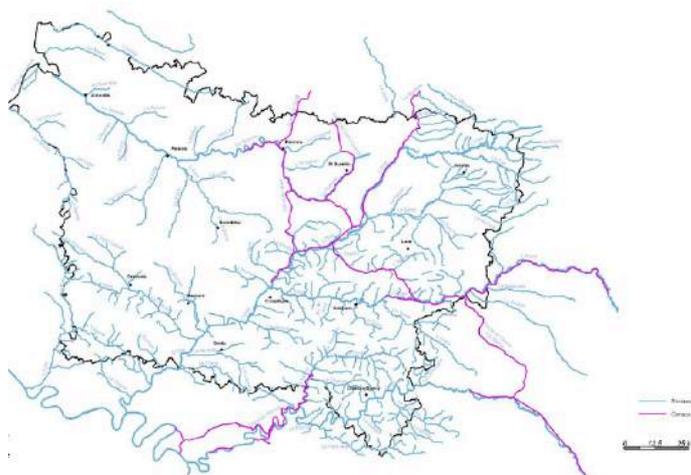


Figure 32 : Cours d'eau de la région Picardie (Source : DREAL Picardie)

1.4.3 Les usages de l'eau aujourd'hui

Dans le bassin Artois-Picardie, 539 millions de mètres cube d'eau ont été prélevés en 2011 : 77% des prélèvements ont été réalisés en eau souterraine (contre 18% en France en 2009), et 23% en eau superficielle. 3000 ouvrages de prélèvements (pompages et forages) étaient déclarés actifs en 2011. 430 millions de m³ ont été prélevés dans les eaux souterraines en 2006, dont 375 millions dans la nappe de la Craie, alors que les eaux de surfaces ont été prélevées à hauteur de 169 millions de m³. Les prélèvements pour l'eau potable sont majoritaires dans le bassin Artois-Picardie (59% des 539 millions de mètre cube d'eau prélevés en 2011 sur le bassin).

Les volumes prélevés par usage dans le bassin Artois-Picardie en 2011

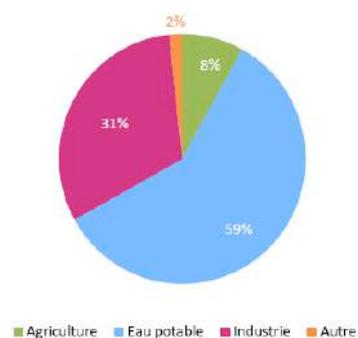


Figure 33 : Volumes prélevés par usage dans le bassin Artois-Picardie en 2011 (AEAP)

Les prélèvements totaux sur le bassin Artois-Picardie sont en baisse ces dernières années. Cette évolution est probablement due à la fois, à la mise en place de procédés économes en eau au niveau domestique et industriel, mais également à la fermeture d'industries très consommatrices en eau. L'AEAP présente une baisse de 10% des prélèvements.

L'irrigation en Picardie concerne principalement **les cultures de légumes et de pommes de terre**.

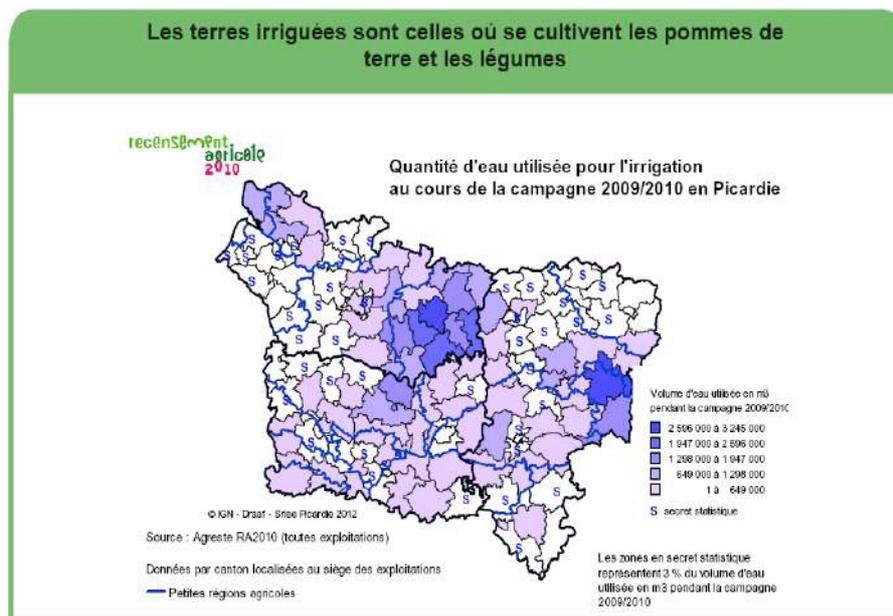


Figure 34 : Volumes d'eau utilisés pendant la campagne 2009-2010 par petite région agricole (RA 2010).

1.4.4 Le climat en 2050

En 2050, les températures moyennes devraient augmenter (+ 1.6 °C), et ce de manière plus marquée en été (+2°C). Le premier semestre ne verra aucune modification concernant le cumul de pluie, alors que les mois de juillet, août, et septembre présenteront en fin de siècle un cumul de pluie diminué de 15 %. Il pleuvrait en moyenne 10 mm de moins par mois en été. Le déficit hydrique sera très marqué en juillet et août. Le nombre de jours échaudants, de périodes sans pluies et de vagues de chaleur augmenteront. Le projet

Explore 2070 comprend une étude spécifique du changement climatique sur le bassin de la Somme : une baisse des précipitations est prévue entre Mai et Octobre. **La baisse moyenne de l'ensemble des modèles climatiques sur cette période est de -17%**. Pour les mois de janvier et février, la moyenne des différentes projections indique une tendance des précipitations à la hausse de 11%. Les écarts sont très importants entre les différentes projections (extrêmes : -8% ; +43%).

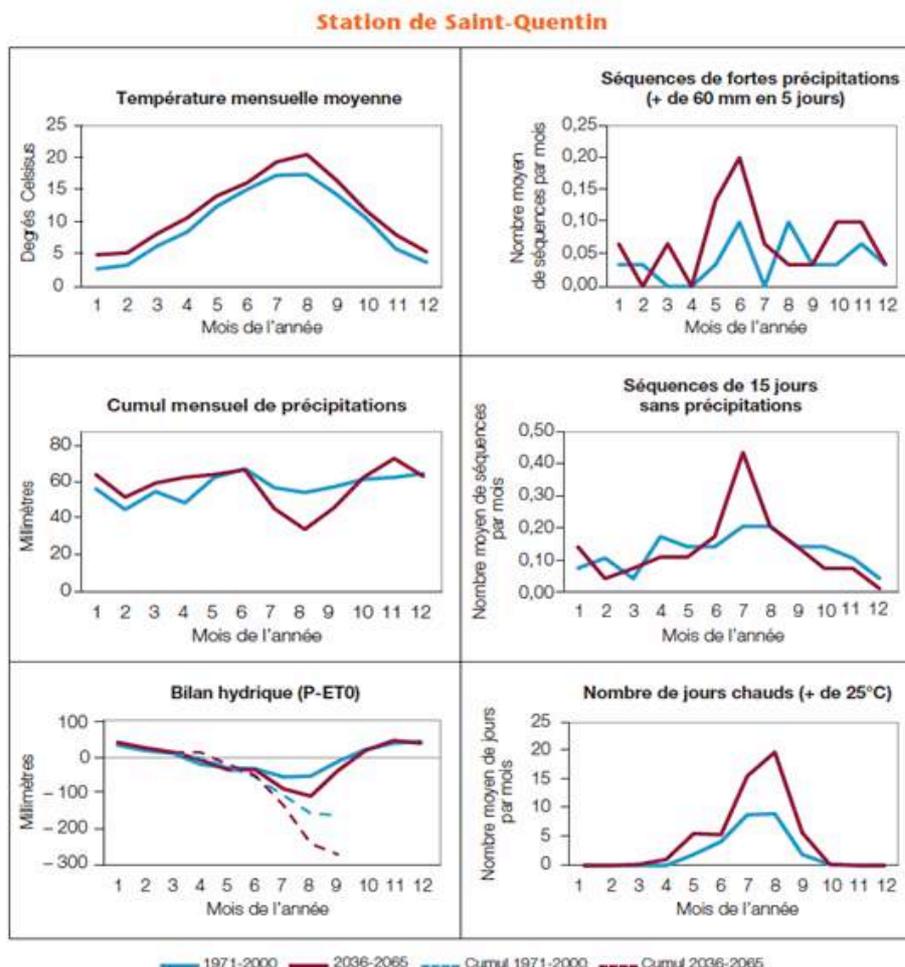


Figure 35 : Evolution des variables climatiques de la station de Saint-Quentin entre aujourd'hui et 2050 (Source : AF Clim)

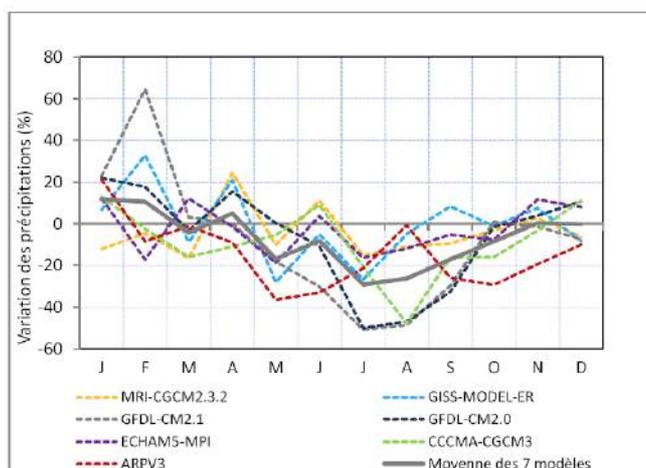


Figure 36 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles dans le bassin de la Somme pour les 7 modèles climatiques (temps présent et temps futur) (Explore 2070)

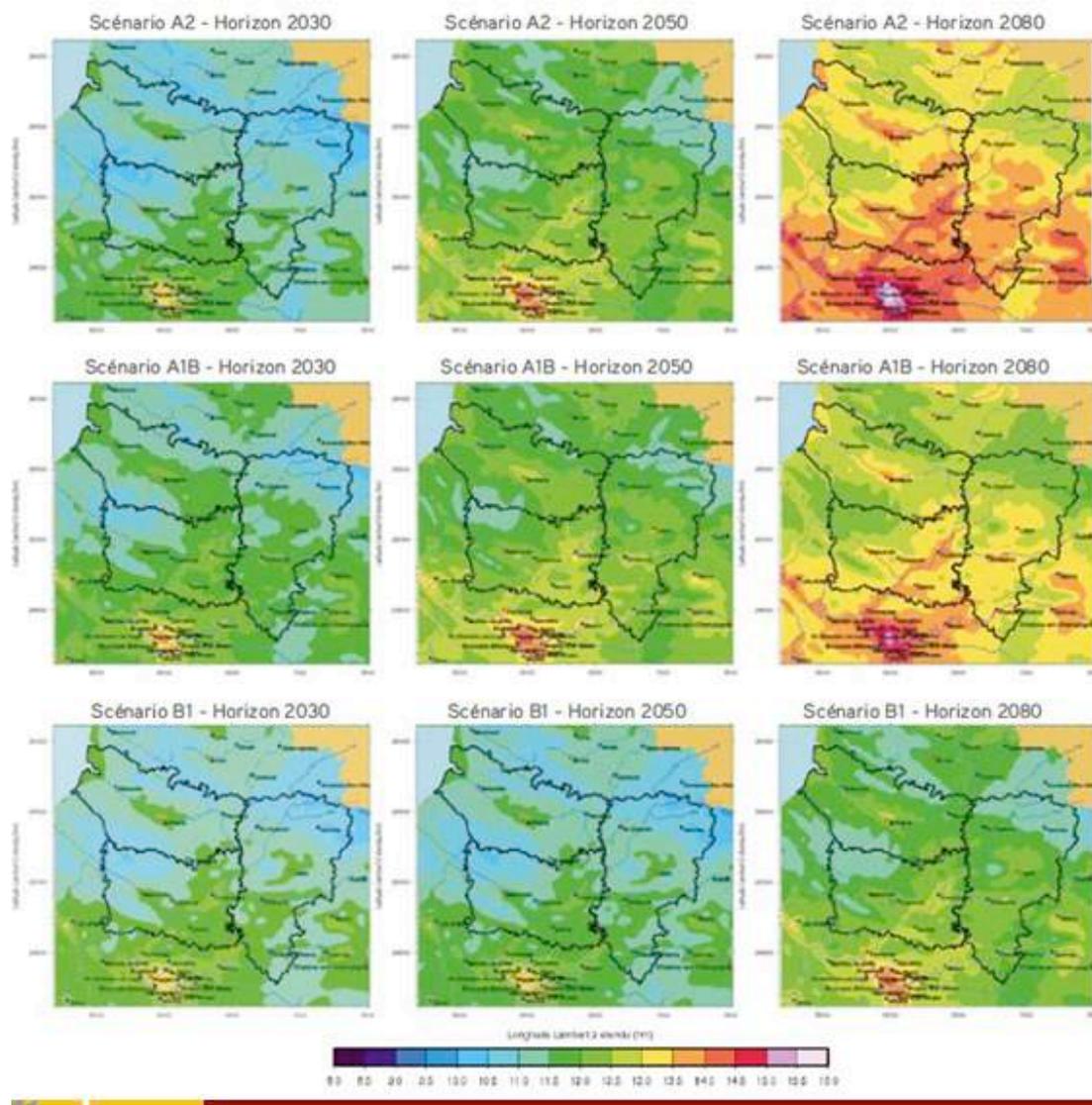


Figure 37 : Températures moyennes annuelles (°C) aux horizons 2030-2050-2100, pour trois scénarios du GIEC (A2, A1B, B1) (Source : Météo France)

1.4.5 La question de l'eau en 2050

Concernant la recharge de la Nappe de la Craie, une baisse moyenne pour les 7 modèles climatiques de -18.7% est prévue à l'horizon 2065. La répartition spatiale de cette baisse de la recharge varie selon les sous bassins pour un même modèle climatique. Certains modèles prévoient cependant une stabilisation voire une légère hausse de la recharge moyenne annuelle dans certains sous bassins. Concernant l'évolution des niveaux piézométriques des nappes, pour tous les modèles climatiques étudiés, **les piézomètres montrent une baisse du niveau moyen mensuel de la nappe liée à la baisse de la recharge.**

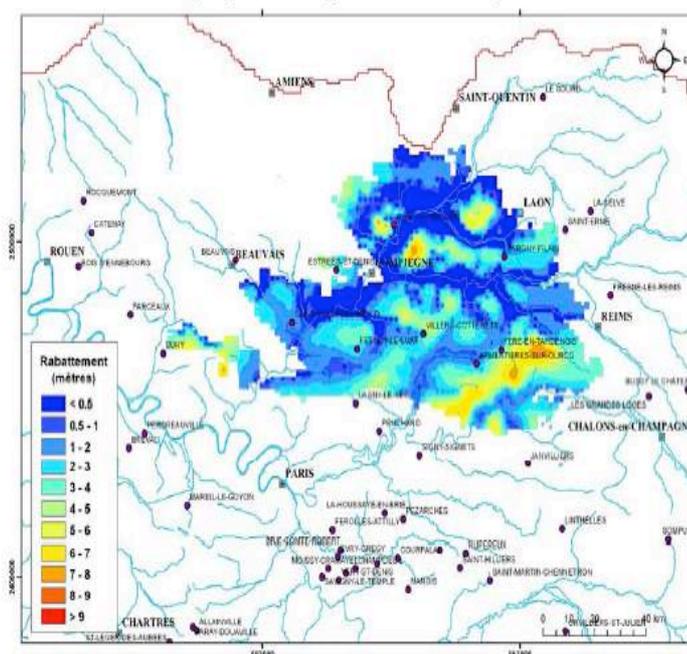


Figure 38 : Evolution du niveau moyen de la formation aquifère du Thanétien (moyenne des 7 modèles de climat) entre temps présent et temps futur (Explore 2070)

Concernant le **bassin de la Seine**, les résultats du projet Explore 2070 montrent une baisse des débits d'étiage de fin d'été, liée à une baisse de la piézométrie des formations aquifères ; et une variation peu importante des débits hivernaux. Concernant le bassin de la Somme, les modèles climatiques utilisés par Explore2070 s'accordent sur une baisse du débit moyen mensuel de la Somme et de ses affluents à l'horizon 2065. Le débit à l'étiage à l'exutoire du **bassin de la Somme** (Boismont) **serait réduit de 23%** (il y a cependant des écarts entre les modèles : -33.69% / -8.5%).

1.4.6 Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques

1.4.6.1 Vue d'ensemble

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 29 : Evolution des variables climatiques et hydrologiques entre 2010 et 2050 en Picardie

Variables environnementales	Evolutions prévues pour 2050
Températures	Augmentation des températures moyennes de 1.6°C (2°C en été)
Pluviométrie	Baisse entre mai et octobre
Débits des rivières	Baisse des débits d'étiage, variation peu importante des débits hivernaux
Niveau piézométrique des nappes	Baisse de la recharge, baisse du niveau
Nombre de jours échaudants	Augmentation
ETP	Hausse (plus marquée en été et en automne)

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).
Betterave		Les températures plus élevées de fin d'hiver seront profitables : anticipation des semis des betteraves, et donc augmentation de la durée de végétation et de la productivité. Des récoltes plus tardives seraient possibles grâce à un nombre de jours de drainage réduit en automne. Concernant le rendement, on ne sait pas encore déterminer quel effet sera dominant, entre la hausse des températures printanières et estivales, et le stress hydrique estival (baisse des rendements mais maintien des taux de sucre). Certains problèmes sanitaires, comme les nématodes et la cercosporiose, pourraient augmenter.
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

1.4.6.2 Cas de l'herbe

Les principaux effets attendus du changement climatique :

- Une avancée de la phénologie (quelques jours au printemps) ;
- Une augmentation de la biomasse en plein printemps (due à l'effet du CO₂ et à l'augmentation de la température) ;
- Une **croissance réduite en été** qui commence plus tôt et dure plus longtemps du fait du déficit hydrique ;
- Une **repousse d'automne plus importante** qu'aujourd'hui (notamment en montagne et en piémont).

La pousse de l'herbe serait plus importante de part et d'autre de la période estivale et faible voir nulle en été. L'effet global sur la quantité d'herbe produite sur l'année serait minime. Le véritable challenge consistera à adapter la gestion des troupeaux à la pousse de l'herbe (stock, pâturage).

Ces modifications posent donc de nouvelles questions :

- Comment valoriser l'herbe de printemps (plus et plus tôt) ?
- Comment passer l'été avec un recours réduit voir nul au pâturage ?
- Comment valoriser la pousse d'automne ?
- Peut-on modifier la composition et la gestion des prairies pour réduire l'effet des modifications attendus du climat ?

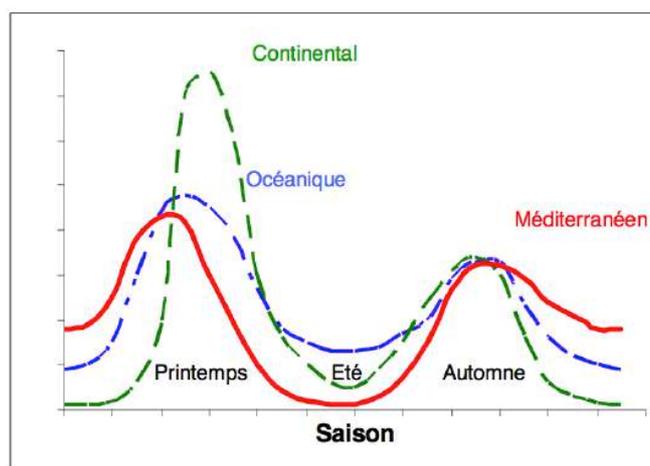


Figure 39 : Schématisation de la pousse de l'herbe en fonction des climats

1.4.6.3 Impacts possibles sur le secteur forestier

La **demande climatique en eau va augmenter** de manière faible à moyenne dans le futur proche et de manière forte dans le futur lointain.

Cela peut causer des phénomènes de **dépérissement**. Les autres risques liés aux changements climatiques sont :

- Un risque **incendie** accru.
- Une exposition au **vent violent**.
- Une augmentation de la **pression des ravageurs** (raccourcissement des cycles et augmentation des populations).

1.5 Travail sur les unités de production et leurs évolutions

1.5.1 Les unités de production « bovins lait »

1.5.1.1 La ferme actuelle

Le **cas-type retenu correspond aux moyennes picardes des élevages « Lait spécialisé »**, soit la moitié des élevages laitiers picards sont des exploitations de ce type « Lait spécialisé » (Source : Exploitation moyenne 2011/2012 « Lait spécialisé » (Fiche 1) - Réseaux d'élevage Nord Picardie).

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	64	SFP : 91% <ul style="list-style-type: none"> • Prairies permanente / SFP : 86% • Autre (hypothèse : maïs ensil.) : 14% Cultures de ventes (hypothèse : blé) : 9%
Cheptel	54 VL	Prim'Holstein – 7 160 litres / VL 377 400 litres / an
UMO	1,5	dont salarié : 0,4 UMO
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 lait d'été au pâturage	
Contraintes	Parcellaire dispersé	Contrainte à l'agrandissement

Culture	Surface	destination de la culture :	rendt u/ha	unité du rendt
Prairie permanente	50	intraconsommé	5	tMS
Maïs ensilage	8	intraconsommé	13	tMS
Blé	6	vente	84	Qx

Sur la base d'un besoin en alimentation de 5 tMS/UGB, **l'exploitation doit importer 15% de ses besoins fourragers**. L'utilisation de l'herbe se fait sous forme **d'ensilage** et de **pâturage**. La paille du blé est utilisée en litière. Cette estimation est cohérente avec les achats de fourrages de ce cas type, s'élevant à près de 8 k€.

50 ha prairie permanente						
19 ha	Ensilage			Ensilage		
16 ha				pâturage		
15 ha	pâturage					
	A	M	J	J	A	S

En ce qui concerne les productions végétales primaires, la ferme produit à 63% de l'herbe. Les cultures annuelles (vendues) représentent 10% des quantités produites.

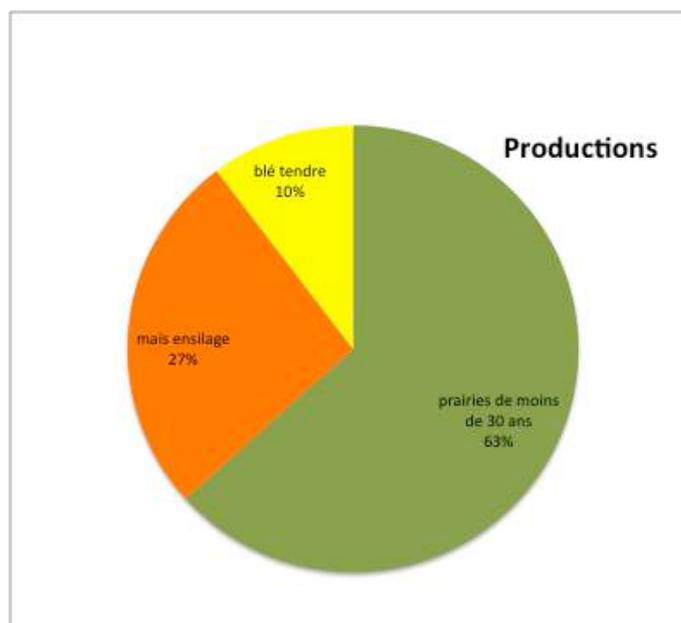


Figure 40 : les productions végétales de la ferme en 2015 – exprimées en % de du total de MS produite

La ferme consomme environ 27 000 éq. litre de fioul par an (soit 428 litres par hectare). Les principaux postes de consommation étant le **carburant** pour les opérations culturales et l'électricité (il s'agit d'une énergie qualifiée de directe), les aliments du bétail (il s'agit d'une énergie indirecte : énergie qu'il a fallu dépenser pour fabriquer les engrais)

La ferme émet près de 400 tonnes d'éq. CO2 par an (et 6,3 tonnes d'éq.CO2/ha) dont près des **2/3 sous forme de méthane**. Le graphe ci-dessous détaille les émissions de GES.

1.5.1.2 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 ;
- allongement de la durée de pâture ;
- division par 2 du troupeau bovin : l'atelier de 54 mères est maintenu mais la SAU est multipliée par 2 ;
- réduction des intrants : passage en agriculture biologique ;
- 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.

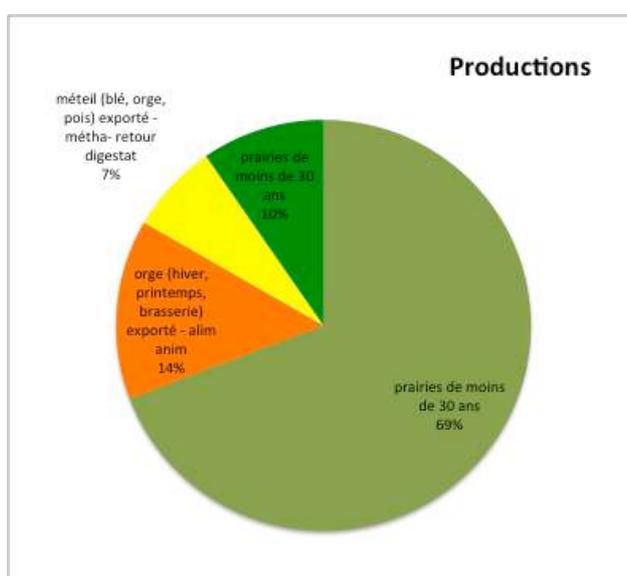


Figure 41 : les productions végétales de la ferme en 2050 – exprimées en % de du total de MS produite

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 (16 ha sur 100) peut servir à alimenter un digesteur (dans le cadre d'un projet collectif).

100 ha prairie permanente													
16 ha	Méthanisat					Méthanisat							
16 ha	Foin "sécurité"					Foin "sécurité"							
38 ha	Foin					Foin							
15 ha					pâture					pâture			
15 ha													
	M	A	M	J	J	A	S	O					

Au final, l'unité de production de 2050 commercialise en agriculture biologique :

- Près de 320 000 kg de lait,
- 70 tonnes de grains (blé, orge, triticale, pois),
- 11 tonnes de viandes (poids vif – réformes + broutard),
- de l'énergie renouvelable en participant à une unité collective de méthanisation.

Du point de vue des résultats environnementaux, la ferme :

- augmente sa résilience climatique en diminuant son chargement,
- réduit de 30 % son intensité carbone (réduction de 30% des émissions de GES par ha),
- réduit de plus de 60 % son intensité énergétique (réduction des consommations d'énergie directe et indirecte par ha) : réduction du chargement, autonomie alimentaire, mise en place de matériels performants (bloc traite),
- n'utilise plus de produit de synthèse (principalement azote et pesticides),
- produit des énergies renouvelables substituables aux énergies fossiles et fissibles (méthanisation collective et installation de panneaux photovoltaïques).
- La ferme divise par 2 son intensité carbone et sa consommation d'énergie par hectare.

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 de **15 à 20 exploitations** similaires.

1.5.1.3 Evolution des bovins viandes – synthèses

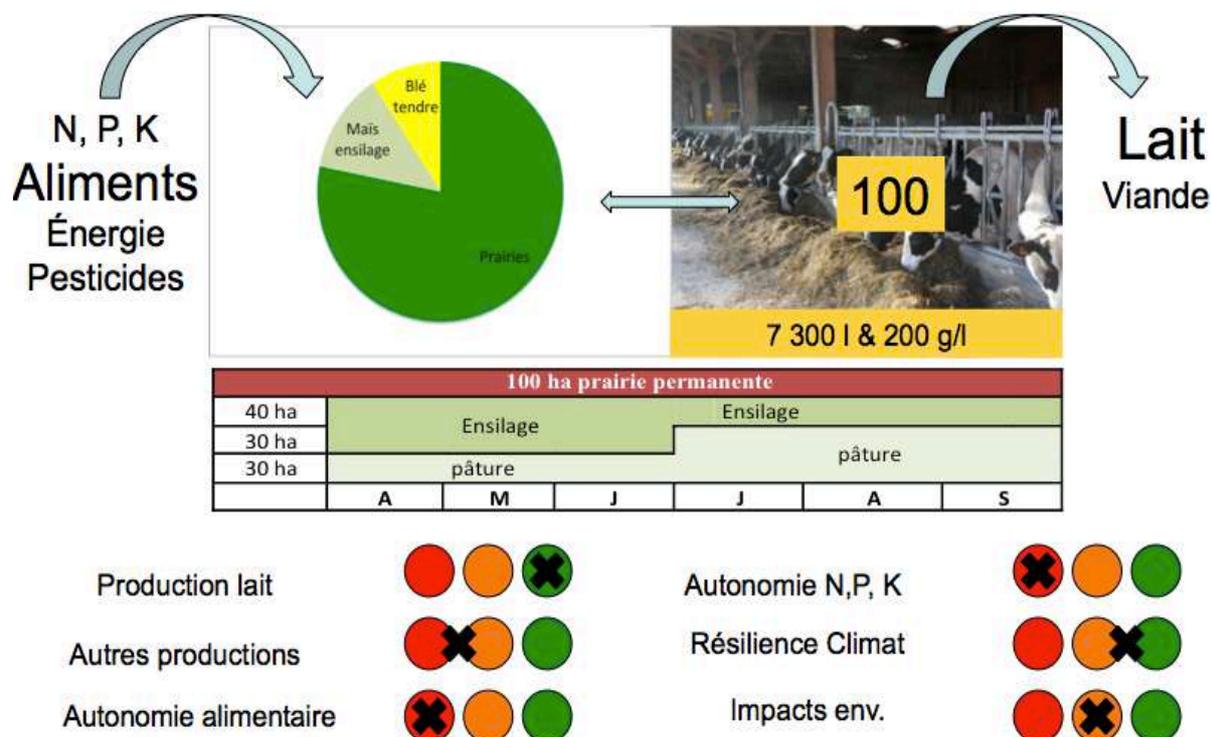


Figure 42 : L'unité de production « bovin lait » en 2015

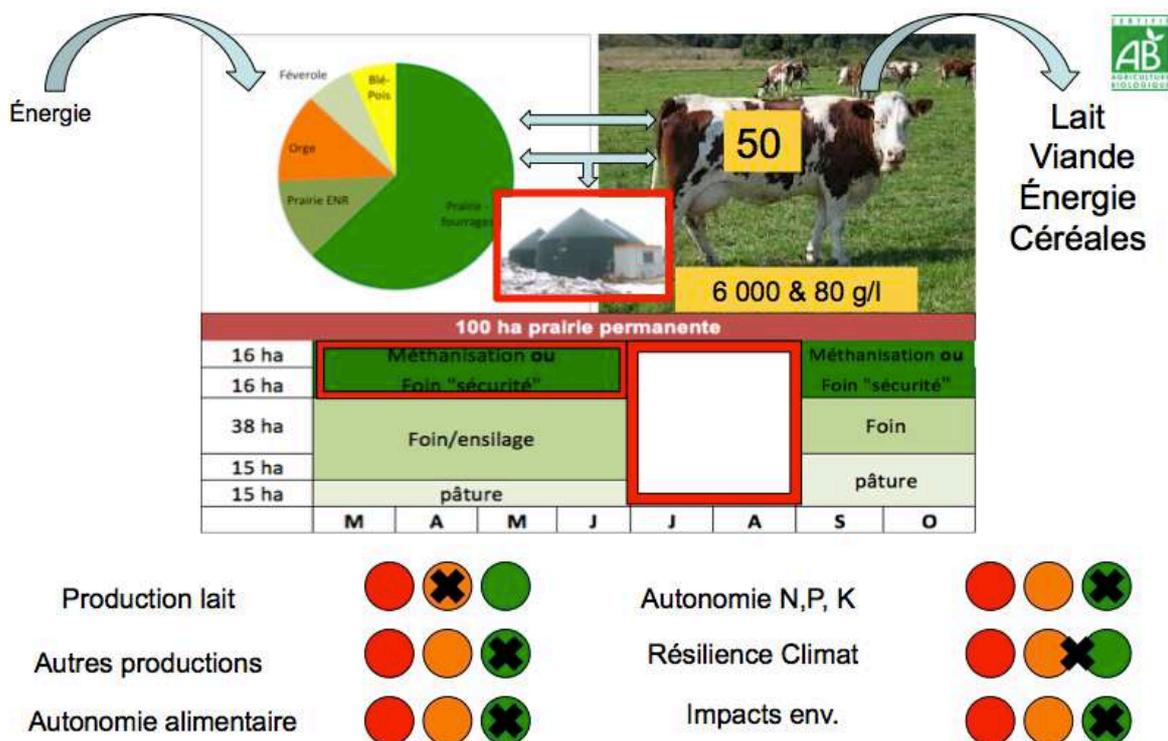


Figure 43 : L'unité de production « bovin lait - viande » en 2050

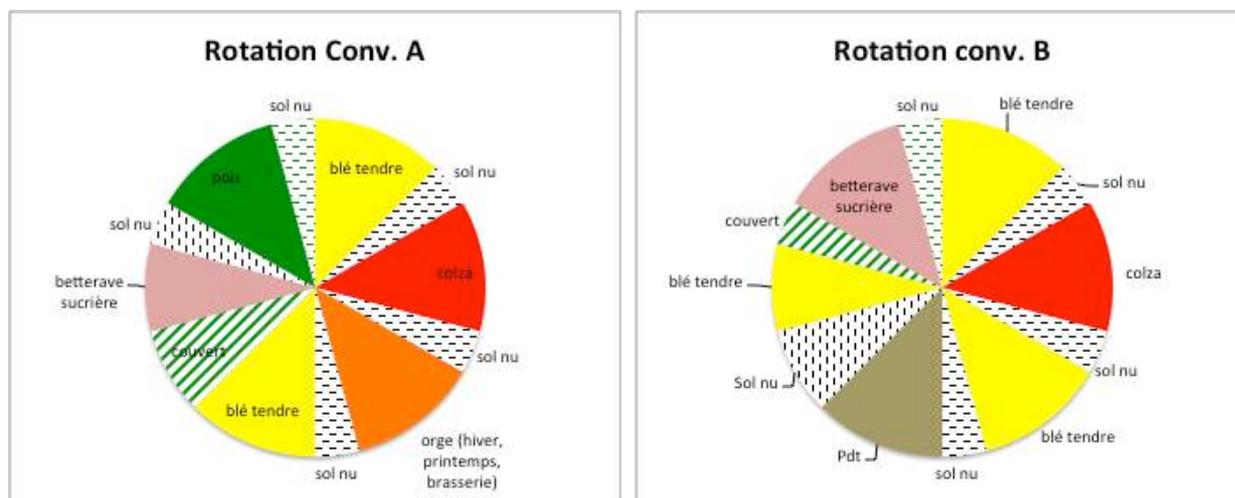
1.5.2 Les unités de production « grandes cultures »

1.5.2.1 Les unités de production en 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 **97% du territoire de grandes cultures** :
 - la très grande majorité des rotations de cultures se fait sur 6 ans, en intégrant :
 - 3 céréales à pailles, un colza, un pois et une betterave (**Conv. A**)
 - 3 céréales à pailles, un colza, une pomme de terre et une betterave (**Conv. B**)
 - dans ces rotations, les intercultures sont occupées par des sols nus, à l'exception notable de la betterave.

Tableau 31 : Les 4 principales rotations de grandes cultures conventionnelles en région



- 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 1 paille (ex. : blé/orge), 1 colza, 1 légumineuse (ex. : féverole), 1 paille et 1 pomme de terre,

- dans cette rotation, la proportion de légumineuses est correcte (luzerne, féverole, **couvert de trèfle**). 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...).

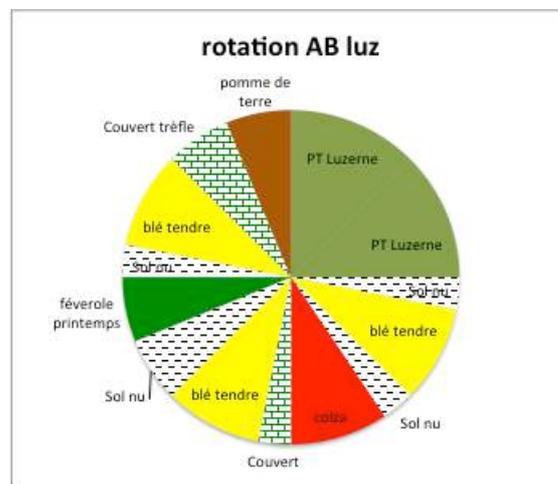


Figure 44 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante avec luzerne

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

- commençant par une légumineuse (ex. : féverole), 1 paille, 1 pomme de terre, 1 pois, 1 paille 1 culture associée (ex. : triticale/pois). Dans ces rotations, les intercultures sont occupées par des sols nus et des couverts de trèfle ;

- 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 (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.

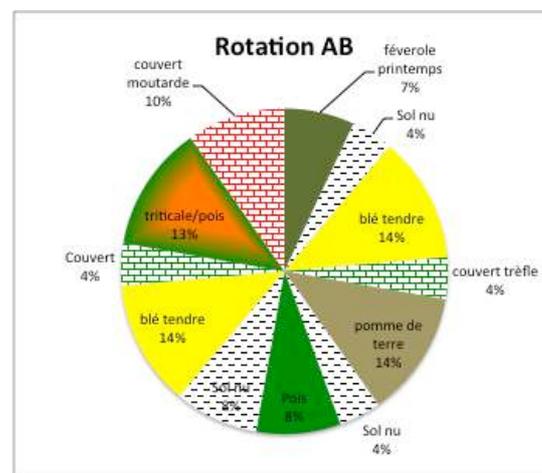


Figure 45 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante sans luzerne

- pour la **production intégrée**, qui occupe moins de 2 % du territoire, 1 seule rotation type a été décrite.
 - Il s'agit d'une rotation sur 5 ans intégrant 2 pailles, 1 légumineuse (ex. : pois), 1 colza, 1 betterave. 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).

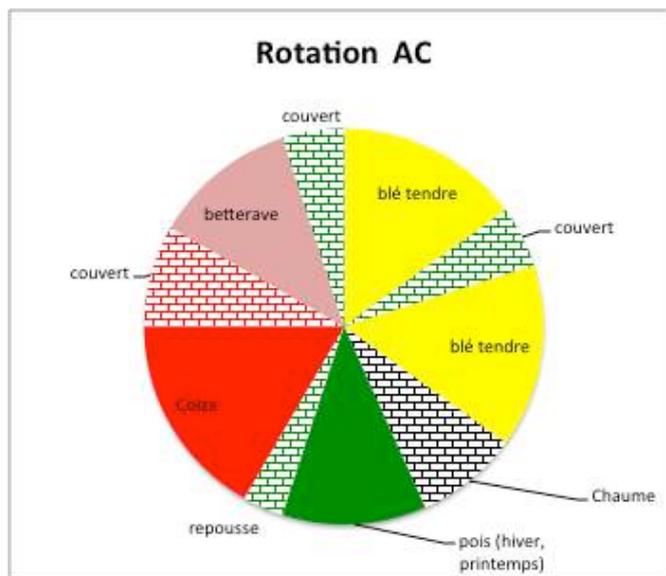


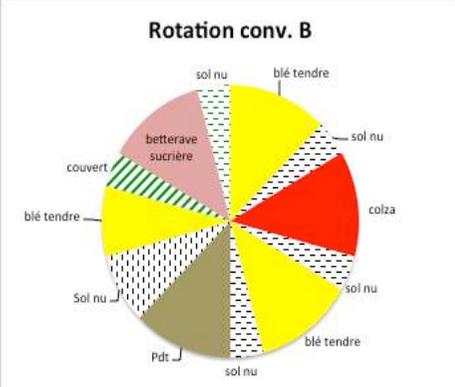
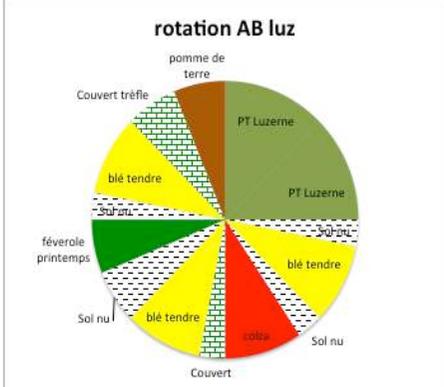
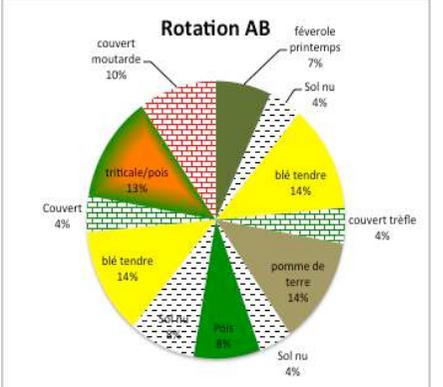
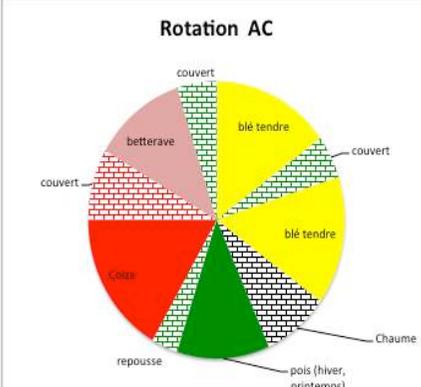
Figure 46 : description de la rotation de grandes cultures en production intégrée

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 32 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2010 région Picardie

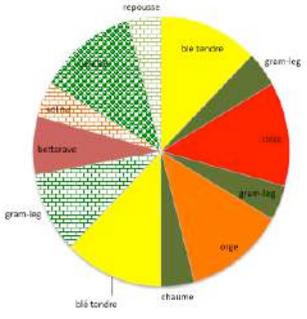
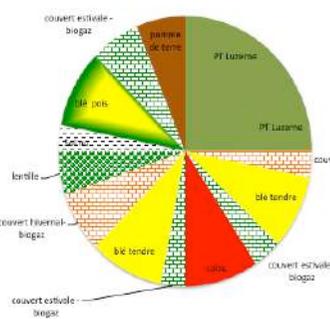
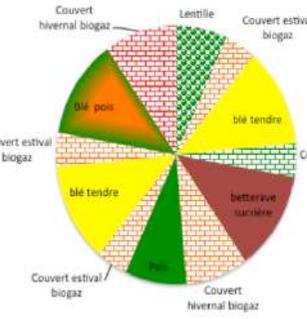
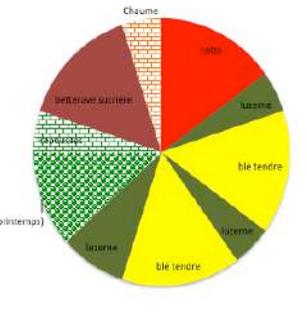
Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
 <p>Rotation conv. B</p>	 <p>rotation AB luz</p>	 <p>Rotation AB</p>	 <p>Rotation AC</p>
Éléments de synthèse			
<p>Système productif (en sec sauf pdt) et rentable 60 % alimentation humaine Dépendant (intrants, prix du marché, PAC) Impactant sur l’env. : N, IFT, GES, NH3, Sol Résilience climat : moyenne</p>	<p>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</p>	<p>Système moins productif (en sec) et rentable – 60 % alimentation humaine Dépendant (Norg, fioul PAC) Peu impactant sur l’env Résilience climat : moyenne</p>	<p>Système productif (en sec) et rentable – 50 % alimentation humaine Dépendance (Intrants, PAC) : moyenne Impact sur l’env. : moyen Résilience climat : moyenne/bonne</p>
Indicateurs environnementaux			
IFT : 9	IFT : 0	IFT : 0	IFT : 5
Surplus N : 40 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 5 kg N/ha	Surplus N : 15 kg N/ha
Emissions GES : 3,2 téq.CO2/ha	Emissions GES : 0,75 téq.CO2/ha	Emissions GES : 1,1 téq.CO2/ha	Emissions GES : 2,2 téq.CO2/ha
Consommation d’énergie 490 EQF/ha	Consommation d’énergie : 150 EQF/ha	Consommation d’énergie : 190 EQF/ha	Consommation d’énergie : 310 EQF/ha

1.5.2.2 Les unités de production en 2050

Les nécessaires adaptations des unités agricoles sont gouvernées par la durabilité environnementale, agronomique et climatique, et d'autre part par l'atteinte des objectifs fixés pour Afterres2050. Pour faire face 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 33 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2050 en région Picardie

Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
Evolution des systèmes de grandes cultures			
<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Mise en place de couverts 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>	<p>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</p>	<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Cultures associées : blé dur – pois Généralisation des couverts Rendement : +5 à +10 %/2010 Production de biogaz : paille – couverts</p>	<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Couvert vivant 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>
<p style="text-align: center;">Rotation Conv. 2050</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation AB luz 2050</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation AB 2050</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation AC 2050</p> 
Éléments de synthèse			
<p>Système productif : 30 % de MS énergétique 55 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral Impact env. : faible Résilience climat.: bonne</p>	<p>Système productif : 50 % de MS énergétique 50 % alimentation humaine Autonomie en azote Peu impactant sur l'env. Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif : 35 % de MS énergétique 60 % alimentation humaine Dépendance en azote Peu impactant sur l'env Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif : 30 % de MS énergétique 60 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral Impact env. : faible Résilience climat.: forte</p>
Indicateurs environnementaux			
IFT : 4,2	IFT : 0	IFT : 0	IFT : 2,7
Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 5 kg N/ha	Surplus N : 20 kg N/ha
Emissions GES : 2,2 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,2 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,5 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,9 téq.CO ₂ /ha
Consommation d'énergie 320 EQF/ha	Consommation d'énergie : 150 EQF/ha	Consommation d'énergie : 140 EQF/ha	Consommation d'énergie : 235 EQF/ha

1.5.2.3 Evolution grandes cultures – synthèse

Le tableau ci-dessous décrit tous les paramètres clés des unités de production actuelles et en 2050. Les cases « orange » 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 34 : évolution des paramètres clés des unités de production « grandes cultures » entre 2015 et 2050

Indicateurs	Conv A	Conv B	Moyenne Conv	AB_luz	AB	AC	AC 2050	AB2050-luzerne	AB2050	Conv. 2050	Unités
Production (anix. ou H.)	1288	1312		915	625	1282	1219	859	856	1200	tMS
Biomasse énergie	-	-		-	-	-	362	508	549	322	tMS
Part de la production en alimentation humaine	61%	62%		42%	60%	52%	62%	51%	59%	55%	% SAU
Consommation Nmin	25	33		-	-	19	13	0	0	18	t Nmin/an
Consommation Norg	0	0		135	589	0	0	0	431	0	t MB/an
IFT	7	9,7		-	-	5,0	3	0	0	4,2	Nb / ha
% légumineuses	0	17%		43%	42%	22%	33%	50%	55%	23%	%
Consommation de fioul	95	95		90	100	69	50	80	70	80	l/ha
Surplus N	4193	6830		1390	846	2213	1785	961	268	2009	kg N/an
Surplus N	25	40		8	5	13	11	6	2	12	kg N/ha
Production de méthane	-	-		-	-	-	116 402	200 000	179 300	100 000	m3 CH4
IAE	0	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	5%	5%	5%		% SAU
Total éq CO ₂ - émission	436	547	492	131	192	381	322	207	248	370	en tCO ₂ /an
réduction							35%	58%	50%	25%	%
Total éq CO ₂ - évité							644	987	914		
Consommation	70 901	82 607	76754	24 897	31 679	52 432	40 000	25 000	23 484	53 826	éq-litres fioul/an
réduction							48%	67%	69%	30%	%
NH ₃	2 522	3 343	2933	365	816	1 786	2148	1623	2068	2414	kg/an
réduction							27%	45%	29%	18%	%
Résilience	moyenne	moyenne		bonne	moyenne	moyenne	forte	forte	bonne	bonne	Résilience

1.6 Assemblage des paramètres et résultats régionaux

1.6.1 Les données d'entrée de la prospective régionale

1.6.1.1 La population et l'artificialisation des sols : 170 000 ha d'ici 2050

En 2050, la population de la région Picarde serait de **1 950 000 habitants**, selon le scénario central de l'INSEE (1 900 000 aujourd'hui).

L'artificialisation des sols pour 1 000 habitants est proche de **85 ha** aujourd'hui. En reprenant des données depuis 1990, cette valeur est en hausse régulière : partant de 75 ha pour 1 000 habitants en 1990, elle pourrait atteindre (scénario tendanciel) près de **105 ha** en 2050. Compte tenu des effets de l'augmentation de la population et de l'augmentation de la demande de surface par habitant, la surface artificialisée pourrait gagner près de 50 000 ha d'ici 2050 (passant ainsi tendanciellement de 160 000 à 210 000 ha).

Dans le cadre de l'exercice de régionalisation de la prospective Afterres2050, il a été proposé de diviser par deux l'augmentation de la demande d'artificialisation pour 1 000 habitants. **La surface artificialisée pour 1 000 habitants serait alors de 95 ha en 2050** et l'augmentation de la surface artificialisée d'ici 2050 serait de **20 000 ha** et atteindrait **180 000 ha**.

Les 20 000 ha de surfaces artificialisées additionnelles d'ici 2050 ont été pris sur la SAU régionale (principalement sur les céréales et oléo-protéagineux et les cultures fourragères annuelles).

1.6.1.1.1 La forêt et le bois

La surface de la forêt de la région gagnerait **17 000 ha** d'ici 2050 pour atteindre une surface totale de près de 400 000 ha. Les produits bois seraient en nette progression : + 40 % pour les bois d'oeuvre (et sciages), + 50 % pour les bois d'industrie et + 100 % pour le bois énergie (tous vecteurs confondus : bûches, plaquettes, gaz).

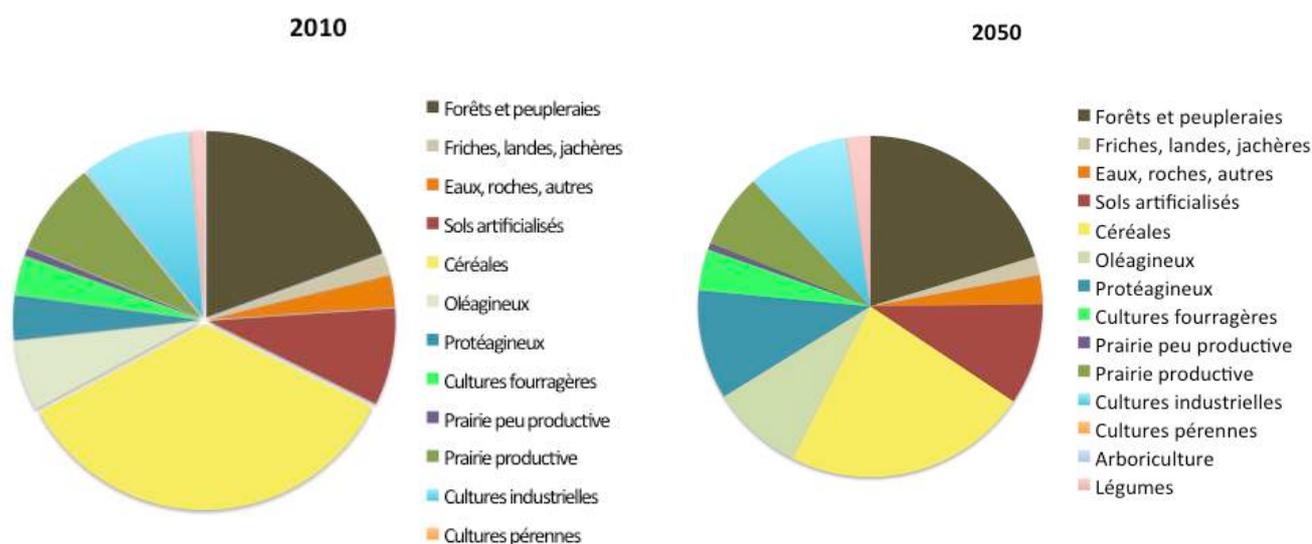


Figure 47 : Utilisation des terres de la région en 2010

Figure 48 : Utilisation des terres de la région en 2050

1.6.1.2 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 128 000 à **61 000** mères soit une baisse de 50 %,
- le troupeau **bovin viande** passe de 77 000 à **7 000** mères soit une baisse de près de 90 %.

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 170 000 à **150 000 ha** soit une baisse de 12 % des surfaces. Les autres surfaces fourragères (maïs ensilage, prairies temporaires mélangées, ray grass) sont réduites d'un facteur 3.

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

- la réduction de la demande en viande,
- le report partiel de la consommation de viande rouge et de poisson vers la viande blanche,
- la 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 35 : évolution des effectifs des cheptels (hors bovins)

Milliers d'effectifs	2010	2050	Evolution
Nombre de places de porcs charcutiers	58	35	-40%
dont porcs en intensif	52	3	-93%
Nombre de places de poulets de chair	2 519	1 965	-22%
dont volailles en intensif	1 874	197	-90%
Nombre de places de poules pondeuses	2 703	1 676	-38%
Nombre de chèvres	1	1	0%
Nombre de brebis	58	103	53%

1.6.1.3 Evolution de l'assolement régional des grandes cultures

Pour définir l'occupation du territoire en 2050 nous avons travaillé sur les unités agricoles en grandes cultures dans un premier temps. 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).

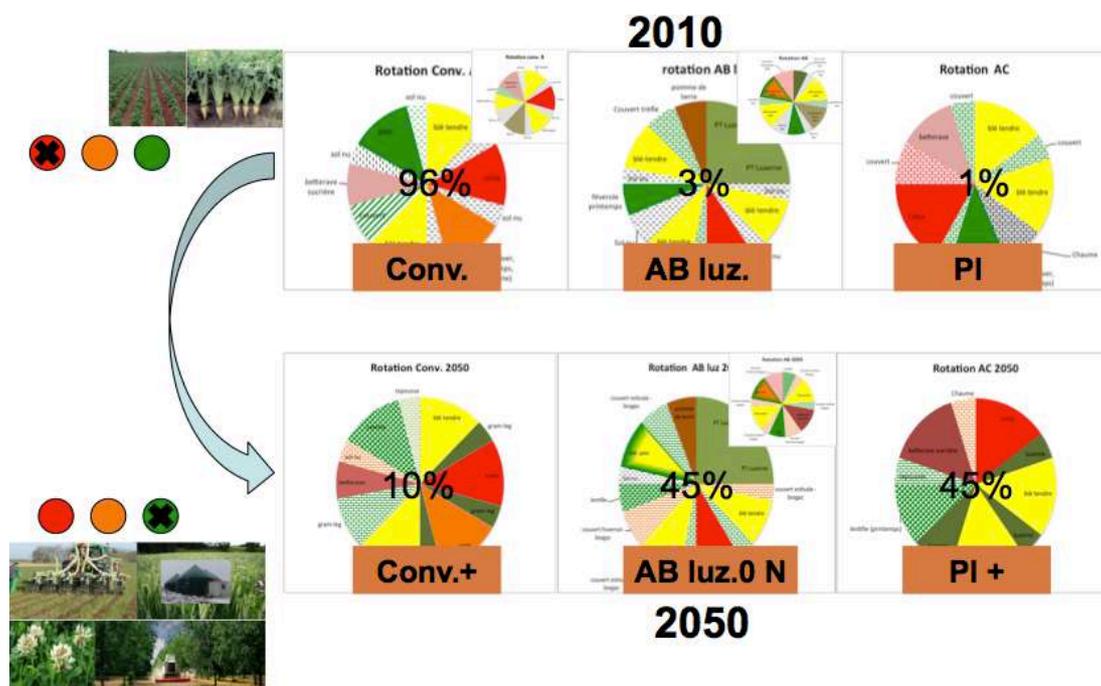


Figure 49 : synthèse de l'évolution des fermes de grandes cultures entre 2010 et 2050

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

1.6.2.1 Occupation du territoire

En appliquant les hypothèses du scénario Afterres2050 à l'échelle de la région, 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 (y compris les fourrages annuels) 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 36 : Récapitulatif de l'évolution de l'affectation des surfaces

Milliers d'hectares	2010	2050	Evolution (1000 ha)	Evolution (%)
Céréales oléo-protéagineux	874	821	-52	-6%
Cultures industrielles	184	187	2	1%
Vigne	3	3	0	1%
Arboriculture	2	2	0	25%
Maraichage	20	40	20	100%
Cultures fourragères	67	76	10	15%
Prairies naturelles	171	150	-21	-12%
Forêts et peupleraies	379	396	17	4%
Friches, landes, jachères	35	35	0	0%
Eaux et rochers	53	53	0	0%
Sols artificialisés	165	188	23	14%
TOTAL	1 952	1 952		

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 diminuent (mais moins vite que dans le scénario tendanciel),
 - les surfaces de prairies temporaires sont réduites,
 - les surfaces de prairies temporaires légumineuses augmentent (les surfaces de luzerne des systèmes d'agriculture biologique se retrouvent dans cette catégorie).

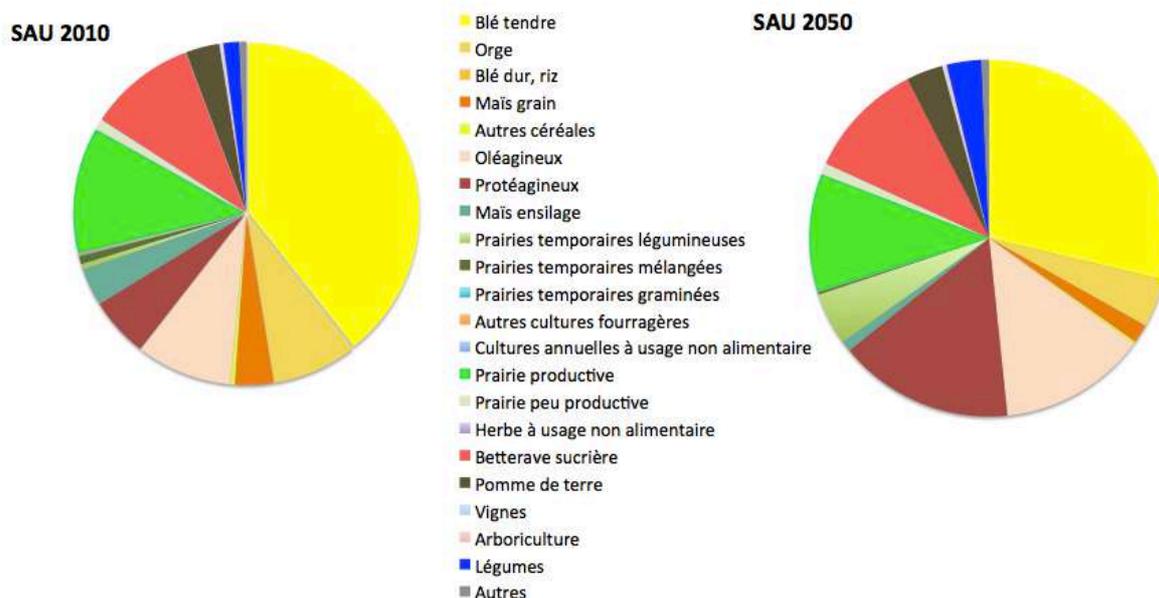


Figure 50 : Évolution de la SAU entre 2010 et 2050

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,
- le maraîchage.

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

Tableau 37 : évolution des surfaces agricoles de la région

Assolement – détail	2010	2050	Evolution
blé tendre	520	368	-29%
blé dur	0	0	-8%
maïs grain	48	22	-54%
colza	113	161	43%
orge (hiver, printemps, brasserie)	106	56	-47%
pois (hiver, printemps)	35	93	169%
betterave sucrière	134	136	1%
maïs ensilage	47	12	-74%
prairie naturelle productives >30ans	158	137	-13%
tournesol	1	2	43%
triticale	1	1	-47%
avoine	4	2	-47%
féveroles hiver	40	109	169%
lin oléagineux (graines)	5	6	43%
pomme de terre	42	42	1%
prairie naturelle peu productives, parcours	13	13	0%
PT mélangées	10	3	-74%
PT Luzerne	7	61	808%
ray-grass <= 18 mois	2	0	-74%

1.6.2.2 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 45 %,
- d'une manière générale, la production de grains est réduite de près de 35 %,
- la production de fourrages hors STH baisse de 70 %. Seule la luzerne se maintient (une partie de cette luzerne étant utilisée à des fins énergétiques),
- la production de fourrages de la STH recule de 15 %,
- 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 augmenterait de 20 %.

Tableau 38 : Les productions végétales en 2010, 2030 et 2050

Milliers de tonnes (MS pour productions en vert)	2010	2030	2050	2010-2050
Blé tendre	3 588	2 705	1 979	-45%
Orge	649	427	251	-61%
Maïs grain	0	0	0	-32%
Blé dur	369	266	151	-59%
Autres céréales	26	17	10	-62%
Oléagineux	366	385	396	8%
Protéagineux	302	480	605	100%
SOUS TOTAL GRAINS	5 300	4 281	3 392	-36%
Maïs ensilage	656	410	173	-74%
Prairies temporaires légumineuses	65	321	570	779%
Prairies temporaires mélangées	80	50	21	-74%
Prairies temporaires graminées	15	9	4	-74%
SOUS TOTAL FOURRAGES	862	815	777	-10%
Prairies naturelles permanentes productives	1 112	1 019	931	-16%
Prairies peu productives	24	23	23	-1%
SOUS TOTAL PRAIRIES	1 136	1 043	954	-16%
Betterave sucrière	2 462	2 428	2 463	0%
Pomme de terre	374	340	312	-17%
Vignes	1	1	1	-18%
Arboriculture	7	8	8	10%
Légumes	42	63	84	100%
CULTURES INDUSTRIELLES OU PERMANENTES	2 886	2 840	2 868	-1%
Production de cultures associées	0	107	173	
Production de cultures intermédiaires	145	1 995	3 752	
TOTAL	10 329	11 080	11 916	15%
Valeur énergétique (PJ)	171	184	198	16%

1.6.2.3 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 du scénario régional :

- Une réduction de 45 % de la production de viande et d'œuf ;
- Une réduction de 55 % de la production de lait ;
- Une augmentation de 50 % du troupeau ovin.

Tableau 39 : Les cheptels régionaux en 2010, 2030 et 2050

Effectifs, milliers de têtes (indicateurs)	2010	2030	2050
Vaches laitières ou mixtes (mères)	128	95	61
Vaches allaitantes (mères)	77	42	7
Chèvres (mères)	1	1	1
Brebis (mères)	68	86	103
Porcs à l'engraissement (places)	58	46	35
Poulets de chair (places)	2 519	2 242	1 965
Poules pondeuses (places)	2 703	2 189	1 676

Tableau 40 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Productions animales, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Viande (total) - carcasse	84	63	42
bovins- carcasse	33	22	11
porcs- carcasse	16	13	9
volailles- carcasse	34	27	20
Lait	822	570	383
Œufs	51	39	29

Tableau 41 : Les consommations animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Alimentation animale, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Fourrages (matière sèche)	1 019	626	306
Pâtture (matière sèche)	851	691	442
Concentrés	626	454	299
Part de fourrage non consommée par les animaux (% de la production total de fourrage)	3%	14%	35%

1.6.2.4 Evolution du solde extérieur régional

Le solde extérieur correspond à la différence entre la production et les besoins alimentaires (des hommes et des cheptels). Si on considère que la région auto-consomme 100 % de ce qu'elle produit, le solde extérieur correspond à sa capacité "exportatrice" (s'il est positif), ou bien ce qu'elle doit "importer" (s'il est négatif).

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.

Tableau 42 : le solde extérieur régional en 2010, 2030 et 2050

Solde extérieur, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Céréales et maïs	4 323	3 198	2 249
Pommes de terre	1 533	1 387	1 286
Produits laitiers	227	153	125
Sucre	2 050	2 030	2 070
Viande, abats, graisses animales, œufs	-90	-72	-40
Boissons alcooliques	-151	-130	-94
Tourteaux, huiles, oléoprotéagineux	908	1 104	1 240
Café, cacao, thé, épices, stimulants	-19	-18	-14
Légumes	11	144	326
Poissons et produits halieutiques	-68	-38	-16

Il ressort du scénario régional qu'en 2050 (Cf. figure ci-après) :

- le **solde extérieur en céréales reste positif mais est divisé par 2** : la diminution des troupeaux compense en partie la perte de surfaces et de rendement, et l'augmentation des besoins de la population;
- la **région couvre ses besoins en lait malgré la division par 2 de sa production**;
- la **région est moins déficitaire en viandes et œufs** : la réduction importante du troupeau allaitant est compensé par la réduction de la demande alimentaire ;
- La **région exporte la grande majorité de ses légumes**

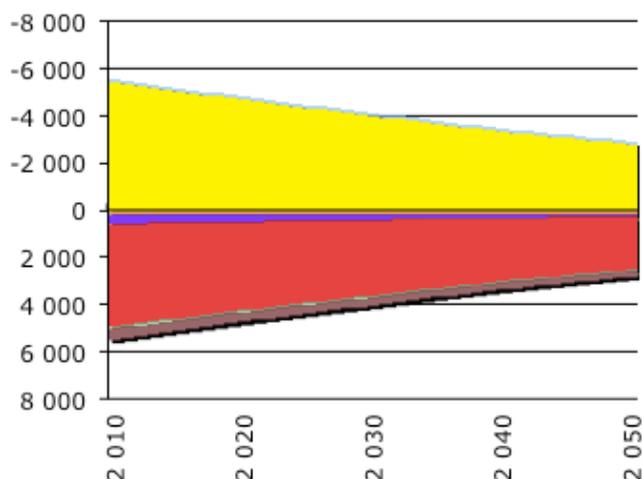


Figure 51 : Céréales – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

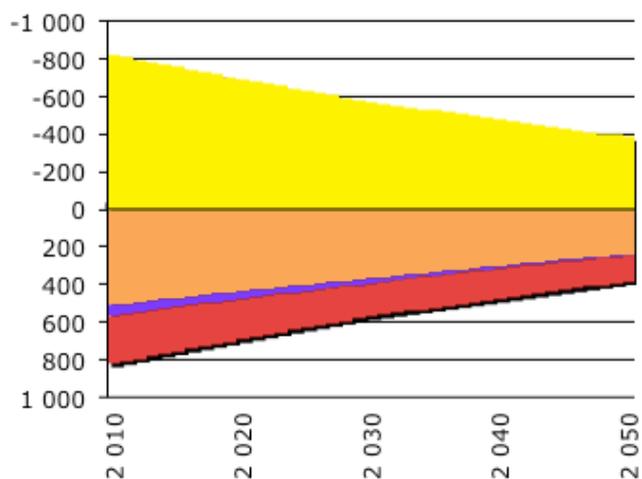


Figure 52 : Lait – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

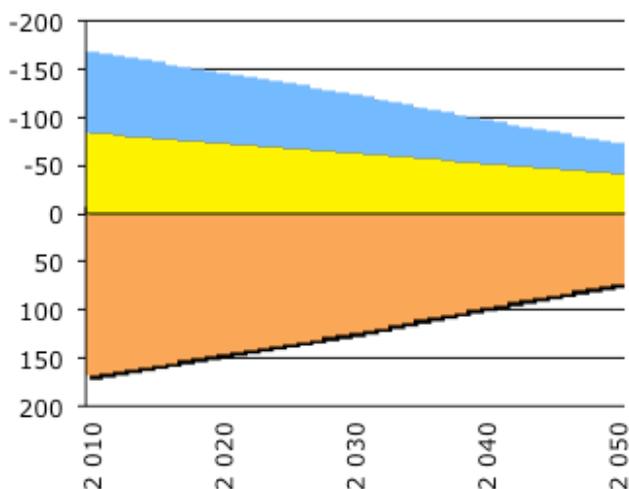


Figure 53 : Viandes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

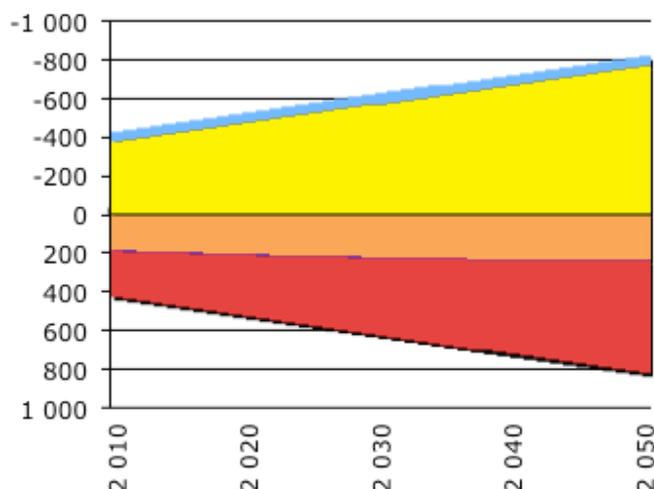


Figure 54 : Légumes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

1.6.2.5 Résultats environnementaux et climatiques

Globalement, les **émissions de GES** sont divisées par un facteur **3**. **Les émissions passent de 4,7 Mtéq.CO2 à 1,5 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 3 du nombre de bovins,
- les émissions directes de CO₂ : réduction de consommation de fioul, substitution de fossiles par des renouvelables,
- les émissions indirectes de CO₂ (émissions liées notamment à la fabrication des engrais azotés) : division par 3 de la quantité d'azote minéral utilisée.

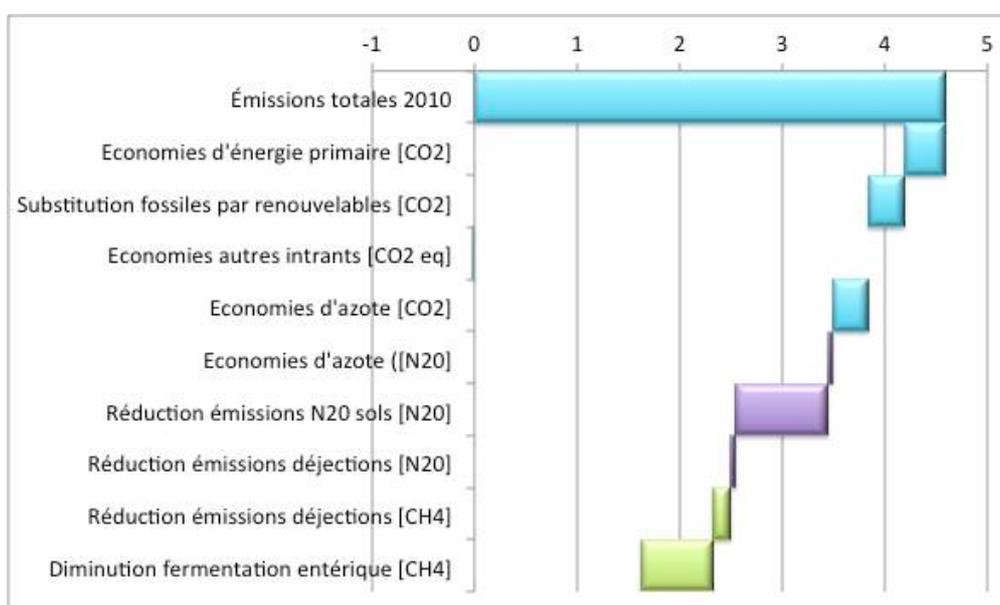


Figure 55 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2050

La **consommation d'énergie** est réduite de près de un tiers : elle passe de 4,8 TWh en 2010 à 3,2 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 43 : Les consommations d'énergie en 2010 et 2050

Consommation, TWh	2010	2050
Energie directe	2,2	1,3
dont Carburant	1,6	1,0
dont Electricité	0,3	0,1
dont Gaz	0,3	0,1
dont Biomasse	0,0	0,1
Energie indirecte	3,6	1,6
dont Azote	2,5	0,6
dont autres intrants	0,6	0,5
dont Matériel	0,5	0,5
Total	5,8	2,9

Parmi les principaux **résultats environnementaux**, notons :

- **la réduction d'un tiers la quantité d'azote lixivié,**
- **la division par 4 la pression phytosanitaire,**
- **la division par 2,5 de la volatilisation d'ammoniac,**
- **le doublement des surfaces d'infrastructures agroécologiques dans les systèmes agricoles,**
- **l'amélioration de la résilience climatique de l'agriculture régionale.**

1.6.2.6 Les productions de carbone renouvelable pour la société

Une partie de la biomasse agricole et la biomasse forestière prélevée sert 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 ;
- 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 multiplie par 2 sa production de carbone renouvelable**. Le tableau ci-après présente les principaux résultats (exprimés en PJ) de production de carbone renouvelable.

Tableau 44 : les productions de carbone renouvelable de la région (exprimée en PJ)

CARBONE RENOUVELABLE (PJ)	2010	2050	Evolution
Bois d'œuvre (sciages) issu de la forêt	110	150	36%
Produits connexes de scierie matière	55	55	0%
Produits connexes de scierie énergie	55	95	73%
Bois d'industrie issu de la forêt	120	170	42%
Bois énergie issu de la forêt	190	412	117%
Bois d'œuvre issu de l'agroforesterie	0	2	
Menu bois issu de l'agroforesterie	1	6	293%
Biogaz de déjections d'élevage	0	1	
Biogaz ex-prairie	0	5	
Cultures intermédiaires méthanisées	0	11	
Cultures fourragères dédiées azote-énergie	0	6	
Résidus de culture méthanisés	0	8	
Résidus de culture usage combustion	0	2	
Résidus de culture usage matériaux	0	11	
Déchets de bois	162	216	33%
Biomasse énergie en PJ	409	756	85%
Biomasse matériau en PJ	285	389	36%
TOTAL	694	1145	65%

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

1.6.2.7 Synthèse des résultats

Tableau 45 : évolution des principales caractéristiques 2010-2050

	Unité	2010	Afterres 2050	Facteur de réduction
Emissions de GES	Mtêq. CO2	4,6	1,5	3
Consommation Nmin	Mt	0,17	0,05	3
Emissions d'ammoniac	kt	24	10	2
Pression phytosanitaire	NODU	7,90	0,1,96	4
Adaptation climat	Qual.	moyenne	Bonne	
Production de blé	kt	520	368	1,4
Exportation de lait	kt	227	125	
Carbone renouvelable	PJ	694	1145	
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	113	90	1,30

1.6.3 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 supplémentaires) ;
- 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 – Unités de production 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 "tendancier", 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% les émissions de 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 les 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 46 : comparaison des scénarios sur les principales caractéristiques

	Unité	2010	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Emissions de GES	Mtég. CO2	4,6	4,2	1,5	1,2	2,5
Consommation Nmin	Mt	0,17	0,025	0,05	0	0,112
Emissions d'ammoniac	kt	24	20	10	7	9
Pression phytosanitaire	NODU	7,90	1,53	1,96	0	3,90
Adaptation climat	Qual.	moyenne	moyenne	Bonne	Bonne	Bonne
Production de blé	ha	520	129	368	396	516
Exportation de lait	kt	227	19	125	119	901
Carbone renouvelable	PJ	694	1108	1145	1141	1135
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	113	125	89	77	113

2 Région Ile-de-France

2.1 Déroulement des travaux et organisation des débats

2.1.1 Déroulement des travaux

Le premier comité régional de suivi (CRS) s'est tenu le 11 février 2014. Un groupe de travail d'environ 50 personnes a été constitué. Les étapes ont ensuite été les suivantes :

- écriture des règles d'organisation, de fonctionnement et de participation du groupe de travail Afterres2050 Ile-de-France (RPR-0) le 29 avril 2014,
- organisation d'une première réunion plénière régionale (RPR-1 le 23 mai 2014) portant sur la présentation globale de la démarche et la prospective Afterres2050, la présentation de résultats généraux et l'analyse qualitative de la démarche Afterres2050 au vue des enjeux et de l'état des lieux de l'agriculture et de la forêt régionale,
- organisation du deuxième CRS (le 9 octobre 2014) portant sur la synthèse des travaux effectués et les prochaines étapes du projet (RPR-2, RPR-3, Ateliers thématiques),
- organisation de l'atelier thématique concernant les unités agricoles en 2050 (2 demi-journées en novembre 2014),
- organisation de la deuxième réunion plénière régionale (RPR-2 le 19 novembre 2014) portant principalement sur la présentation d'une version avancée de la régionalisation de la prospective : occupation du territoire, productions et résultats environnementaux.
- Le dernier CRS 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 ;
 - La construction de scénarios alternatifs régionaux.

La dernière réunion plénière (RPR-3) s'est tenue le 2 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 et la question de la ressource en eau.

2.1.1.1 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050 Ile-de-France »

Les animateurs ont mené une série de 6 entretiens avec des membres du GTR pour leur demander les conditions de réussite du projet en région Ile-de-France. Suite à ces enquêtes, une première version d'un « contrat d'animation » a été rédigée. Dans un second temps, cette version de travail a été présentée à l'ensemble des membres du GTR pour être amendée et validée au cours d'une demi-journée de travail.

Ce « contrat d'animation » a pour objet de déterminer les rôles et engagements de chacun dans le projet. C'est un document qui a pour but principal de créer un climat de confiance pour la rencontre des acteurs. C'est un document auquel tous les acteurs pourront faire référence au cours de la démarche. Il se décline en 9 articles.

- Article 1 : Cadre régional
- Article 2 : Rôle de Solagro
- Article 3 : Participation au Groupe de Travail Régional

- Article 4 : Rôle de Sol et Civilisation (animateur régional)
- Article 5 : Démarche prévue
- Article 5 bis : Précision sur la démarche prévue
- Article 6 : Résultats attendus
- Article 7 : Communication et diffusion des résultats
- Article 8 : Suite éventuelle
- Article 9 : Respect du contrat d'animation

2.2 L'agriculture régionale aujourd'hui

2.2.1 Les chiffres clés

L'agriculture régionale 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,
- 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).

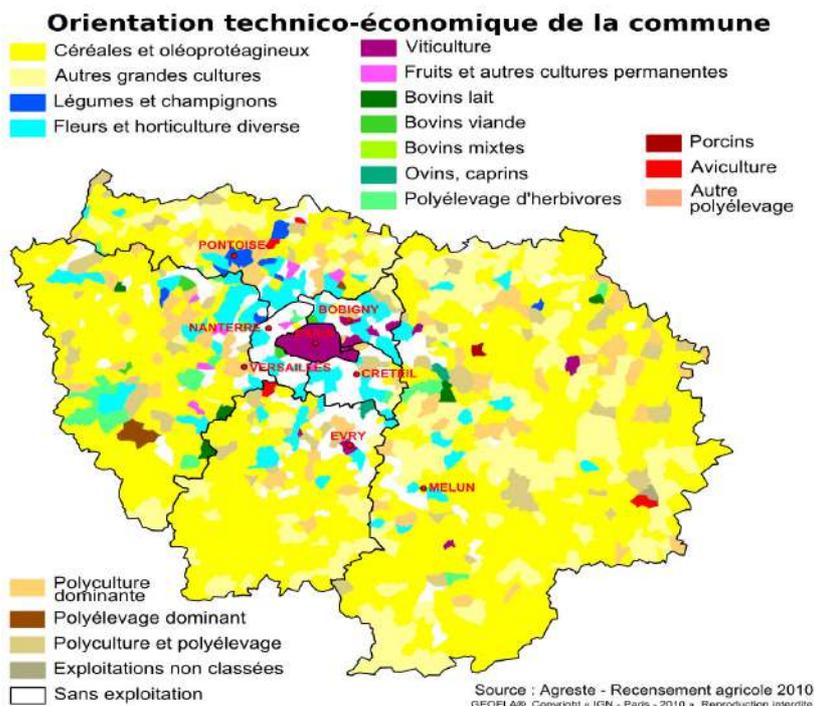


Figure 56 : Les OTEX de la région en 2010

2.2.2 Les paysages agricoles régionaux



Plaine céréalière



Plaine céréalière



Proximité avec la métropole



Plaine céréalière



Plaine céréalière



Plaine céréalière

2.2.3 Les sols de la région

Les sols de la région Ile-de-France utilisés pour l'agriculture sont principalement des sols limoneux et limono-argileux :

- teneur en argile moyenne allant de 15 à 25 % ;
- teneur en limon moyenne de 70 % (avec plus de la moitié sous forme de limons fins ou « battants »).

Le taux de matière organique est pour une majorité des sols compris entre 1,5 et 2 %.

Cette texture et ce taux de matière organique faible, expliquent la sensibilité d'une partie des sols (à l'exception de la Beauce et d'une partie de la Brie en bordure des plateaux limoneux) de la région à l'érosion et à la battance avec des indices supérieurs à 2 pour près de la moitié de la superficie et des valeurs comprises entre 1,5 et 2 pour le reste des surfaces.

Outre ces phénomènes d'instabilité de la structure des sols, on constate la formation d'horizon d'accumulation d'argiles. Ces derniers, étant donné le faible taux de matière organique, ne peuvent plus former de complexes organo-minéraux stables et sont alors lessivés. Avec la migration des argiles, ce sont une partie des éléments minéraux qui ne sont plus retenus dans la couche arable. Il faut également noter une tendance assez marquée des sols à l'hydromorphie.

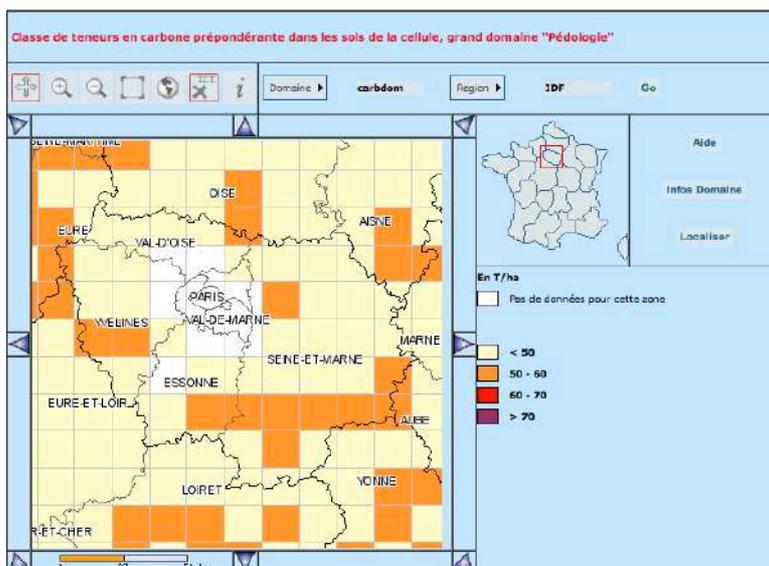


Figure 57 : Classe des teneurs en carbone des sols, en t/ha (Source : GIS-SOL/BDAT)

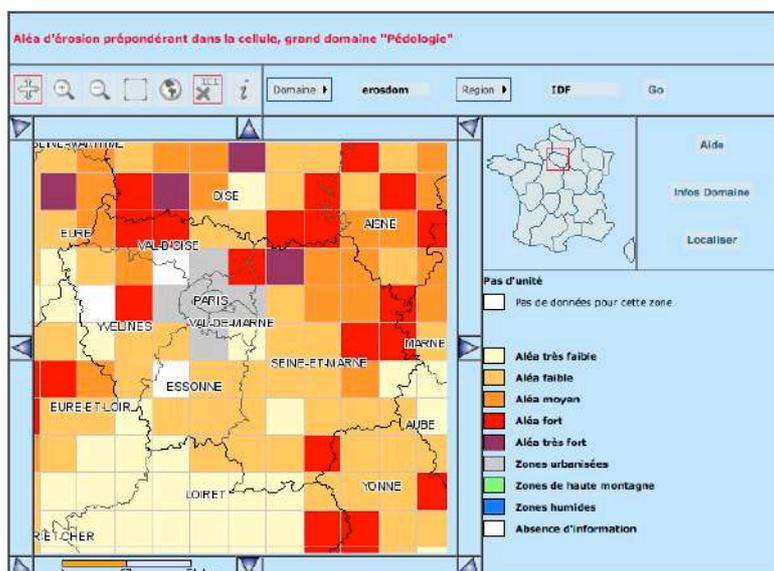


Figure 58 : Aléa érosion (Source : GIS-SOL/BDAT)

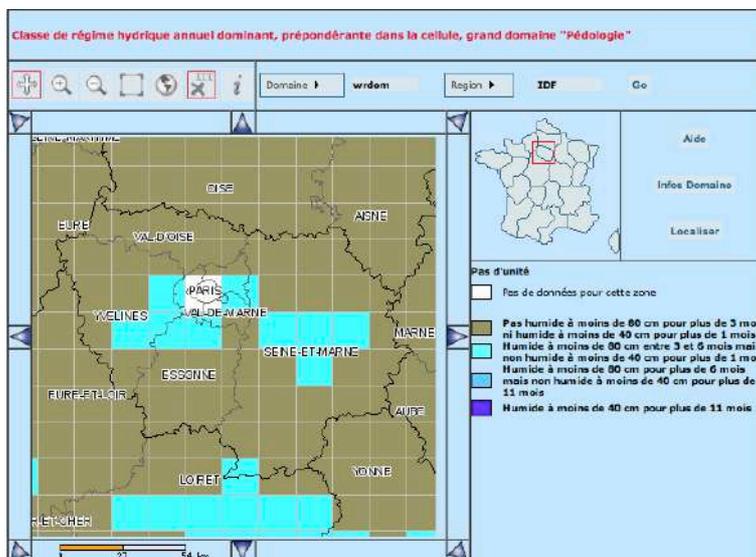


Figure 59 : Classe de régime hydrique annuel dominant (Source : GIS-SOL/BDAT)

2.3 Les principaux enjeux concernant l'alimentation, la biomasse, l'agriculture et la sylviculture en Ile-de-France

Les travaux de la première réunion plénière RPR-1 ont permis une analyse partagée des enjeux régionaux

2.3.1 Maintenir des terres et des espaces agricoles et sylvicoles fonctionnels

Pour les membres du GTR, le maintien des terres passe par :

- une vigilance sur la question de l'artificialisation des terres et de la compétition entre usages sur les espaces « ouverts »,
- la régulation de l'accès au foncier,
- une meilleure garantie de la pérennité des espaces agricoles en Ile-de-France en « reconnectant » le monde agricole et la ville.

2.3.2 Autonomie alimentaire, pour quels produits, en Ile-de-France ?

Pour les membres du GTR, aborder la question du degré d'autonomie nécessite de :

- sortir du mythe de l'autosuffisance alimentaire en Ile-de-France et faire des choix,
- tenir compte de la réalité économique des exploitants agricoles et du contexte pédoclimatique favorable aux grandes cultures,
- renvoyer à des questions de diversification des productions en Ile-de-France (ce qui fait débat notamment sur l'élevage, et donc de capacité d'évolution du système agricole actuel).

2.3.3 Production de matière première et production de valeur ajoutée

Pour les membres du GTR, le traitement de cette thématique passe par :

- la réactualisation de filières traditionnelles de transformation,
- la valorisation de la biomasse dans son ensemble, y compris celle issue « de la ville »,
- la recherche de gisements de valeurs ajoutées trop peu explorés aujourd'hui, en particulier dans la relation entre agriculteurs et autres acteurs, dans les territoires.

2.3.4 Les enjeux environnementaux

La reconquête de certaines qualités environnementales (notamment pour les thématiques de la qualité de l'eau, la fertilité des sols, la résilience climatique et la biodiversité) apparaît comme un enjeu majeur, la dégradation de l'environnement étant liée pour beaucoup au développement relativement récent d'une agriculture spécialisée et à ses conséquences. Mais la difficulté à faire évoluer le système actuel apparaît comme une difficulté majeure.

2.3.5 Des enjeux sociaux

L'importance de prendre en compte les enjeux « sociaux » ont été rappelés par le GTR, tant pour le devenir de la société francilienne en générale, avec le gisement d'emplois que pourrait représenter l'agriculture, la forêt, la production et la transformation de la biomasse comme pour le devenir de l'agriculture. Ce secteur aura besoin d'agriculteurs et de main d'œuvre agricole bien formés et d'une main d'œuvre qui aura envie de s'investir dans ces futurs métiers.

2.4 Regards croisés sur l'exercice de régionalisation

Lors de la première RPR, la prospective nationale Afterres2050 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 (ex. : au niveau national, le troupeau bovin lait est réduit d'un facteur 2,6 – ce facteur a été appliqué au niveau régional). 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 synthétise ces éléments.

Tableau 47 : Les premiers avis du GTR sur le projet de régionalisation

Les points faibles	Les points forts
Un scénario jugé trop timide ou encore trop optimiste/ambitieux (50 % AB, forêt de production vs forêt d'accueil, foncier). Manque d'analyse d'échelle sur la question alimentaire : IDF/France/Europe - Manque d'une vision par grands bassins de production/liens avec les régions limitrophes. Pas d'analyse socio-économique. Pas de prise en compte des transports. Pas assez de mise en valeur des enjeux santé – sanitaire – alimentation. Pas d'indicateur de couverture des besoins alimentaires. Manque d'information sur les incertitudes, les leviers, et l'adaptation climatique (eau).	Scénario ambitieux. Une approche holistique. Prise en compte des enjeux santé – sanitaire – alimentation.
Les points à approfondir	
Faisabilité « technique-économique-emploi » des systèmes proposés et effets environnementaux. Le changement climatique et l'adaptation (zoom sur l'eau). La place de l'élevage. Quelle autonomie alimentaire pour la région? Quelles diversifications? La méthanisation : quel modèle? Quels indicateurs sur la santé des populations ? Prendre en compte les interactions villes/campagnes (ex. : déchets-boues, fragmentation, loisirs, artificialisation) La forêt francilienne multi-usages (biodiversité, accueil, production). Les concurrences d'usages des sols et de la biomasse. Quelles sont les clés de la transition ? La maîtrise du foncier.	

2.5 Le climat et les ressources en eau

2.5.1 Le climat aujourd'hui

L'Ile-de-France a un **climat océanique altéré** : il présente des écarts annuels de températures plus prononcés (dus aux influences continentales à l'est) et des précipitations moindres par rapport à la bordure océanique. Le climat se caractérise par des hivers et des étés doux, des situations excessives rares et des vents plutôt faibles. Le climat est assez **homogène sur la région**, toutefois il faut noter la présence d'un **îlot de chaleur urbain à Paris** : les températures minimales y sont en moyenne 2°C au-dessus des températures minimales observées dans les zones forestières.

La quantité de précipitations qui tombe sur l'ensemble d'une année est de **600 mm d'eau à Paris** contre environ 750 mm pour la moyenne nationale. Par contre, le nombre de jours de pluie est au-dessus de la moyenne nationale : entre 160 et 170 jours par an. L'humidité est suffisante, cependant on note un léger caractère de sécheresse par rapport à la périphérie du Bassin parisien. **La saison la plus sèche est le printemps** (mars à mai), mais les pluies sont assez bien réparties sur les autres mois de l'année. La région connaît des brouillards humides, surtout dans les vallées. Les plateaux et les collines sont plus arrosés que les plaines. Le nombre annuel moyen d'heures de pluie s'élève à 495 (environ 1h20 de pluie par jour).

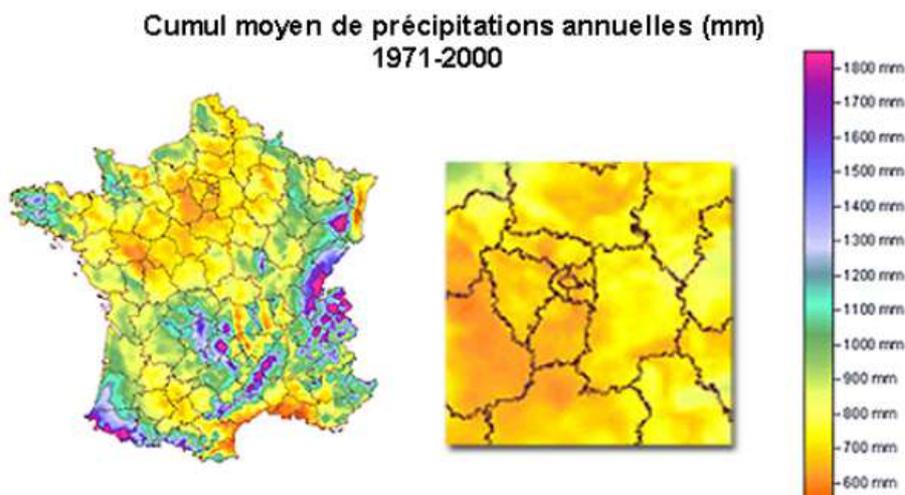


Figure 60 : Cumul moyen de précipitations annuelles (mm) pour la période 1971-2000 (Source : Météo France)

Les pluies efficaces en Ile-de-France sont inférieures à -100 mm.

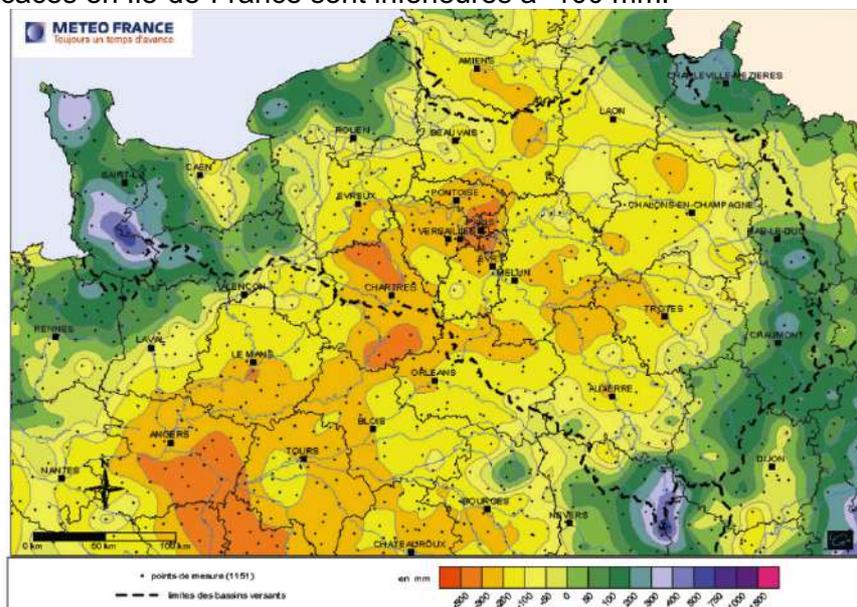


Figure 61 : Pluie efficace (septembre 2007 à août 2009) (Source : Météofrance)

La nappe de Champigny a une recharge moyenne de 170 mm/an sur les trente dernières années, pour un cumul de précipitations d'environ 670 mm/an. On observe deux périodes déficitaires : 1989-1992 et 2003 à aujourd'hui, faits qui ont incité à diminuer les prélèvements sur cet aquifère. La recharge des nappes se fait surtout en hiver (évapotranspiration faible et précipitations moins fortes et plus soutenues dans le temps, sur des sols déjà saturés en eau).

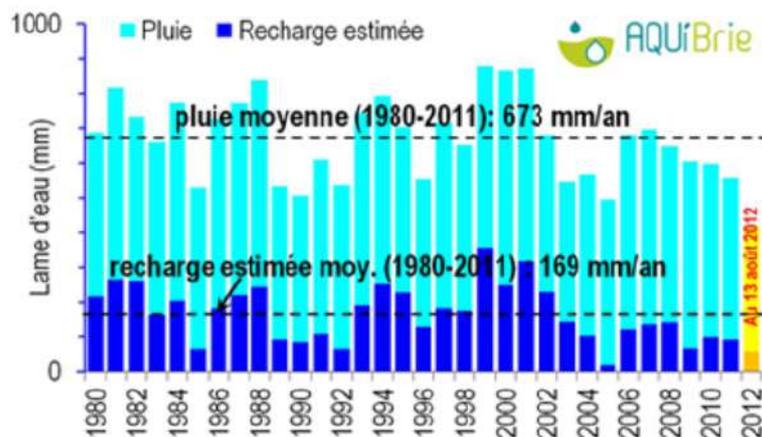


Figure 62 : Recharge de la nappe de Champigny (Source : AQUI'Brie)

Le mois le plus chaud est juillet (19,5°C) et le mois le plus froid est janvier (3,4°C).

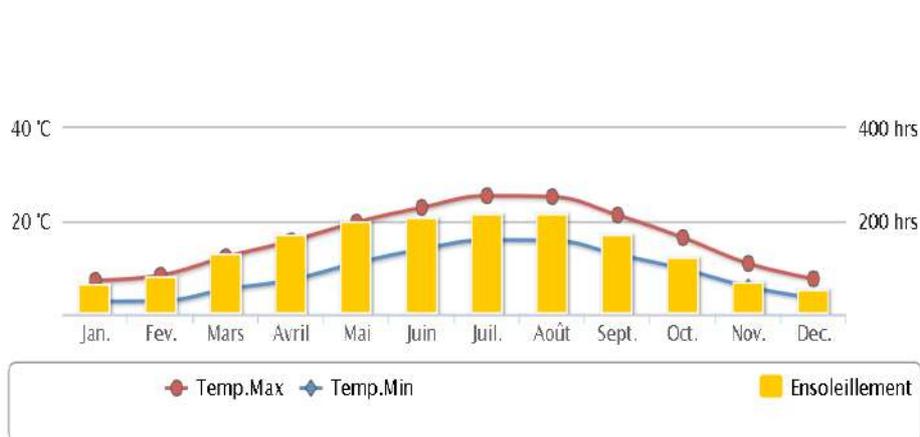


Figure 63 : Données météorologiques pour la station de Paris (températures maximales et minimales, ensoleillement) (Source : Météo France)

La demande évaporative de l'atmosphère est supérieure aux précipitations sur une grande superficie du bassin de la Seine (puisque le rapport précipitations/ETP est inférieur à 1).

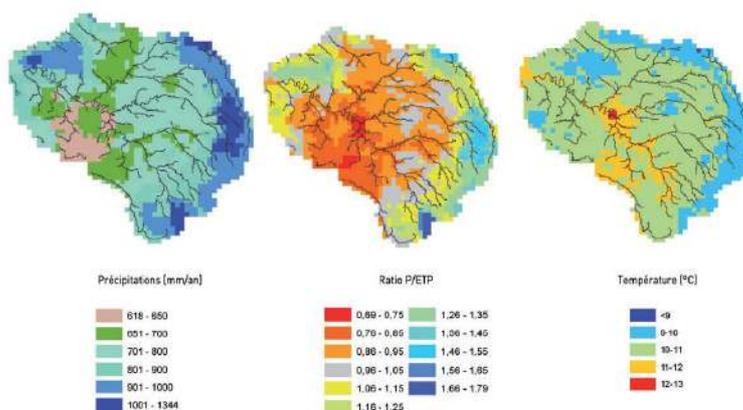
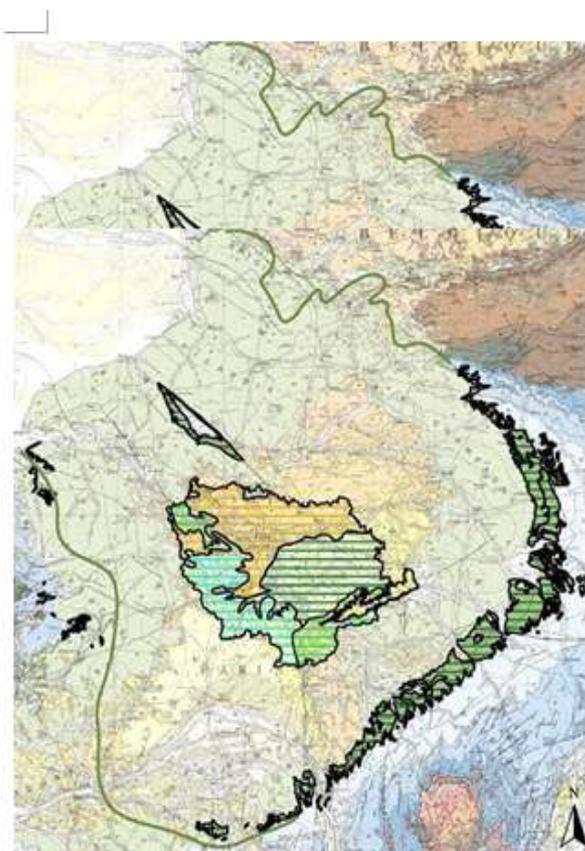


Figure 64 : Caractéristiques climatiques du bassin versant de la Seine issues de SAFRAN sur la période 1971-2000. Moyenne annuelle des précipitations, du ratio précipitations sur évapotranspiration réelle, et de la température de l'air (Source : AESN)

2.5.2 Les ressources en eau aujourd'hui

2.5.2.1 Ressources en eaux souterraines

La région Île-de-France a à disposition 5 aquifères principaux :



- la **nappe de l'Oligocène, ou nappe de Beauce** (classée en ZRE en 2003) qui est répartie sur deux grands bassins : Loire Bretagne et Seine Normandie, et sur deux régions : Centre et Île-de-France (6 départements, 681 communes). D'importants **prélèvements y sont réalisés pour l'agriculture, qui peuvent aller jusqu'à 80% des prélèvements totaux.** L'eau de la nappe de Beauce présente des teneurs élevées en nitrates et en produits phytosanitaires.

- **La nappe du calcaire de Champigny**, dont une partie a été classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) (gestion spécifique et prélèvements limités à 140 000 m³/jour). **C'est en effet une des nappes les plus exploitées d'Île-de-France (surtout pour l'alimentation en eau potable).** Les trois quarts de l'alimentation de cette nappe sont assurés par l'infiltration des rivières : les rejets dans les eaux superficielles (agriculture, collectivités, industries) ont donc un impact direct sur la qualité des eaux souterraines.

- **La nappe du Lutétien-Yprésien**, nappe surexploitée auparavant qui fait aujourd'hui l'objet de mesures de protection.
- **La nappe de la Craie** (grande réserve d'eau potable dans le secteur de la Bassée)
- **La nappe de l'Albien-néocomien** : sous la nappe de la Craie, protégée des pollutions de surface, c'est une ressource de très bonne qualité pour **l'AEP de secours.** Elle est classée en ZRE (volumes de prélèvements limités).

Figure 65 : Nappes d'eau en Île-de-France

2.5.2.2 Ressources en eaux superficielles

L'Île-de-France compte 3 cours d'eau principaux : **la Seine, la Marne et l'Oise**. Il y a une cinquantaine de rivières dans la région et plusieurs centaines de rus et rigoles. Les rivières principales sont des affluents de la Seine : la Marne, l'Oise, l'Yonne, le Grand Morin, le Petit Morin, l'Yerres, l'Essonne, l'Orge, la Juine, l'École, le Loing, le Lunain, l'Orvanne, l'Epte, la Viosne, la Mauldre, l'Yvette, la Bièvre, l'Ourcq...

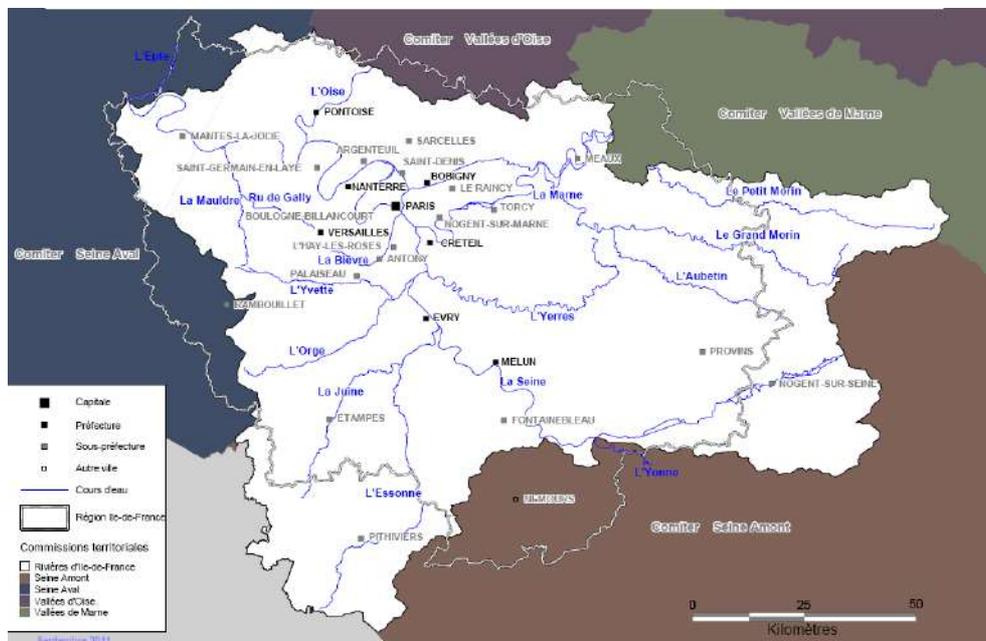


Figure 66 : Réseau des cours d'eau en Île-de-France et gestion par la commission territoriale « Rivières Ile-de-France » (Source : AESN)

On peut distinguer les cours d'eau dont le débit est compris :

- entre 1 et 10 m³/s : la Touques, la Béthune, l'Avre...
- entre 10 et 100 m³/s : l'Oise, l'Eure, la Serres, la Marne...
- entre 100 et 1000 m³/s : la Seine.

L'état de crise a été atteint plusieurs fois entre 2001 et 2010 sur certains cours d'eau (le Grand Morin, l'Yerres, l'Essonne), mais pas sur la Seine. Ce fleuve dispose en effet d'un soutien d'étiage grâce à des lacs réservoirs situés en amont qui permettent une régulation du débit (lors des crues et des étiages). La Marne a atteint le niveau d'alerte en 2003 (sécheresse et vidange décennale du lac-réservoir de la Marne.)

Note : L'Île-de-France dispose d'une capacité de stockage de 800 Mm³ (assurée par l'EPTB Seine Grands Lacs) :

Tableau 48 : Etat des lieux des capacités de stockage en eau des lacs-réservoirs en Île-de-France (Source : AESN)

Lacs réservoirs	Capacités (millions de m ³)
Lac du Der (1974) en dérivation de la Marne	350
Lacs Temple et Auzon (1990) en dérivation de l'Aube	170
Lac de la forêt d'Orient (1966) en dérivation de la Seine	205
Lac de Pannecièrre (1949) sur l'Yonne	80

Les lacs-réservoirs contribuent pour environ 50% du débit à l'étiage de la Seine à Paris. Ils permettent la diminution des situations de crise, grâce à la restitution pendant les périodes d'étiage des volumes accumulés en période humide. Le débit mensuel minimal annuel (nommé QMNA) était de 23.9 m³/s avant la création des lacs, il est aujourd'hui égal à 83.6 m³/s (valeur de 2003, année de la canicule). Le débit de l'Oise, qui n'est pas soutenu par les lacs-réservoirs, a, lui, dépassé les seuils d'alerte à Creil en 2004, 2005 et 2009.

2.5.3 Les usages de l'eau

Les prélèvements d'eau souterraine et de surface en Île-de-France sont destinés à l'alimentation en eau potable (53%) et aux autres usages hors irrigation (46% - énergie et industrie), **l'irrigation présentant donc seulement 1% des volumes prélevés**. En 2010, environ 1600 millions de m³ d'eau ont été prélevés en 2010.

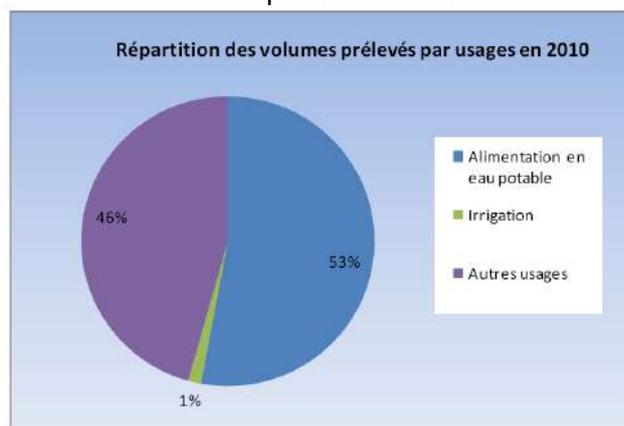


Figure 67 : Répartition des volumes prélevés par usages en 2010 (Source : AESN)

Pour l'irrigation, les prélèvements (en 2010, environ 22 millions de m³ d'eau ont été prélevés pour l'irrigation) **sont réalisés principalement dans les nappes souterraines (93%)**. Pour les autres usages (hors AEP), les prélèvements sont faits dans les eaux de surface à 97%. 80% des volumes sont prélevés dans les eaux de surface tous usages confondus.

2.5.4 Zones de tension quantitative des ressources en eau

La nappe des calcaires de Champigny et la nappe de Beauce subissent toutes deux des tensions sur leurs ressources en eau. La nappe des calcaires de Champigny est la première ressource en eau potable d'origine souterraine. D'après les modélisations effectuées (AQUI'Brie), elle est surexploitée et ses ressources baisseraient depuis une vingtaine d'années. Les usagers de la nappe (collectivités, industriels, producteurs d'eau et agriculteurs), qui se sont rassemblés au sein de l'association AQUI'Brie, et les institutionnels de l'eau effectuent un suivi particulier de cette nappe. La nappe de Beauce subit une pression quantitative importante due aux prélèvements pour l'irrigation. Cette nappe alimente de nombreuses rivières : leur hauteur d'eau est influencée directement par le niveau de la nappe de Beauce. Pour limiter les situations de crise, une gestion des prélèvements pour l'irrigation est pratiquée.

2.5.5 Le climat en 2050

On prévoit une augmentation de la température de 1.5 à 3°C à l'horizon 2050, une évolution des précipitations de +0.4 à -14% à l'horizon 2050, et l'ETP augmenterait de 10 à 25% en 2050. Compte tenu de ces données, la valeur de la lame d'eau infiltrée (lame d'eau susceptible d'alimenter les formations aquifères du bassin) baisserait sensiblement.

Le niveau des nappes présente une tendance à la baisse. Cependant, chaque aquifère est soumis à des conditions particulières : recharge par les précipitations efficaces, infiltration de l'eau en rivière... De plus, la dynamique de la nappe est différente selon sa nature : captive ou libre. **Le niveau piézométrique diminuerait de manière marquée sur les zones de plateaux (plus de 10 m), et moins fortement sur les zones de plaines (GICC REXHySS).**

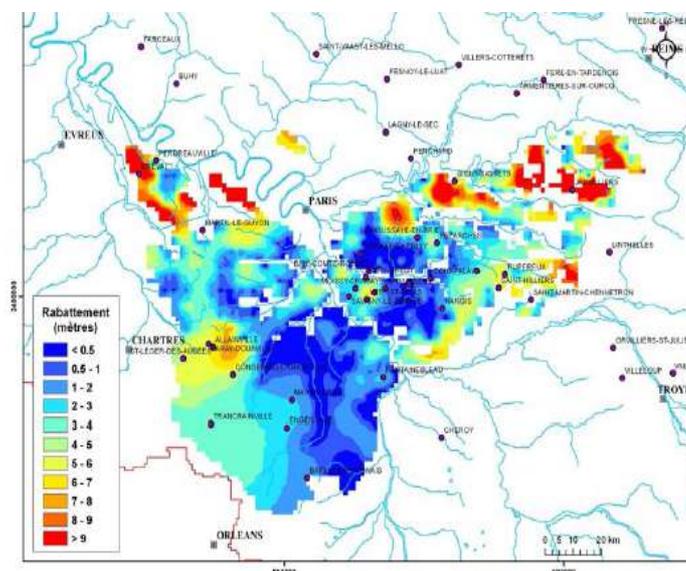


Figure 68 : Evolution du niveau moyen de la formation aquifère des Calcaires de Beauce entre temps présent et temps futur (2050) (Explore 2070)

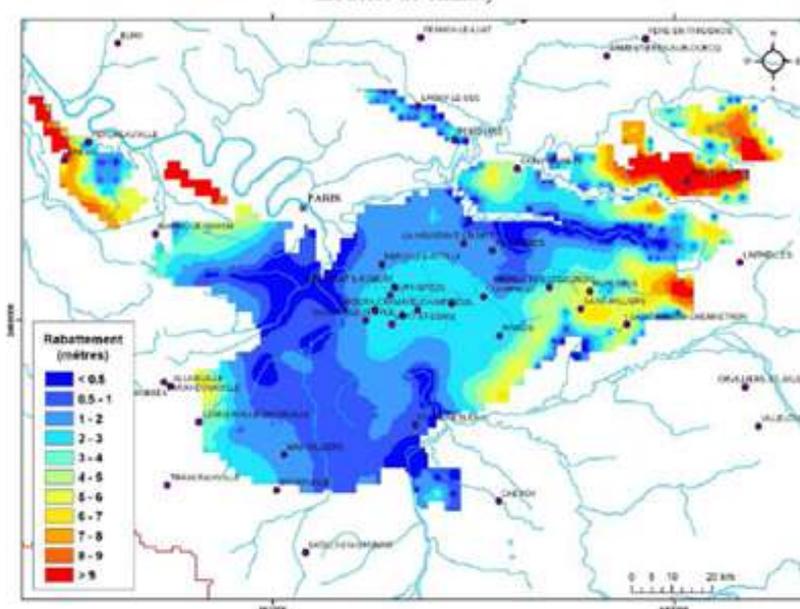


Figure 69 : Evolution du niveau moyen de la formation aquifère des Calcaires de Champigny entre temps présent et temps futur (2050) (Explore 2070)

On prévoit une **baisse sensible des débits d'étiage de fin d'été**, en lien avec la baisse de la piézométrie des formations aquifères mise en avant au paragraphe précédent. Les débits hivernaux varieraient de manière peu marquée. Tous ces résultats sont à prendre avec du recul et sont susceptibles d'évoluer, le bassin de la Seine étant situé sur une zone de forte incertitude (zone de transition entre le nord de l'Europe plus humide et le sud de l'Europe plus sec).

Tableau 49 : Evolution des variables climatiques et hydrologiques entre 2010 et 2050 en Île-de-France.

Variables environnementales	Evolution à l'horizon 2050
Températures	+1.5 à 3°C
Précipitations	+0.4 à -14%
ETP	+10 à 25%
Volumes d'eau disponibles à l'écoulement sur le bassin	-2 à -35%
Débits de la Seine à Poses	-23% +/- 10%
Niveau piézométrique	- 10 m sur les plateaux

2.5.6 Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques

2.5.6.1 Impacts possibles sur les principales cultures

Le tableau ci-dessous résume les conséquences agronomiques des changements climatiques.

Tableau 50 : 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%*(le CO2 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 échaudants 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.
Vigne	-	Culture possible en 2050.

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

2.5.6.2 Impacts possibles sur le secteur forestier

La **demande climatique en eau va augmenter** de manière faible à moyenne dans le futur proche et de manière forte dans le futur lointain.

Cela peut causer des phénomènes de **dépérissement**. Les autres risques liés aux changements climatiques sont :

- Un risque **incendie** accru.
- Une exposition au **vent violent**.
- Une augmentation de la **pression des ravageurs** (raccourcissement des cycles et augmentation des populations).
- Une **modification des paysages** : certains habitats sont déjà en limite d'aire de répartition naturelle (cas de la hêtraie sapinière).

2.5.7 La question de l'eau en 2050

La population devrait passer de 12 millions d'habitants aujourd'hui à 13 millions en 2050. Cependant, on ne prévoit pas une augmentation des besoins en Approvisionnement en Eau Potable (AEP) mais plutôt une légère baisse. En effet, l'amélioration des réseaux (baisse de la quantité d'eau perdue à cause des fuites dans les réseaux) et la tendance à l'économie en eau des populations compenseraient l'augmentation de la population.

Ces dernières années en tout cas, la consommation d'eau potable était en baisse, grâce à l'amélioration du rendement des réseaux, aux avancées technologiques en faveur d'appareils électroménagers plus économes en eau, aux campagnes de sensibilisation aux économies d'eau et au chiffrage des utilisations municipales (stades, espaces verts, ronds-points). Cependant, de nouveaux usages de l'eau apparaissent. **L'îlot de chaleur urbain** créé par une concentration urbaine importante pourrait nécessiter de refroidir les centres urbains par brumisation. Cette nouvelle pratique exige l'utilisation d'eau de qualité, pour pouvoir obtenir des microgouttelettes à travers des micro-buses.

On envisage une **désindustrialisation** de l'Ile-de-France à l'horizon 2050, ou en tout cas, une optimisation des usages industriels de l'eau. Ainsi, même si on était dans une situation de croissance industrielle, la hausse des besoins en eau que cela engendrerait serait compensée par la mise en place de processus industriels plus économes en eau et la fermeture des circuits de refroidissement des usines.

Concernant le **secteur de l'énergie**, l'évolution des besoins en eau est très dépendante du mix énergétique futur (et de la part de l'énergie nucléaire dans ce mix énergétique).

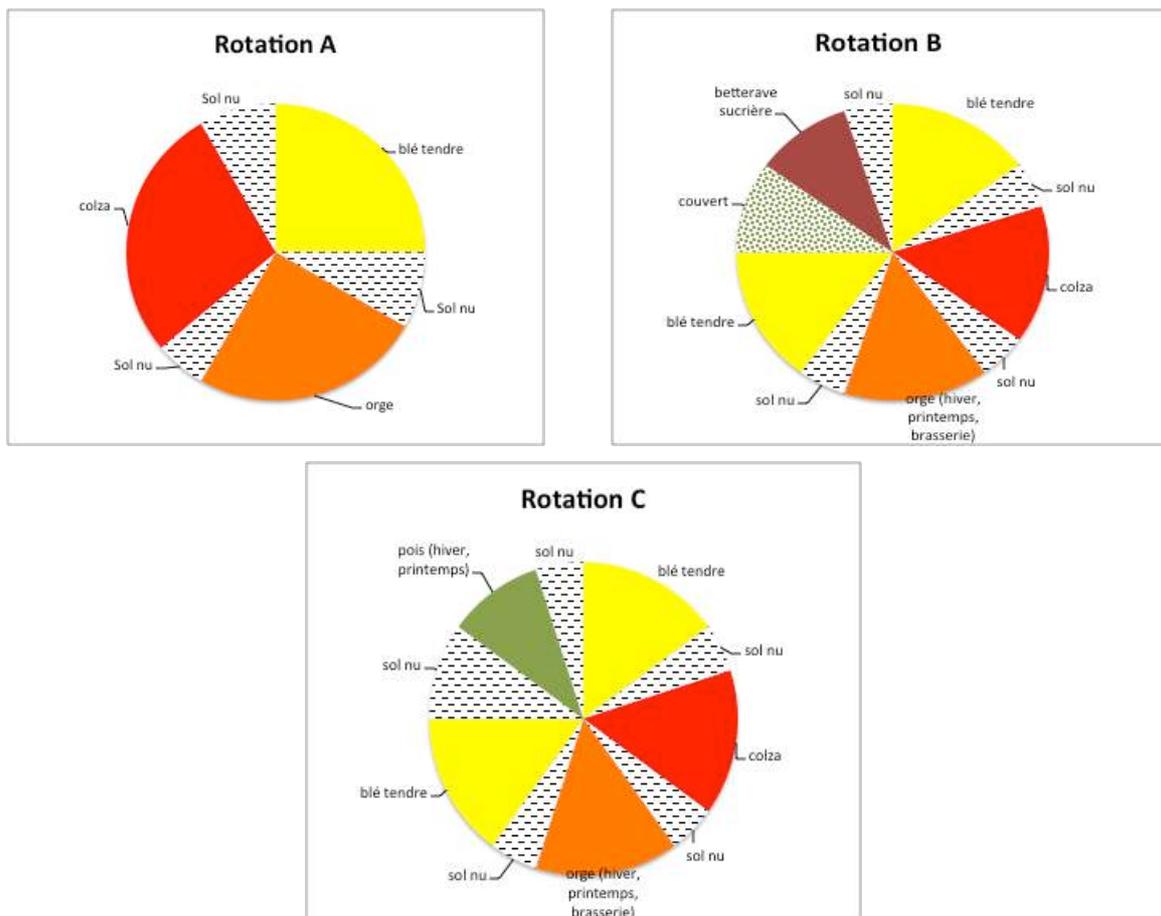
2.6 Travail sur les unités d'exploitation « grandes cultures » et leurs évolutions

2.6.1 Les unités d'exploitation 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 majorité des rotations de cultures se fait sur 3 ans,
 - près de **40 %** de ces rotations intègrent 2 (ou 3) céréales hors maïs (blé tendre, orge) et 1 colza (**Conv A** – 2 céréales) ;
 - près de **35 %** intègrent de la betterave dans une rotation de 4-5 ans (ex. : colza / orge / blé tendre / betterave / blé tendre – **Conv B** dans le tableau ci-après) ,
 - près de 20 % intègrent du pois dans une rotation de 4-5 ans avec 3 céréales et 1 colza (**Conv C** dans le tableau ci-après),
 - dans ces rotations, les intercultures sont occupées par des sols nus (sauf avant betterave).

Figure 70 : Les 3 principales rotations de grandes cultures conventionnelles en région Ile-de-France



- pour l'**agriculture biologique**, qui occupe moins de 2 % du territoire, deux rotations sont présentes :
 - **une rotation en AB sur 8 ans :**

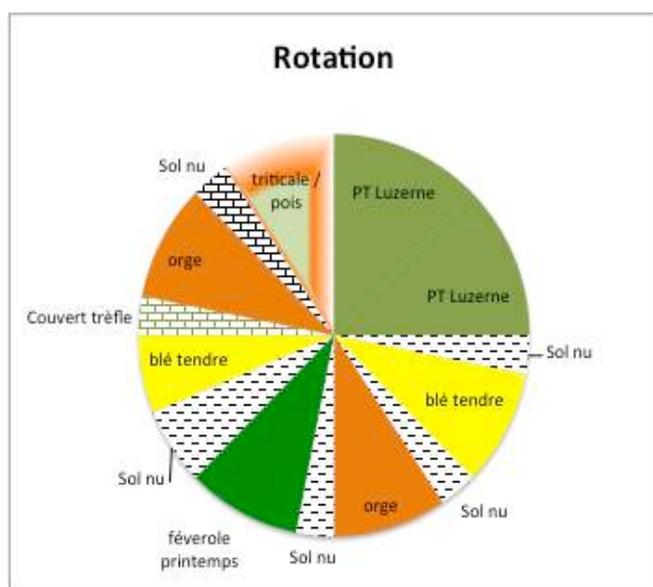


Figure 71 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante avec luzerne

- 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 semis, herse...).

- une rotation en AB sur 6 ans sans luzerne

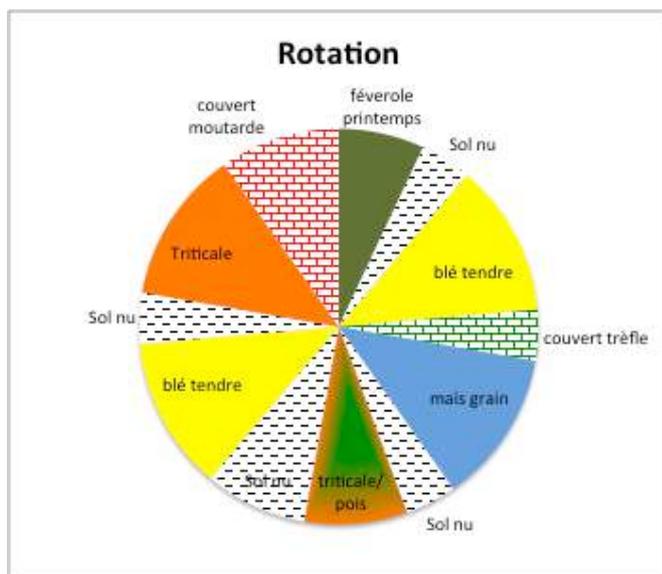


Figure 72 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante sans luzerne

- 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

(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.

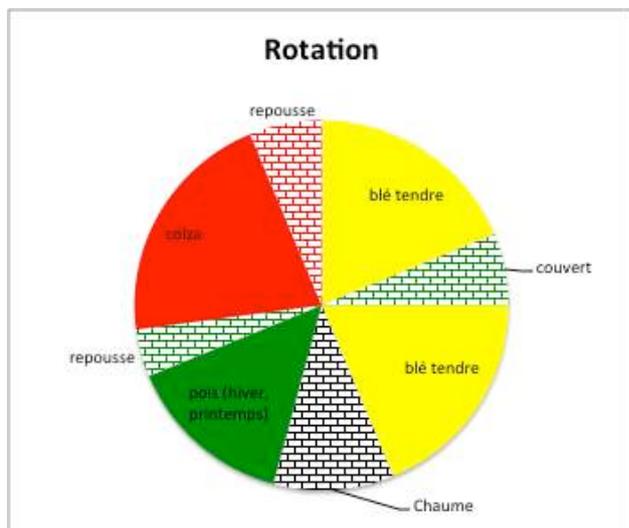


Figure 73 : description de la rotation de grandes cultures en production intégrée

- 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.

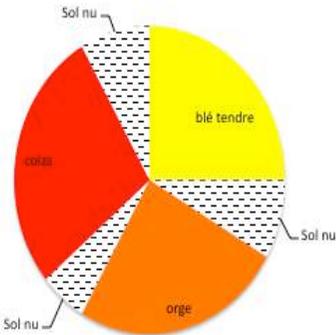
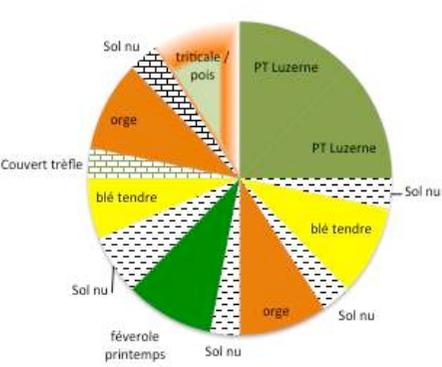
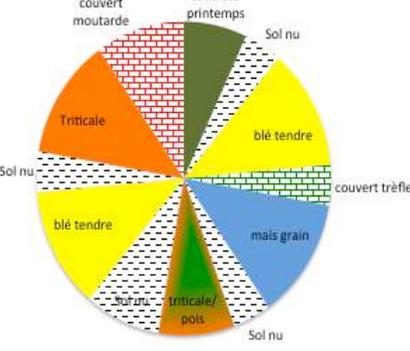
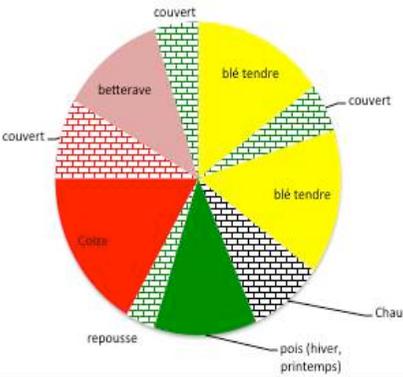
- Dans cette rotation, la **pression phytosanitaire** est réduite grâce à une bonne gestion de la rotation, de l'interculture, la sélection variétale et l'application de pratiques ponctuelles (ex. : gestion des mélégièthes et plante d'accompagnement dans le colza ; mélange de variété dans le blé, traitement 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 51 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2010 région Centre

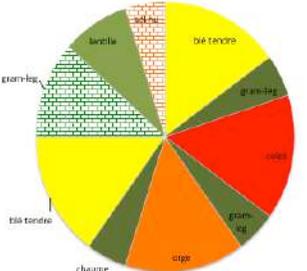
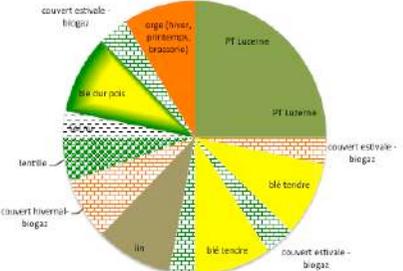
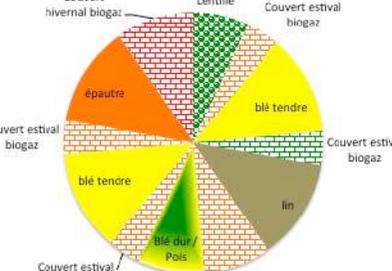
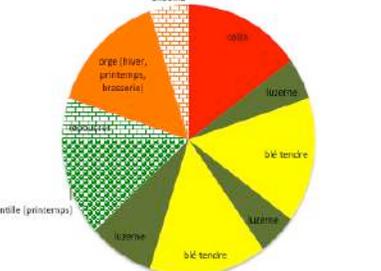
Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
<p>Rotation A</p> 	<p>Rotation</p> 	<p>Rotation</p> 	<p>Rotation AC</p> 
Éléments de synthèse			
<p>Système productif (en sec) et rentable (opt.: betterave) 75 % alimentation humaine Dépendant (intrants, prix du marché, PAC) Impact sur l'env. : N, IFT, GES, NH3, Sol Résilience climat.: moyenne</p>	<p>Système productif (en sec) et rentable 75 % alimentation animale (luz. Fév. Orge, tourteaux) Dépendant (Norg, débouché luzerne, PAC) Peu impactant sur l'env Résilience climat.: forte</p>	<p>Système moins productif (en sec) et rentable – 50 % alimentation animale Dépendant (Norg, fioul PAC) Peu impactant sur l'env Résilience climat.: moyenne</p>	<p>Système productif (en sec) et rentable – 80 % alimentation humaine Dépendance (Intrants, PAC) : moyenne Impact sur l'env. : moyen Résilience climat.: moyenne/bonne</p>
Indicateurs environnementaux			
IFT : 6,4	IFT : 0	IFT : 0	IFT : 4,7
Surplus N : 40 kg N/ha	Surplus N : 10 kg N/ha	Surplus N : 30 kg N/ha	Surplus N : 20 kg N/ha
Emissions GES : 2,7 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 0,75 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 1,8 téq.CO ₂ /ha	Emissions GES : 2,2 téq.CO ₂ /ha
Consommation d'énergie : 420 EQF/ha	Consommation d'énergie : 145 EQF/ha	Consommation d'énergie : 200 EQF/ha	Consommation d'énergie : 300 EQF/ha

2.6.2 Les unités de production en 2050

Les nécessaires adaptations des unités agricoles sont gouvernées par la durabilité environnementale, agronomique et climatique, et d'autre part par l'atteinte des objectifs fixés pour Afterres2050. Pour faire face d'une part 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 52 : 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			
<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Mise en place de couverts 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Couvert vivant 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>
<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 
Éléments de synthèse			
<p>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</p>	<p>Système productif avec 50 % de MS énergétique 50 % alimentation humaine Autonomie en azote Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif avec 35 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote organique Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif avec 30 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral Impact sur l'environnement : faible Résilience climat.: forte</p>
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

2.6.3 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 53 : évolution des paramètres clés des unités de production « grandes cultures » entre 2015 et 2050

Indicateurs	Conv. 2010	AB2010_luz	AB2010	AC2010	AC 2050	AB2050-luzerne	AB2050	Conv. 2050	Unités
Production (anix. ou H.)	830	900	600	813	870	600	500	830	tMS
Biomasse énergie	0	0	0	0	400	630	400	350	tMS
Part de la production en alimentation humaine	50%	30%	40%	70%	75%	60%	75%	90%	% SAU
Consommation Nmin	27	0	0	19	11	0	0	21	t Nmin/an
Consommation Norg	0	135	1100			0	300	0	t MB/an
IFT	6,2	0	0	4,7	2,7	0	0	4,8	Nb traitements / ha
% légumineuses	0	41	42	34	35%	50%	55%	0%	%
Consommation de fioul	90	90	100	60	50	75	70	72	l/ha
Surplus N	7000	1500	11000	5900	2600	2700	2500	5900	kg N/an
Surplus N	40	10	70	35	16	17	15	37	kg N/ha
Production de méthane	-	-	-	-	120 000	200 000	130 000	110 000	m3 CH4
IAE	-	-	-	-	5 %	5 %	5%	5%	% SAU
Total éq CO ₂ - émission	470	130	300	365	295	215	220	410	en tCO ₂ /an
réduction	0%	72%	36%	22%	37%	54%	53%	13%	%
Total éq CO ₂ - évité					660	1000	690	620	
Consommation	68 000	24 500	37 000	50 500	38 000	16 000	24 000	52 500	éq-litres fioul/an
réduction	0%	64%	46%	26%	44%	76%	65%	23%	%
NH3	2700	400	2000	1800	1800	1600	1400	2700	kg/an
réduction	0%	85%	26%	33%	33%	41%	48%	0%	%
Résilience	faible	forte	moyenne	moyenne	forte	forte	forte	moyenne-faible	Résilience

2.7 Assemblage des paramètres et résultats régionaux

2.7.1 Les données d'entrée de la prospective régionale

2.7.1.1 La population et l'artificialisation des sols : 170 000 ha d'ici 2050

En 2050, la population de la région serait de **13 180 000 habitants**, selon le scénario central de l'INSEE (11 630 000 aujourd'hui).

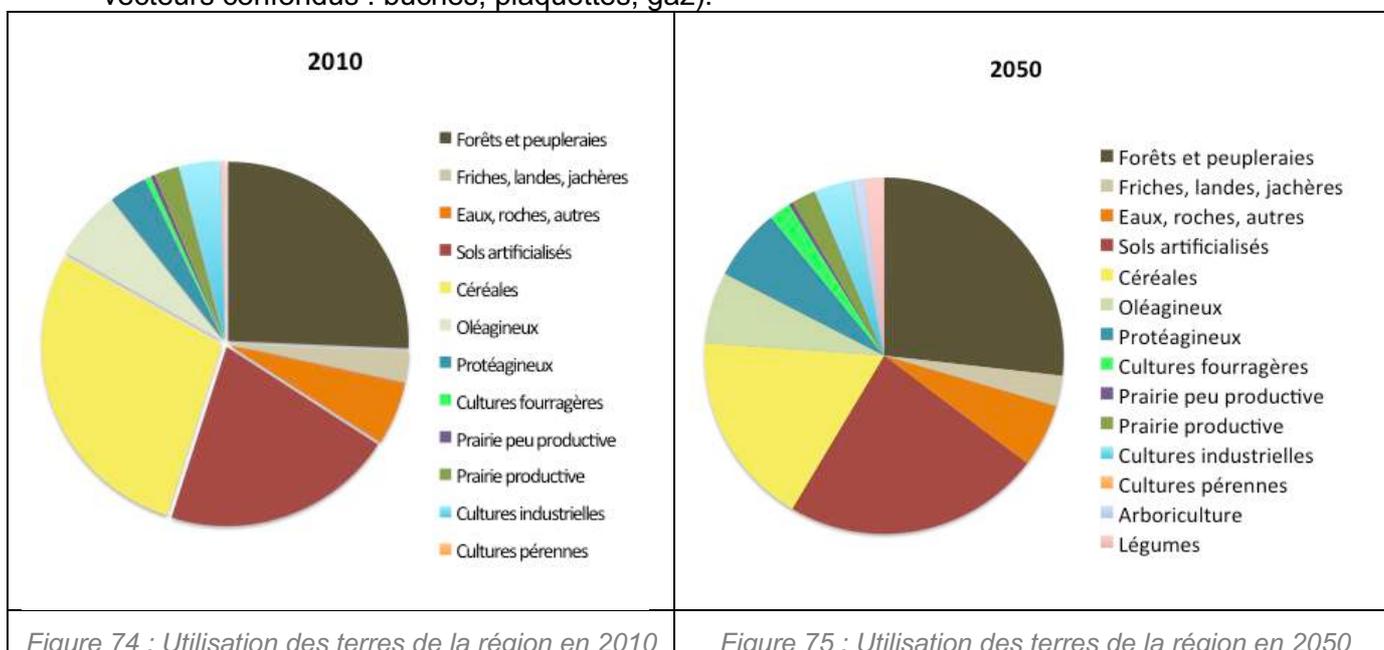
L'artificialisation des sols pour 1 000 habitants est très faible : proche de **21 ha** aujourd'hui. En reprenant des données depuis 1990, cette valeur est en faible hausse régulière : partant de 20 ha pour 1 000 habitants en 1990, elle pourrait atteindre (scénario tendanciel) près de **22 ha** en 2050. Compte tenu des effets de l'augmentation de la population et de l'augmentation de la demande de surface par habitant, la surface artificialisée pourrait gagner près de 50 000 ha d'ici 2050 (passant ainsi tendanciellement de 250 000 à 300 000 ha).

Dans le cadre de l'exercice de régionalisation de la prospective Afterres2050, il a été proposé de diviser par deux l'augmentation de la demande d'artificialisation pour 1 000 habitants. **La surface artificialisée pour 1 000 habitants serait alors de 21 ha en 2050** et l'augmentation de la surface artificialisée d'ici 2050 serait de **34 000 ha** et atteindrait **285 000 ha**.

Les 34 000 ha de surfaces artificialisées additionnelles d'ici 2050 ont été pris sur la SAU régionale (principalement sur les céréales et oléo-protéagineux)

2.7.1.2 La forêt et le bois

La surface de la forêt de la région gagnerait **15 000 ha** d'ici 2050 pour atteindre une surface totale de **325 000 ha**. Les produits bois seraient en nette progression : + 40 % pour les bois d'oeuvre (et sciages), + 50 % pour les bois d'industrie et + 100 % pour le bois énergie (tous vecteurs confondus : bûches, plaquettes, gaz).



2.7.1.3 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 7 000 à **22 000** mères ;
- le troupeau **bovin viande** passe de 5 000 à **7 000** mères.

La surface de prairie naturelle reste stable autour de 30 000 ha.

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

- la réduction de la demande en viande,
- le report partiel de la consommation de viande rouge et de poisson vers la viande blanche,
- la 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 54 : évolution des effectifs des cheptels (hors bovins)

Milliers d'effectifs	2010	2050	Evolution
Nombre de places de porcs charcutiers	0	0	
dont porcs en intensif	0	0	
Nombre de places de poulets de chair	599	467	-22%
dont volailles en intensif	446	47	-90%
Nombre de places de poules pondeuses	887	550	-38%
Nombre de chèvres	2	2	0%
Nombre de brebis	9	14	53%

2.7.1.4 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	céréales - colza	céréales pois colza	Céréales colza betterave	Total	Assolement reconstitué
Part dans l'assolement		1%	1%	2%	41%	20%	35%	100%	
Durée de la rotation (ans)		9	7	5	3	5	5		
Céréales	345	4	3	2	2	3	3	67%	337
Oléagineux	90	1	1	1	1	1	1	20%	99
Protéagineux	23	1	2	1		1		5%	23
Luzerne	1	2						0%	1
Cultures industrielles	44	1	1	1			1	8%	38
TOTAL kha	500								500

Figure 76 : 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.**

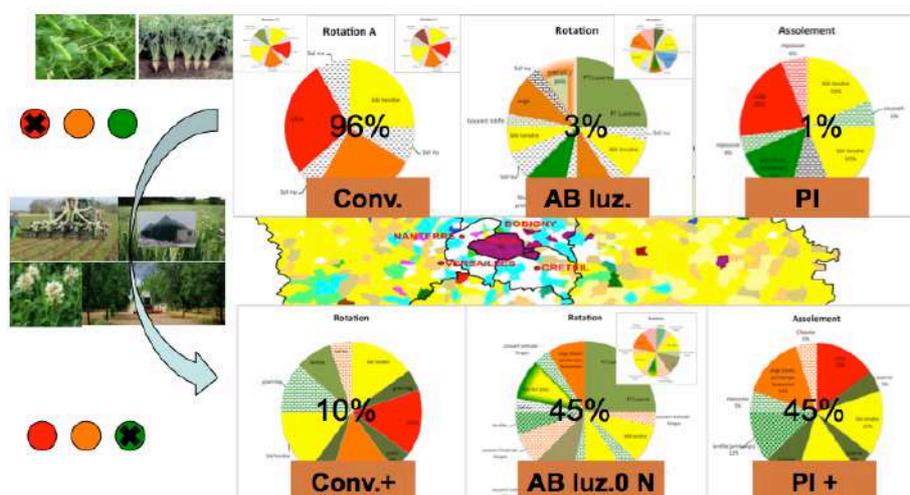
Etant donné les logiques agronomiques de ces différentes formes d'agriculture, l'assolement régional des grandes cultures s'en trouve modifié : la part de céréales et colza est réduite au profit des légumineuses (luzerne, légumineuses graines et autres protéagineux).

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

2050	Assolement actuel (SSP)	Assolement actuel (SSP)							Total	Assolement reconstitué
		AB autonome N	AB importateur N	PI sans betterave	PI avec betterave	céréales - colza	C+ sans betterave	C+ avec betterave		
Part dans l'assolement		30%	15%	10%	30%	0%	5%	10%	100%	
Durée de la rotation (ans)		8	6	5	6	3	5	5		
Céréales	345	4	3	3	3	2	3	2	51%	253
Oléagineux	90	1	1	1	1	1	1	1	16%	81
Protéagineux	23	1	2	1	1		1	1	19%	94
Luzerne	1	2							8%	38
Cultures industrielles	44				1			1	7%	35
TOTAL kha	500									500

Figure 77 : L'assolement régional de grandes cultures en 2050

Fermes repères actuelles



Fermes repères 2050

Figure 78 : synthèse de l'évolution des fermes de grandes cultures entre 2010 et 2050

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

2.7.2.1 Occupation du territoire

En appliquant les hypothèses du scénario Afterres2050 à l'échelle de la région, 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 (y compris les fourrages annuels) 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 et par 5 dans la région Ile-de-France.

Tableau 55 : Récapitulatif de l'évolution de l'affectation des surfaces

Milliers d'hectares	2010	2050	Evolution (1000 ha)	Evolution (%)
Céréales oléo-protéagineux	457	369	-88	-19%
Cultures industrielles	44	41	-3	-6%
Vigne	0	1	1	
Arboriculture	1	12	11	
Maraichage	4	22	18	400%
Cultures fourragères	6	24	18	291%
Prairies naturelles	31	31	0	0%
Forêts et peupleraies	310	324	14	4%
Friches, landes, jachères	33	33	0	0%
Eaux et rochers	69	69	0	0%
Sols artificialisés	251	280	30	12%
TOTAL	1 207	1 207		

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 restent stable ;
 - les surfaces de prairies temporaires légumineuses augmentent (les surfaces de luzerne des systèmes d'agriculture biologique se retrouvent dans cette catégorie).

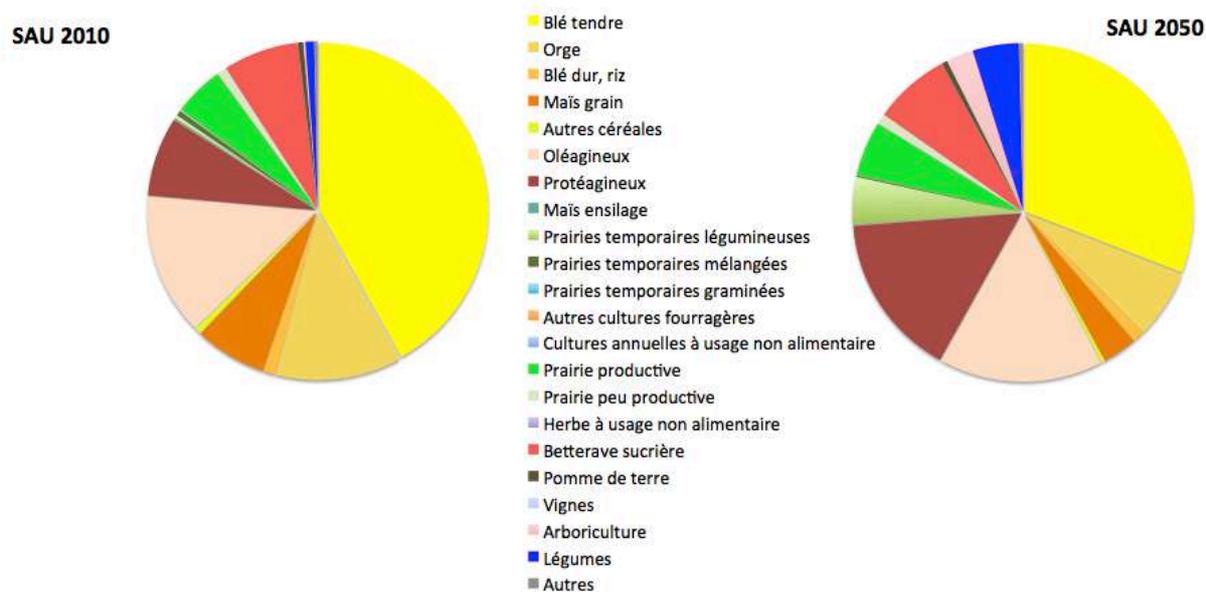


Figure 79 : Évolution de la SAU entre 2010 et 2050

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

- les céréales,
- les fourrages annuels,

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

- les protéagineux graines,
- le maraîchage.

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

Tableau 56 : évolution des surfaces agricoles de la région

Assolement – détail	2010	2050	Evolution
blé tendre	228	155	-32%
blé dur	6	6	-12%
maïs grain	38	17	-56%
colza	70	74	5%
orge (hiver, printemps, brasserie)	65	33	-49%
pois (hiver, printemps)	17	32	89%
betterave sucrière	39	37	-7%
maïs ensilage	1	0	-76%
prairie naturelle productives >30ans	26	26	0%
tournesol	4	4	5%
féveroles hiver	24	46	89%
pomme de terre	3	3	-7%
prairie naturelle peu productives, parcours	5	5	0%
PT mélangées	3	1	-76%
PT Luzerne	2	23	1321%
pomme	1	6	900%

2.7.2.2 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 50%,
- d'une manière générale, la production de grains est réduite de près de 45 %,
- la production de fourrages hors STH augmente grâce à la mise en place de luzerne ;
- 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 augmenterait de 15%.

Tableau 57 : Les productions végétales en 2010, 2030 et 2050

Milliers de tonnes (MS pour productions en vert)	2010	2030	2050	2010-2050
Blé tendre	1 486	1 101	785	-47%
Orge	370	238	135	-63%
Maïs grain	34	27	22	-36%
Blé dur	299	207	111	-63%
Autres céréales	17	11	6	-63%
Oléagineux	219	195	175	-20%
Protéagineux	154	190	213	38%
SOUS TOTAL GRAINS	2 579	1 969	1 447	-44%
Maïs ensilage	12	7	3	-77%
Prairies temporaires légumineuses	15	115	212	1276%
Prairies temporaires mélangées	22	13	5	-77%
Prairies temporaires graminées	4	3	1	-77%
SOUS TOTAL FOURRAGES	54	138	221	310%
Prairies naturelles permanentes productives	147	142	137	-7%
Prairies peu productives	5	5	5	-5%
SOUS TOTAL PRAIRIES	152	146	141	-7%
Betterave sucrière	718	677	656	-9%
Pomme de terre	23	20	17	-26%
Vignes	0	0	0	-24%
Arboriculture	4	27	50	
Légumes	9	27	45	400%
CULTURES INDUSTRIELLES OU PERMANENTES	754	751	769	2%
Production de cultures associées	0	50	79	
Production de cultures intermédiaires	64	833	1 473	
TOTAL	3 603	3 888	4 130	15%
Valeur énergétique (PJ)	60	66	70	16%

2.7.2.3 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 du scénario régional :

- **Une réduction de 10 % de la production de viande et de 40% d'œuf ;**
- **Un triplement de la production de lait.**

Tableau 58 : Les cheptels régionaux en 2010, 2030 et 2050

Effectifs, milliers de têtes (indicateurs)	2010	2030	2050
Vaches laitières ou mixtes (mères)	7	14	22
Vaches allaitantes (mères)	7	6	5
Chèvres (mères)	2	2	2
Brebis (mères)	9	12	14
Porcs à l'engraissement (places)	0	0	0
Poulets de chair (places)	599	533	467
Poules pondeuses (places)	887	718	550

Tableau 59 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Productions animales, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Viande (total) - carcasse	11	10	10
bovins- carcasse	2	3	4
porcs- carcasse	0	0	0
volailles- carcasse	8	7	5
Lait	45	86	133
Œufs	17	13	9

2.7.2.4 Evolution du solde extérieur régional

Le solde extérieur correspond à la différence entre la production et les besoins alimentaires (des hommes et des cheptels). La balance import/export est également prise en compte dans ce calcul. Si on considère que la région auto-consomme 100 % de ce qu'elle produit, le solde extérieur correspond à sa capacité exportatrice (s'il est positif), ou bien ce qu'elle doit importer (s'il est négatif).

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.

Tableau 60 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Solde extérieur, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Céréales et maïs	1 298	461	-166
Pommes de terre	-657	-692	-600
Produits laitiers	-3 276	-2 451	-1 592
Sucre	188	176	206
Viande, abats, graisses animales, œufs	-1 325	-1 078	-718
Boissons alcooliques	-1 064	-968	-758
Tourteaux, huiles, oléoprotéagineux	244	151	104
Café, cacao, thé, épices, stimulants	-118	-115	-91
Légumes	-2 437	-2 634	-2 525
Poissons et produits halieutiques	-411	-243	-106

Il ressort du scénario régional qu'en 2050 (Cf. figure ci-après) :

- le **solde extérieur en céréales devient négatif** : perte de surfaces et de rendements, et augmentation des besoins de la population;
- la **région réduit son déficit en lait**: triplement de la production et réduction de près de 50 % des besoins ;
- la **région est moins déficitaire en viandes** : réduction de la demande alimentaire ;
- le déficit en **légumes** reste identique malgré la multiplication par 5 des surfaces : augmentation de la population et des besoins par habitant

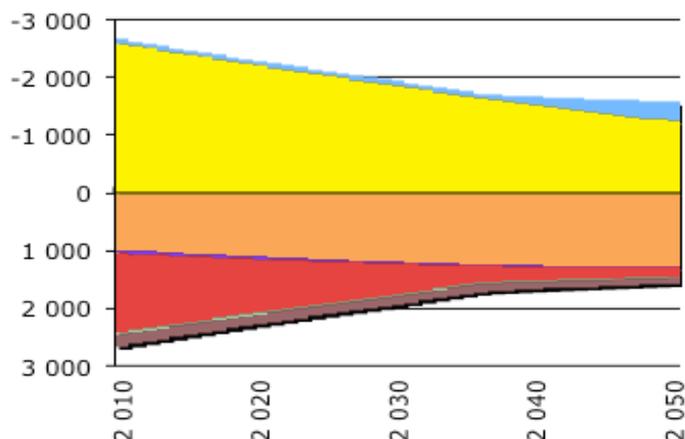


Figure 80 : Céréales – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

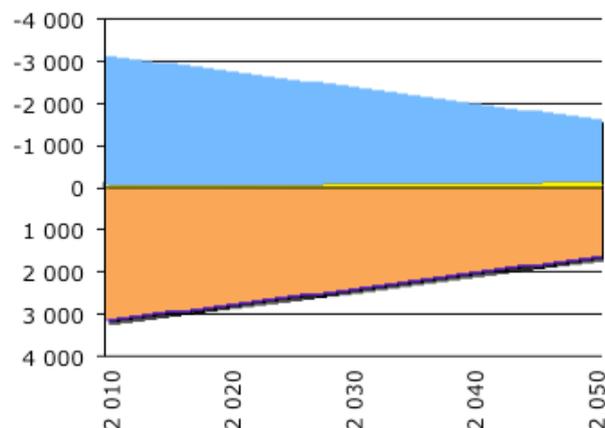


Figure 81 : Lait – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

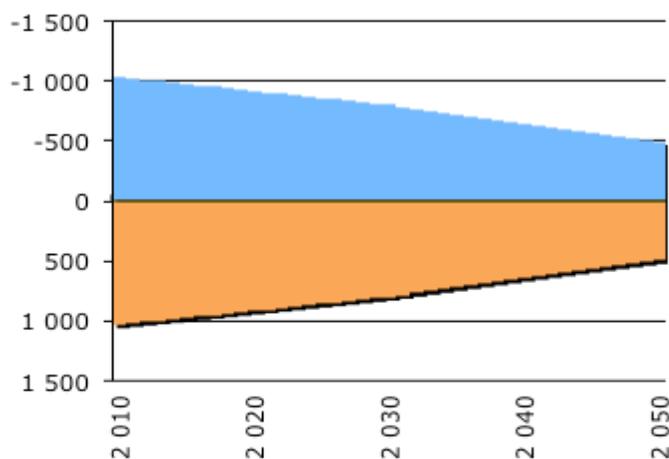


Figure 82 : Viandes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

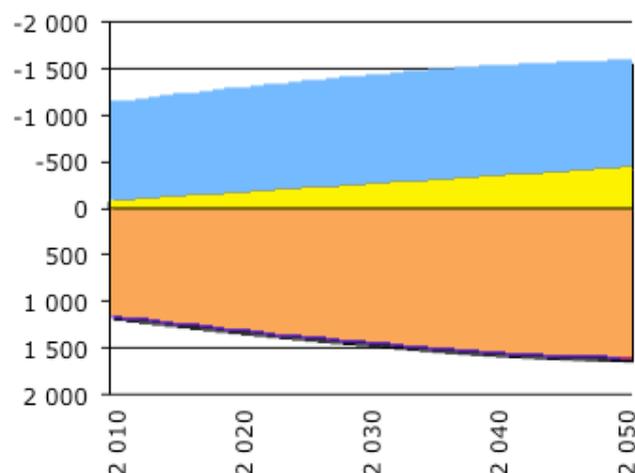


Figure 83 : Légumes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

2.7.2.5 Résultats environnementaux et climatiques

Globalement, les **émissions de GES** sont divisées par un facteur **2,4**. **Les émissions passent de 1,45 Mtéq.CO2 à 0,60 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 3,5 de la quantité d'azote minéral utilisée,
- les émissions indirectes de N₂O (émissions liées à la fabrication des engrais azotés) : division par 3,5 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) augmentent
- les émissions directes de CO₂ : réduction de consommation de fioul, substitution de fossiles par des renouvelables,
- les émissions indirectes de CO₂ (émissions liées notamment à la fabrication des engrais azotés) : division par 3,5 de la quantité d'azote minéral utilisée.

La **consommation d'énergie** est réduite de près de un tiers : elle passe de 2,7 TWh en 2010 à 1,8 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 61 : Les consommations d'énergie en 2010 et 2050

Consommation, TWh	2010	2050
Energie directe	1,1	1,2
dont Carburant	0,7	0,5
dont Electricité	0,1	0,1
dont Gaz	0,3	0,2
dont Biomasse	0,0	0,3
Energie indirecte	1,6	0,6
dont Azote	1,2	0,3
dont autres intrants	0,2	0,2
dont Matériel	0,2	0,2
Total	2,7	1,8

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

- réduire d'un tiers la quantité d'azote lixivié,
- diviser par 4 la pression phytosanitaire,
- diviser par 2 de la volatilisation d'ammoniac,
- doubler des surfaces d'infrastructures agroécologiques dans les systèmes agricoles,
- améliorer la résilience climatique de l'agriculture régionale.

2.7.2.6 Les productions de carbone renouvelable pour la société

Une partie de la biomasse agricole et la biomasse forestière prélevée sert 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 ;
- 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 multiplie par 2 sa production de carbone renouvelable**. Le tableau ci-après présente les principaux résultats (exprimés en PJ) de production de carbone renouvelable.

Tableau 62 : Elaboration de la production de carbone renouvelable

CARBONE RENOUVELABLE (PJ)	2010	2050	Evolution
Bois d'œuvre (sciages) issu de la forêt	110	150	36%
Produits connexes de scierie matière	55	55	0%
Produits connexes de scierie énergie	55	95	73%
Bois d'industrie issu de la forêt	120	170	42%
Bois énergie issu de la forêt	190	412	117%
Bois d'œuvre issu de l'agroforesterie	0	1	
Menu bois issu de l'agroforesterie	1	2	
Biogaz de déjections d'élevage	0	1	
Biogaz ex-prairie	0	0	
Cultures intermédiaires méthanisées	0	4	
Résidus de culture méthanisés	0	1	
Résidus de culture usage matériaux	0	3	
Déchets alimentaires	1	3	205%
Déchets de bois	162	216	33%
Biomasse énergie en PJ	409	737	80%
Biomasse matériau en PJ	285	381	34%
TOTAL	694	1118	61%

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

2.7.2.7 Synthèse des résultats

Tableau 63 : évolution des principales caractéristiques

	Unité	2010	Afterres 2050	Facteur de réduction
Emissions de GES	Mtég. CO2	1,5	0,6	2,5
Consommation Nmin	Mt	0,08	0,025	3,4
Emissions d'ammoniac	kt	6	3	2
Pression phytosanitaire	NODU	3,10	0,74	4,2
Adaptation climat	Qual.	moyenne	Bonne	
Production de blé	kt	1 450	750	2
Exportation de lait	kt	- 3 300	- 1 500	
Carbone renouvelable	PJ	694	1 118	
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	-17	-29	

2.7.3 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 :

- D'annuler l'artificialisation
- D'occuper l'espace agricole avec 100% des systèmes en agriculture biologique ;
- De mettre 15% de prairies naturelle dans la SAU
- De valoriser cette herbe par un troupeau bovins de 80 000 mères
- De multiplier par 5 les surfaces de maraîchage par rapport à aujourd'hui (hypothèse Afterres2050 pour la région) ;
- De ne prélever que 30% de l'accroissement forestier au lieu des 70% d'Afterres2050 ;
- De maintenir toutes les autres hypothèses du scenario Afterres2050.

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

- D'annuler l'artificialisation
- D'occuper l'espace agricole avec 100% des systèmes en production intégrée ;
- De multiplier par 5 les surfaces de maraîchage par rapport à aujourd'hui (hypothèse Afterres2050 pour la région) ;
- De prélever que 90% de l'accroissement forestier au lieu des 70% d'Afterres2050 ;
- De maintenir toutes les autres hypothèses du scenario Afterres2050.

Note : Un scénario dit "tendancier", 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 proposent des modifications importantes et structurantes de la situation actuelle, montre que :

- tous les scénarios :
 - modifient les régimes alimentaires,
 - réduise de 50% les GES (SAB ne réduit que de 40% car il met en place un troupeau bovin important) ;
- 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 64 : comparaison des principales caractéristiques de scénarios

	Unité	2010	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Emissions de GES	Mtéq. CO2	1,5	1,1	0,6	0,9	0,7
Consommation Nmin	Mt	0,08	0,075	0,025	0	0,036
Emissions d'ammoniac	kt	6	3	3	4	3
Pression phytosanitaire	NODU	3,10	2,10	0,74	0	1,24
Adaptation climat	Qual.	moyenne	moyenne	Bonne	Bonne	Bonne
Surface en blé	ha	228	253	155	139	191
Exportation de lait	kt	- 3 300	3 150	- 1 600	-1 300	-1 600
Carbone renouvelable	PJ	694	1109	1 118	1116	1122
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	-17	-23	-29	-38	-18

3 Région Rhône-Alpes

3.1 Déroulement des travaux et organisation des débats

3.1.1 Déroulement des travaux

Le premier Comité Régional de Suivi (CRS) s'est tenu le 27 novembre 2013. Un groupe de travail régional a été constitué. Une première réunion plénière régionale (RPR-1) s'est tenue le 18 mars 2014.

Les objectifs de cette première réunion plénière étaient au nombre de 4 :

- présenter le scénario Afterres2050,
- partager un état des lieux des secteurs agricoles et forestiers de la région,
- présenter une première version régionale du scénario Afterre2050,
- avoir un premier retour des participants.

Le deuxième CRS portant sur la synthèse des travaux effectués et les prochaines étapes du projet (RPR-2, RPR-3, AT) a eu lieu le 17 juin 2014

Les travaux menés en partenariat avec les acteurs rhônalpins ont ensuite été interrompus à la demande du préfet.

Solagro a toutefois mené un travail d'approfondissement à l'échelle régionale sur le changement climatique et la question de la ressource en eau, les travaux préparés pour les ateliers sur les unités de production ou unité de production ont été finalisé par nos soins, sans concertation avec les acteurs régionaux. L'atelier forêt, mené en inter-région a pris en compte les données rhône-alpines. Le travail à l'échelle régionale a bénéficié des enseignements des travaux menés dans les autres régions et a été rendu cohérent avec les équilibres nationaux.

3.1.2 Les règles d'organisation de fonctionnement et de participation du groupe de travail « Afterres2050 Rhône-Alpes »

La réunion plénière optionnelle de concertation pour co-élaborer les règles de participation à l'exercice, n'a pas, contrairement aux autres régions, été jugée indispensable en région Rhône –Alpes. Une charte du participant a été proposée par l'animateur régional, amendée et adoptée à la première réunion plénière.

3.1.2.1 Les engagements des organisateurs

- Mettre en œuvre des méthodes innovantes de partage et d'animation afin de faciliter l'échange entre acteurs d'origine et de milieux professionnels différents ;
- Écouter, prendre en compte les idées émises et dans la mesure du possible, répondre aux questions posées ;
- Ne pas faire de retranscription nominative des propos tenus lors des différentes séquences de travail ;
- Ne pas utiliser les travaux menés à d'autres fins que la réflexion prospective proposée et en particulier pour intervenir dans la construction d'une politique agricole régionale de plus court terme ;
- Produire des scénarios régionaux connectés au scénario Afterres2050 national ;
- Fournir les informations et documents nécessaires au bon déroulement de la démarche dans des délais raisonnables.

3.1.2.2 Les engagements du participant

- Adhérer à la démarche de réflexion prospective ;
- S'engager pour la durée de la démarche et assister aux trois réunions plénières ; en cas d'absence à une réunion, ne pas remettre pas en cause les travaux menés lors de cette réunion ;
- Se placer dans une posture ouverte vis-à-vis du scénario Afterres2050 et de ses hypothèses ;
- Apporter sa contribution dans un esprit de collaboration, coopération, de critique constructive et ne pas venir seulement en observateur ;
- Exprimer librement sa vision de l'avenir que l'on participe en tant que représentant d'une structure ou en son nom propre.
- Partager son expertise technique avec l'ensemble des participants sur l'ensemble des champs couverts par la démarche Afterres2050 ;
- Se montrer tolérant et bienveillant vis-à-vis des autres participants. Accepter les opinions différentes ;
- Respecter le travail de l'animateur qui a en charge de coordonner la prise de parole de l'ensemble des acteurs ;
- Accepter que tous les apports ne puissent être intégralement retenus lors des rapports de synthèse.

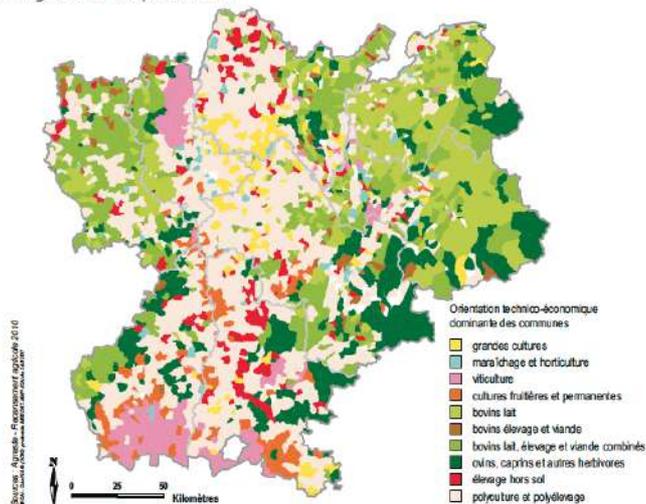
3.2 L'agriculture régionale aujourd'hui

3.2.1 Les chiffres clés

L'agriculture régionale 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
 - 300 000 truies
- 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
 - 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



Agreste Rhône-Alpes - Coup d'œil - n° 128 - Sept. 2011 - 3

Figure 84 : Les OTEX de la région en 2010

3.2.2 Les paysages agricoles régionaux



Montbéliardes en estives



Haute-montagne - Vanoise



Plaine céréalière



Piémonts



Verger de pêchers



Vignoble - Côtes du Rhône

3.2.3 Synthèse de l'analyse AFOM (agriculture et forêt) du groupe de travail régional

Le tableau ci-dessous synthétise les échanges entre les membres du GTR sur les atouts, les faiblesses, les opportunités et les menaces des secteurs agricoles et forestiers.

Tableau 65 : AFOM des secteurs agricoles et forestiers de la région Rhône-Alpes

Atouts	Faiblesses
<p>Le niveau de vie moyen en Rhône-Alpes est plus élevé que la moyenne nationale : cela peut favoriser une certaine proximité avec les consommateurs par le développement de circuits-courts/vente directe et entraîner une meilleure acceptation du prix des produits, une meilleure compréhension des enjeux. L'éducation du consommateur est plus aisée.</p> <p>Forte ressource en bois : seul 20 % de l'accroissement annuel est récolté aujourd'hui.</p> <p>Part déjà importante d'une agriculture de qualité.</p> <p>Le secteur agricole développe déjà de nouvelles propositions techniques.</p> <p>Les zones les plus fragiles sont déjà peu intensives.</p> <p>Diversité des territoires et richesse de la biodiversité.</p>	<p>La région Rhône-Alpes est fortement consommatrice d'espace : diminution des terres arables plus importantes que dans d'autres territoires, artificialisation des sols (surtout en zone rurale). Manque de foncier disponible notamment pour des cultures spécialisées.</p> <p>Déclin du secteur de l'arboriculture.</p> <p>Difficulté d'être compétitif vis-à-vis des autres régions de France et des autres pays (quel lien avec la politique des autres pays notamment ?)</p> <p>Difficulté à récolter du bois : La ressource est abondante mais se pose les problèmes :</p> <ul style="list-style-type: none"> de l'accessibilité des forêts en montagne (sans une hausse significative du prix du bois, on ne pourra pas faire plus), du morcellement des forêts (constitution d'association syndicale libre pour remembrement) de la perception négative de la population sur l'exploitation des forêts, des fonctions contradictoires de la forêt : production, protection écologique, tourisme, protection naturelles diverses. <p>De plus, la capacité des forêts de s'adapter au changement climatique est très faible (lente adaptation).</p> <p>Sources utilisées concernant les surfaces forestières pour le scénario Afterres2050?</p>
Les enjeux de la région Rhône-Alpes	
<p>Rhône-Alpes possède de nombreux élevage de qualité, mais ceux-ci sont peu compétitifs : comment faire évoluer les politiques de soutien ? Comment renforcer l'autonomie des fermes ? Comment développer encore plus les signes de qualité ?</p> <p>Hausse de la valorisation du bois nécessaire par le développement de nouveaux outils / Planter de nouvelles essences / Planification des coupes.</p> <p>Accompagnement des filières vers l'agroécologie et de nouvelles formes de production : quelle place et quelle définition pour l'agroécologie ?</p> <p>Tirer parti de la richesse de la biodiversité en Rhône-Alpes pour l'agroécologie.</p> <p>Maintien de la diversité paysagère et agricole (et notamment quelle place pour la culture non-alimentaire dans le paysage agricole d'aujourd'hui) et protection du patrimoine environnementale et des ressources naturelles par des pratiques plus respectueuses de l'environnement.</p> <p>Articulation des usages alimentaires et sociaux de l'espace et du foncier.</p> <p>Favoriser l'autonomie énergétique des exploitations et des territoires.</p> <p>Définir des stratégies opérationnelles d'adaptation au changement climatique. Travailler sur la résilience des systèmes. Réflexion sur les échelles selon les secteurs : raisonner à 2050 pour la forêt c'est demain, pour l'agriculture céréalière c'est plus loin (gestion des épisodes extrêmes de cours termes).</p> <p>Assurer une certaine autonomie et sécurité alimentaire à l'échelle de la région.</p>	

Opportunités

Favoriser les secteurs de la recherche et de la formation pour améliorer la lutte biologique et mieux appréhender les capacités locales : favoriser l'innovation, ne pas se focaliser sur les anciennes pratiques.

Corrélation entre le scénario Afterres2050 et la loi d'avenir agricole.

Développer le potentiel de la microbiologie des sols (connaissance des sols) : comment le valoriser ?

Diversification des sources de revenus grâce à la diversification des activités. Maintien de la diversité des productions et des « cultures » locales afin de favoriser une plus grande autonomie et capacité de résilience des exploitations (pour l'énergie : le biogaz, valorisation des effluents).

Favoriser l'économie circulaire proche pour la valorisation des déchets verts utilisés en co-compostage en agriculture pour enrichir les terres et favoriser la microbiologie des sols.

Intégrer et développer la gestion du gaspillage alimentaire.

Observation d'une baisse de la consommation des protéines animales (notamment chez les jeunes générations).

Former/sensibiliser les consommateurs à consommer différemment pour faire évoluer la demande (notamment manger local).

Redynamisation des filières régionales fruits et légumes (notamment pêcheurs, abricotiers -> sélection d'espèces plus résistantes, notamment aux épidémies).

Menaces

Diminution de l'élevage laitier : risque de déséquilibre d'autres secteurs (céréaliers qui les fournissent, outils industriels qui nécessitent une densité minimale -> nombreux emplois à la clé) et risque de modifier la gestion du paysage.

Maintien de la capacité fourragère pour les élevages du fait du changement climatique ? Idem pour les autres productions.

Modification de la pluviométrie dans certaines zones due au changement climatique et réduction de la ressource en eau.

Perte d'attractivité des métiers agricoles (notamment auprès des jeunes). Combien d'exploitants aurons-nous en 2050 ? Postulat de l'exploitation familiale est important en France : quelle structure pour demain en termes de vivabilité et d'attractivité ? Besoin de mutualisation des savoir-faire.

Combien d'agriculteurs pour quels choix d'agriculture ? Rapport entre le volume produit et le nombre d'agriculteurs.

La baisse du nombre d'agriculteurs entraîne une baisse de la prise en compte de l'agriculture dans la société (perte de reconnaissance sociale = perte de « poids » mais également moins de ressources).

Système d'évolution inerte et lourd du fait des investissements : nécessite d'accompagner les transitions et structurations des filières vers de nouvelles formes : prise en compte des modèles économiques des différents systèmes pour modéliser les transitions : il faut des structures pilotables et durables. Importance d'impliquer l'aval aux réflexions (adaptation à la diminution des productions, recours à l'importation ?).

La capacité de réorienter certains secteurs est très limitée. Dans certains cas, il y a peu de possibilités (montagne, piémont). De plus, parfois on a déjà de l'agriculture de qualité, et il sera très difficile de faire plus.

Piste de diversification énergétique pour lutter contre le changement climatique qui fonctionnent mais qui ne se développent pas (ou pas assez vite).

Concurrence entre productions alimentaires et productions énergétiques.

Risque sanitaire : en lien avec certaines substances (produits phytosanitaires), mais également avec la qualité de l'eau et de l'air (chauffage bois bûche).

Prospérité de la région Rhône-Alpes qui n'aurait pas « besoin » de son agriculture.

Hausse du prix de l'énergie.

Sanction de l'agriculture inutile s'il n'y a pas de changement de comportement alimentaire des consommateurs.

Capacité à faire effectivement évoluer la consommation?

3.3 Regards croisés sur l'exercice de régionalisation

Lors de la première RPR, 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 (ex. : au niveau national, le troupeau bovin lait est réduit d'un facteur 2,6 – ce facteur a été appliqué au niveau régional). 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 66 : Les premiers avis du GTR sur le projet de régionalisation

Les points faibles	Les points forts
<p>Manque d'une vision socio-économique</p> <p>Pas de prise en compte de l'aval (IAA) – pas de représentation dans les GT</p> <p>Une pénalisation forte de l'élevage sans prendre en compte ses aménités</p> <p>Manque de visibilité sur la péréquation nationale</p> <p>Manque d'information sur le secteur forestier et sur la question énergétique</p>	<p>Un espace de dialogue et d'échanges</p> <p>Anticipation des changements</p> <p>Une vision globale et transversale et lucide par rapport aux échéances</p> <p>Offre un zoom sur les questions liant « alimentation et santé »</p> <p>Une prospective cohérente avec une agriculture régionale déjà diversifiée et mettant en avant les productions de qualité</p>
Les points à approfondir	
<p>Développer l'approche socio-économique ;</p> <p>Approfondir et régionaliser l'approche climat ;</p> <p>Imaginer l'évolution du cheptel bovin ;</p> <p>Quelles fermes en 2050 ? ;</p> <p>Faire de l'énergie sur les surfaces disponibles ? ;</p> <p>Le levier des consommateurs ;</p> <p>Partager connaissances et bonnes pratiques.</p>	

3.4 Le climat et les ressources en eau

3.4.1 Le climat aujourd'hui (précipitations et températures)

La région Rhône-Alpes est soumise à des influences climatiques variées :

- la frontière ouest de la région est à 400 km de l'Océan Atlantique,
- la frontière sud à moins de 100 km de la Méditerranée,
- l'est est occupé par la montagne (massifs des pré-Alpes et des Alpes).

Le **climat** est méditerranéen dans les Préalpes du sud et les contreforts des Cévennes (précipitations à l'automne avec les épisodes cévenols, moyennes trimestrielles supérieures à 500 mm). Les autres zones de relief sont influencées par le climat océanique : les perturbations océaniques sont arrêtées sur les versants ouest, les versants est étant protégés par effet de Foehn. Dans les vallées alpines, les précipitations sont moins fortes que dans les reliefs (900 à 1 100 mm en Tarentaise et Vanoise, 750 à 1 000 mm en Maurienne). A l'automne, les précipitations sur les plaines sont les plus élevées ; l'hiver est la période où il y a le moins de précipitations. Sur les zones en altitude, c'est en été qu'il pleut le moins. Il fait sec sur les reliefs de Drôme et d'Ardèche.

L'Ain présente des reliefs (contreforts sud du Jura), de même que l'ouest de la région (premiers contreforts du Massif Central). Au centre de la région, se trouve une zone de plaine orientée nord-sud, où coulent la Saône et le Rhône. Les reliefs exposés à l'ouest arrêtent la plupart des perturbations océaniques, d'où des quantités de précipitations importantes dans cette zone. Le climat d'une bonne partie de la région est plus concerné par l'influence continentale : hivers froids avec du soleil en montagne et des brouillards ou nuages en plaine (Val de Saône, région lyonnaise et vallées alpines), étés chauds en plaine. L'influence méditerranéenne joue jusqu'à Valence, où l'on observe des hivers doux avec un fort ensoleillement et des étés chauds et assez secs. Les précipitations ont lieu surtout à l'automne et au printemps. En zone de montagnes, la température s'abaisse de 6 degrés pour une élévation de 1 000 mètres.

Les différentes influences climatiques font varier le régime des **précipitations** suivant les zones : le cumul annuel moyen s'élève de moins de 700 mm en plaine à plus de 2 000 mm sur les reliefs. La zone où les précipitations sont les moins importantes est la plaine du Forez et de Roanne (elle se trouve derrière les monts du Forez qui arrêtent les précipitations liées au régime océanique).

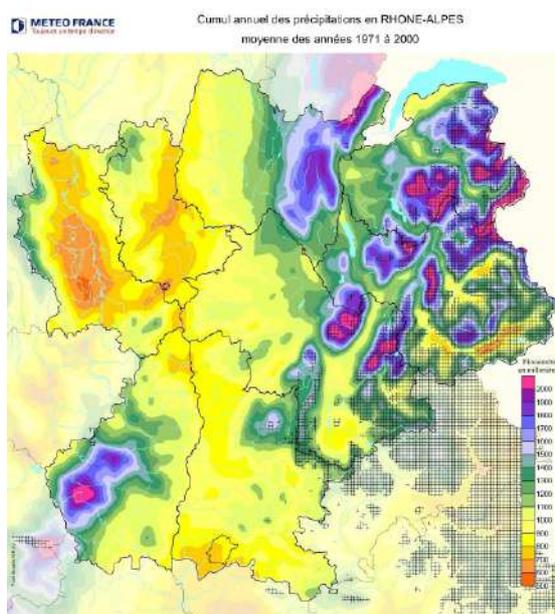


Figure 85 : Cumul annuel des précipitations en Rhône-Alpes (moyenne des années 1971 à 2000)
(Source : MétéoFrance)

Les **températures moyennes** annuelles sont comprises entre 5°C et 15°C, les plus fortes moyennes annuelles étant observées au sud de la région, les plus faibles dans les zones soumises au climat de montagne.

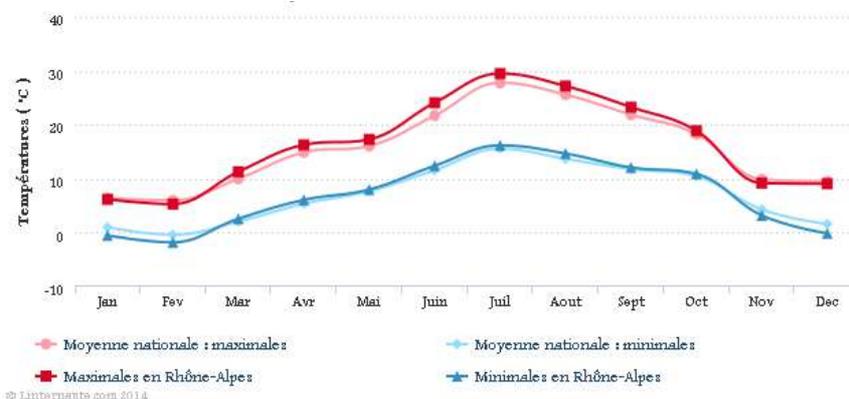


Figure 86 : Températures en Rhône-Alpes (Source : Météo France)

On observe dans le sillon alpin (situé entre les Préalpes et les Alpes en Isère et Savoie) des températures annuelles moyennes de l'ordre de 12°C, alors que les vallées alpines de Tarentaise et de Maurienne présentent des températures annuelles moyennes autour de 7°C. Les départements de la Drôme et de l'Ardèche sont caractérisés par des températures moyennes annuelles plus élevées toute l'année (23.5°C en juillet, 5.6°C en janvier contre 22.4°C et 4.2°C en moyenne pour la région).

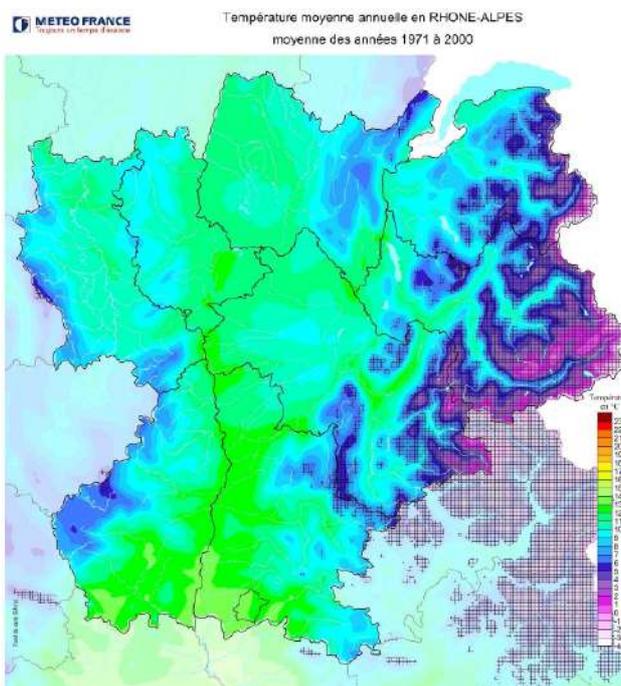


Figure 87 : Température moyenne annuelle en Rhône-Alpes pour la période 1971-2000 (Source : Météo France)

Il y a eu 1881 heures **d'ensoleillement** en 2013 (la moyenne nationale des régions est à 1819). L'Ardèche et la Drôme présentent le plus fort ensoleillement de la région, la Haute-Savoie le plus faible. Rhône-Alpes bénéficie d'un volume des **précipitations efficaces** (moyenne 2003-2005) de 327 l/m³, supérieur à la moyenne nationale (190 l/m³).

3.4.2 Les ressources en eau aujourd'hui

Rhône-Alpes se situe sur deux grands bassins hydrographiques :

- le bassin Rhône-Méditerranée pour la plus grande partie de la région
- le nord-ouest du territoire est compris dans le bassin versant de la Loire

Les ressources en eau superficielles sont constituées de cours d'eau d'importance nationale (Rhône, Saône, Loire, Ain) et locale, tandis que les nappes alluviales des grands cours d'eau et des aquifères plus anciens constituent la ressource en eau souterraine (Source : Asconit Consultants).

Les **nappes** représentant les ressources en eau les plus importantes se trouvent dans les formations géologiques des grandes plaines et des vallées :

- Nappes des alluvions (ou nappes d'accompagnement des grands cours d'eau) : elles profitent d'une alimentation importante (Rhône, Isère, Arve, Drac, Romanche, Ain, Saône, Loire) et sont donc les plus productives. Elles sont alimentées par des cours d'eau et sont donc directement impactées par la qualité, bonne ou mauvaise, de l'eau qu'elles reçoivent.
- Nappes des alluvions d'origine fluvio-glaciaire (Bièvre-Valloire, Bourbre, Est lyonnais, Valence), souvent menacées par les pollutions diffuses, ont un fort potentiel et sont très sollicitées.
- Nappes plus profondes (molasses miocènes du Bas-Dauphiné...) et donc plus protégées des pollutions. Elles représentent une grande ressource en eau, mais sont difficilement exploitables.
- Domaines karstiques (massif du Vercors, gorges de l'Ardèche). Les possibilités d'exploitation de ces ressources sont mal connues.

La partie du bassin RMC (Rhône-Méditerranée-Corse) située en Rhône-Alpes est constituée d'un **réseau hydrographique dense**. On y trouve de nombreux plans d'eau (13 lacs de plus de 100 ha). Les glaciers alpins représentent 15.5 milliards de m³ d'eau.

Les régimes hydrologiques varient selon les zones :

- **Régime nival** des Alpes du Nord, qui permet une alimentation abondante en été (Alpes du nord, Rhône), régime méditerranéen pour les cours d'eau d'Ardèche et de la Drôme. La présence d'ouvrages de production d'hydroélectricité influence aussi les débits des cours d'eau. La région est caractérisée par la présence de nombreuses capacités de stockages (naturelles comme les glaciers, lacs, étangs, surtout dans les Alpes du nord ; ou artificielles comme les barrages et retenues collinaires). Les **glaciers** ont un rôle majeur en atténuant les effets des fortes sécheresses.
- La plupart des cours d'eau de plaine ou des basses vallées ont un **régime pluvial** (hautes eaux pendant la période hivernale et étiage plus ou moins sévère durant l'été). Il faut noter le cas particulier des rivières de l'Ardèche, qui peuvent être en fortes crues en automne en raison de forts épisodes pluvieux à cette période-là

Les bassins alpins ont des **débits d'étiages** au-dessus de 4 l/s/km² alors que sur le reste de la région, ils sont presque toujours inférieurs à 2 l/s/km². Des disparités existent parfois au sein d'un même bassin, dues à différents facteurs : pluviométrie estivale, géologie, couverture végétale... La diminution de l'évapotranspiration (due à l'altitude), favorise les écoulements estivaux, sauf en montagne (la rétention nivale et glaciaire étant augmentée, l'étiage hivernal est aggravé). Les cours d'eau qui bénéficient d'apports de régime pluvial et de régime nival, ont les étiages les plus abondants : en effet, la fonte des neiges compense la pénurie des bassins aval en été, et en hiver, les ruissellements pluvieux du bassin compensent la pénurie de haute montagne. Le Rhône et l'Isère sont deux bons exemples de ce phénomène : leur régime est très régularisé et les débits moyens dépassent les 8l/s/km².

La région Rhône-Alpes se situe à la transition de deux zones climatiques :

- des zones à **déficit climatique** systématique (méditerranéenne : Drôme, Ardèche, ou à « effet de Foehn » : Loire)
- des zones à déficit climatique aléatoire (Rhône, Isère, Ain, Savoie et Haute-Savoie).

Dans ces certains secteurs où le climat est sous influence méditerranéenne, et où les capacités de stockage sont moindres, des **conflits d'usages** apparaissent lors des étiajes. Les assecs sont fréquents dans certains départements (Ain, Drôme, Ardèche, Loire).

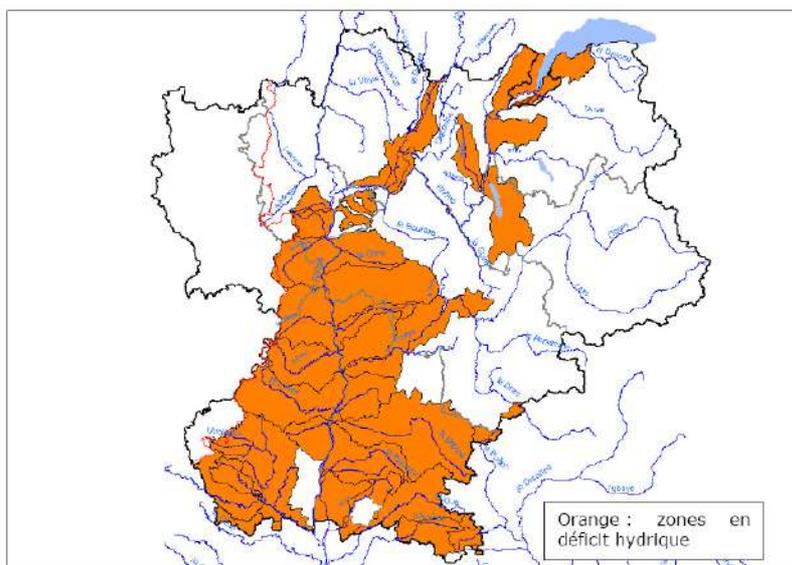


Figure 88 : Territoires touchés par des déficits en eaux en Rhône-Alpes (Source : DREAL, 2010)

3.4.3 Les usages de l'eau aujourd'hui

Sur le Bassin Rhône Méditerranée, plus de 18 milliards de m³ sont prélevés tous usages confondus. Il concentre plus de la moitié des prélèvements en eau du territoire national. Les dérivations d'eau constituent les prélèvements les plus importants en termes de volumes. Elles concernent surtout les usines hydroélectriques (Source : Association Rivière Rhône-Alpes, 2010). En Rhône-Alpes, l'**AEP** représente les plus grosses consommations en eau (48 %), suivi de l'industrie (36 %) et de l'irrigation (16 %).

Les consommations en **irrigation** (80 % de prélèvements en nappes) sont concentrées sur les trois mois les plus secs de l'année (juin à août), alors que les autres besoins en eau sont répartis sur l'année. L'essentiel de ces prélèvements se font dans les zones d'agriculture intensive : céréaliculture des plaines de l'Ain et de l'est lyonnais, arboriculture et maraîchage de la plaine de Valence, des coteaux du Lyonnais, du sud de la Drôme, des vallées de l'Ardèche... Si l'on rapporte les volumes d'eau consacrés à l'irrigation sur la période estivale, la part de l'irrigation devient prépondérante (**43 %**) par rapport à l'AEP (33 %) et à l'industrie (24 %).

3.4.4 Le climat en 2050

A l'horizon 2050, les **températures** moyennes pourraient augmenter de 1.5 à 2.5°C. L'évolution serait assez uniforme sur la région, avec néanmoins une augmentation plus importante sur le sud des Alpes et les Préalpes du Sud. L'étude MEDCIE prévoit, elle, une augmentation moyenne des températures de plus de 3°C en 2050 pour le scénario le plus pénalisant. L'été est la saison la plus exposée au réchauffement. Le relief alpin connaîtrait la hausse la plus sensible à court terme (**+ 2.1°C en été dans les Alpes**). A partir de 2050, c'est la plaine entre le Massif Central et les Alpes qui sera très sensible au réchauffement, qui se généralisera en 2080 (Source : Météo France).

Les simulations de modèles climatiques montrent une augmentation des précipitations en 2080 sur le nord de l'Europe, et une diminution au sud. La limite entre ces deux zones (nord et sud de l'Europe) reste floue et tous les modèles climatiques ne s'accordent pas sur sa localisation, d'autant plus qu'elle fluctue selon les saisons (plus au nord en été et plus au sud en hiver). La région Rhône-Alpes se trouve dans la **zone de « divergence »** des modèles pour toutes les saisons sauf l'été. Il faut donc rester très prudent quant aux prévisions sur l'évolution des précipitations en Rhône-Alpes car les incertitudes sont grandes. L'étude MEDCIE indique que le cumul annuel tendrait à diminuer sur la zone Grand Sud-Est, jusqu'à 300 mm sur la région Rhône-Alpes en 2080.

Tableau 67 : Récapitulatif des évolutions possibles des précipitations en fonction des saisons en région Rhône-Alpes (Source : Météo France)

Hiver	Eté	Printemps
Baisse des précipitations « efficaces » -8 jours en 2080 sur les reliefs	Idem, -6 jours sur le relief alpin. 1.50 mm/jour en moins en moyenne en 2080	Evolution constante par rapport au scénario de référence, une possible hausse des précipitations sur le relief

3.4.5 Les conséquences agronomiques et forestières des changements climatiques

3.4.5.1 Cas de la vigne

Pour la vigne, c'est l'augmentation de la température qui aura le plus d'impacts. Des calculs basés sur l'indice climatique du Huglin (IH) montre que **certains cépages ne seront plus adaptés** au climat de la région (ex. : pinot noir), alors que d'autres le deviendront (ex. : cabernet franc)

Note : L'IH est un indice climatique viticole développé par Huglin (1978), qui estime le potentiel héliothermique pour une condition climatique spécifique : le calcul des températures estime la période du jour sur laquelle le métabolisme de la vigne est plus actif ; l'indice inclut également un coefficient "longueur du jour" pour les latitudes les plus élevées de viticulture. L'IH est très lié aux exigences thermiques des cépages et, également, aux taux potentiels de sucre du raisin.

De plus, la notion de terroir est essentielle dans la viticulture régionale. L'évolution du climat peu avoir des conséquences sur les **pratiques** (date de vendange...) et sur les **spécificités** du vin produit en raison notamment des températures plus élevées et des étés plus secs (degrés d'alcool).

3.4.5.2 Cas de l'arboriculture

Les conséquences pour la filière arboriculture seront variables selon les espèces :

- Augmentation de la variabilité inter-annuelle (toutes espèces).
- Abricot/pêche/cerise : plus grande précocité de la floraison et donc une **sensibilité accrue au gel** de fin de printemps (même si le nombre de jour de gel devrait se réduire).
- Pomme / poire :
 - amplification et raccourcissement des cycles de **ravageurs** (ex. : carpocapse) ;
 - moins de pression fongique (ex. : tavelure) ;
 - **dépendance accrue à l'irrigation** (augmentation de la surface irriguée et augmentation des volumes d'eau) ;
 - dépérissement accéléré des vergers (même en conditions irriguées).

3.4.5.3 Cas du maïs

Le maïs, comme toutes les cultures d'été, sera fortement impacté par les effets du changement climatique. Cette culture sera impactée à la fois par l'augmentation des températures estivales et l'augmentation de la fréquence de périodes sèches (15 jours sans pluie). Dans le futur lointain, l'été, tous les modèles montrent une forte augmentation de la température (de +3°C. à +7°C. selon les modèles). Cette augmentation aura un effet direct et important sur la demande en eau de la culture (ETM et ETR), sans possibilité d'esquive pour le maïs (contrairement aux cultures d'hiver qui peuvent dans une certaine mesure décaler leur cycle végétatif). Ajouter à cela l'augmentation prévue du nombre de jours secs consécutifs, le stress hydrique devrait augmenter ainsi que la demande en eau.

3.4.5.4 Cas de l'herbe

L'herbe est la production végétale la plus importante de la région. La question de l'impact du changement climatique sur la quantité et qualité de l'herbe produite est donc centrale pour le secteur agricole.

Les principaux effets attendus du changement climatique :

- Une avancée de la phénologie (quelques jours au printemps) ;
- Une augmentation de la biomasse en plein printemps (due à l'effet du CO₂ et à l'augmentation de la température) ;
- Une **croissance réduite voire nulle en été** qui commence plus tôt et dure plus longtemps du fait du déficit hydrique ;
- Une **repousse d'automne plus importante** qu'aujourd'hui (notamment en montagne et en piémont).

La pousse de l'herbe serait plus importante de part et d'autre de la période estivale et faible voir nulle en été. L'effet global sur la quantité d'herbe produite sur l'année serait minime. **Par précaution (et en tenant compte des rendements observés les 15 dernières années), dans la présente étude nous avons pris en compte une réduction de 10 % du rendement des prairies naturelles.** Le véritable challenge consistera à adapter la gestion des troupeaux à la pousse de l'herbe (stock, pâturage).

Il y a très peu d'élément aujourd'hui sur :

- La **qualité de l'herbe** produite et les éventuelles apparitions de plantes envahissantes (mieux adaptées à la sécheresse par exemple) pouvant dégrader la qualité des fourrages (comme c'est le cas dans d'autres régions françaises).
- **L'apparition de nouveaux parasites** (comme la noctuelle des graminées déjà présente dans l'ouest de la France) occasionnant des dégâts importants sur les prairies, et de **plantes envahissantes** (comme le sporobole déjà présente dans l'ouest de la France) qui peuvent dégrader la valeur fourragère des prairies naturelles).

Ces modifications posent donc de nouvelles questions :

- Comment valoriser l'herbe de printemps (plus et plus tôt) ?
- Comment passer l'été avec un recours réduit voir nul au pâturage ?
- Comment valoriser la pousse d'automne ?
- Peut-t-on modifier la composition et la gestion des prairies pour réduire l'effet des modifications attendus du climat ?

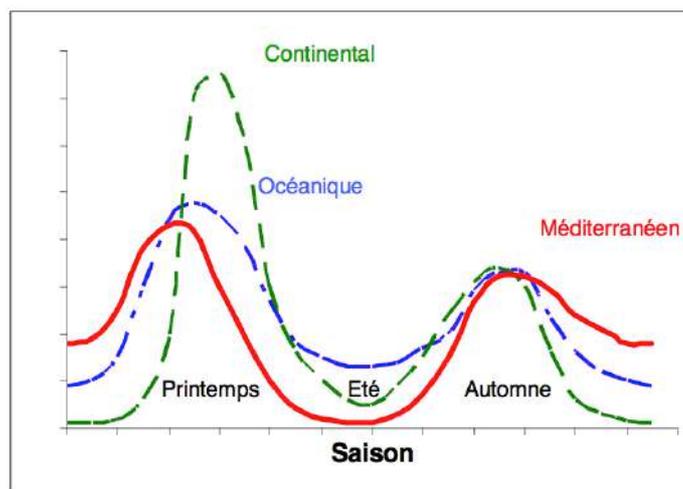


Figure 89 : Schématisation de la pousse de l'herbe en fonction des climats

3.4.5.5 Impacts possibles sur le secteur forestier

La **demande climatique en eau va augmenter** de manière faible à moyenne dans le futur proche et de manière forte dans le futur lointain.

Cela peut causer des phénomènes de **dépérissement**. Les autres risques liés aux changements climatiques sont :

- Un risque **incendie** accru.
- Une exposition au **vent violent**.
- Une augmentation de la **pression des ravageurs** (raccourcissement des cycles et augmentation des populations).
- Une **modification des paysages** : certains habitats sont déjà en limite d'aire de répartition naturelle (cas de la hêtraie sapinière).

Note : certains des effets du changement climatique sur les forêts régionales seront atténués pour les peuplements situés en altitude. Elles bénéficient donc d'une réduction de l'effet température et la pluviométrie y est (et restera) abondante.

3.4.6 La question de l'eau en 2050

La région Rhône-Alpes se caractérise par des ressources en eau abondantes (nappes souterraines nombreuses, réseau hydrographique dense...) mais inégalement réparties. Les régimes hydrologiques diversifiés, les nombreuses capacités de stockage (naturelles comme artificielles), et la présence des glaciers du relief alpin sont de véritables atouts pour la région.

Pour faire face au changement climatique, la région Rhône-Alpes dispose de plusieurs atouts. La diversité des régimes hydrologiques répond à la diversité géographique de la région, l'emploi de ressources variées permettra une réponse adaptée au changement climatique. Les impacts des épisodes de sécheresse seront limités par les réserves d'eau des glaciers alpins, même si celles-ci sont en diminution. Les SAGE et les Contrats de rivière sur le territoire étant très développés, la préservation de la ressource sera effective, atout incontestable pour faire face au changement climatique.

3.5 Travail sur les unités de production et leurs évolutions

3.5.1 Les unités de production « volailles de chair »

3.5.1.1 La ferme aujourd'hui : claustration intégrale

3.5.1.1.1 Description technique

L'unité de production « volailles de chair », est une exploitation de 10 ha produisant des poulets standard en claustration intégrale dans un bâtiment de 1 570 m² et produit **230 000 volailles** par an.

Les animaux sont élevés uniquement en bâtiment permettant un contrôle d'un grand nombre de paramètres de production :

- Arrivée des animaux à 1 jour ;
- Densité démarrage : 23 poulets par m² ;
- Température contrôlée : elle diminue avec l'âge des animaux (25 à 16°C).

Un vide sanitaire de plus de 15 jours est indispensable entre deux bandes et la litière est constituée de paille mise en place en début de bande (sol en terre battue).

Cette exploitation requiert : une bonne maîtrise de l'alimentation des animaux, une bonne technicité et un bon contrôle sanitaire. La rentabilité de l'exploitation dépend en partie de la maîtrise de l'alimentation (l'Indice de Consommation IC - IC de 1,71) et de son coût, représentant 65 à 70 % des charges d'exploitation. Le chauffage représente jusqu'à 35 % des coûts opérationnels. En l'absence de réseau d'eau chaude, le gaz propane est la source d'énergie privilégiée, malgré une forte augmentation forte du prix du gaz (600 €/tonne en 2007 à 900 €/tonne en 2013).

Tableau 68 : Caractéristiques de l'exploitation et de son environnement

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	10 ha	L'exploitation produit des céréales qui peuvent être autoconsommées ou vendues selon la conjoncture économique.
UTH	1	Equivalent de 1 UTH pour 2 400 m ² de bâtiment avicole. Seulement 4 à 8 % de main d'œuvre extérieure, donc travail essentiellement réalisé par la main d'œuvre familiale non salariée.
Productions	Poulets standard, claustration intégrale	<ul style="list-style-type: none"> - 6,7 bandes /an - Abattage à 36,9 jours - Poids de 1,899 kg à l'abattage
Atouts	Hors sol	Développement rapide des animaux à moindre coût
Perspectives		Augmentation de la superficie en bâtiment d'élevage (plus grande professionnalisation en volaille) et amélioration des performances techniques.

3.5.1.1.2 Résultats énergie / GES

L'exploitation consomme 666,6 GJ/ha de SAU, dont **15 %** sous formes d'énergies directes (fioul, propane, électricité) et **85 %** sous formes d'énergies indirectes (énergie nécessaire pour fabriquer les intrants).

Les principaux postes de consommation d'énergie sont :

- Les achats d'aliments, représentant **79 %** de l'énergie totale de l'exploitation ;
- Ensuite, le propane pour le chauffage des bâtiments avec **9 %** de l'énergie totale ;
- L'électricité nécessaire au fonctionnement du bâtiment d'élevage avec **4 %** ;
- Les achats de poussins avec **4 %**.

L'indicateur d'efficacité énergétique de la production de volailles est de **15,37 GJ/tonne** de viande vive (tvv), soit **429 EQF/tvv**. A titre d'information, les ateliers « volaille de chair » des REFPLANETE2010¹⁶ basées sur 72 exploitations françaises consomment en moyenne 11,9 GJ/tvv soit 335 EQF/tvv. Ces consommations d'énergie sont cependant très variables, entre 9,4 et 26,0 GJ/tvv.

Les émissions brutes de GES sont de **625 tCO₂e/an**, réparties de la façon suivante :

- **89 %** proviennent de l'utilisation de l'énergie, essentiellement au travers du processus de production/fabrication des aliments volailles (88 % de ce poste), le propane contribuant à hauteur d'environ **7 %** des émissions de ce poste.
- **9 %** des émissions de GES proviennent des animaux (fermentations entériques et stockage des déjections).
- Enfin, **2 %** des émissions de GES proviennent des sols agricoles, essentiellement au travers de l'apport au sol des déjections (concerne uniquement les 21 % de fumier épandus sur la SAU) et les émissions indirectes des sols par le dépôt de NH₃ atmosphérique (ne sont considérés que 10 % de redépôts sur les sols de l'exploitation) et du surplus azoté de l'exploitation (dénitrification).

3.5.1.2 La ferme de 2050 : claustration et parcours

3.5.1.2.1 Description technique

La ferme de 2050, évolue en fonction des contraintes du scénario Afterres2050 :

- Produire du poulet de meilleure qualité (augmentation de la durée d'élevage, type d'aliment distribué aux animaux)
- Améliorer les conditions animales (densité des animaux en bâtiments, accès à un parcours),
- Réduire l'utilisation d'antibiotiques en aviculture
- Production d'énergie (méthanisation effluents, PV toiture, chauffage biomasse)
- Amélioration de la valorisation de l'azote des déjections par l'épandage de digestat issu de la méthanisation des déjections

En conséquence, **le poulet standard disparaît progressivement**, au profit du **poulet certifié avec parcours obligatoire** qui assure une part importante des quantités de viande de volailles. Les poulets label et biologique voient également un développement très important. La ferme de 2050 décrite ci-après produit des poulets certifiés.

¹⁶ BORDET A-C., BOCHU J-L., TOUCHMOULIN O. Références PLANETE 2010, Fiche 8- Production « Volaille de chair ». Toulouse : Solagro, 2010, 9 p.

La **ferme** possède toujours 10 ha de SAU, répartis :

- **Parcours** : à raison de 2 m²/animal de parcours, 5,37 ha sont mobilisés à cet effet sur la ferme. Les parcours sont clôturés afin d'éviter l'intrusion d'animaux extérieurs et ils sont entourés de haies afin de fournir de l'ombre aux animaux. Entre chaque bande, de la chaux est épandue pour éviter les contaminations (parasites, germes bactériens) ;
- **Céréales** : sur le reste de la SAU, soit 4,63 ha, du blé est produit à destination de l'élevage de poulets de chair (environ 29 tonnes de grains et 15 tonnes de paille).

L'élevage de 135 000 poulets certifiés se caractérise par :

- Une durée d'élevage de 58 jours (soit + 57 %/poulet standard 2010). La nouveauté de ce système d'élevage est l'accès à un parcours (claustration intégrale auparavant), limité toutefois au delà de 6 semaines d'âge, lorsque les poulets ont suffisamment de plumes. Ainsi, le pourcentage de temps moyen à l'extérieur des animaux est de **13 %** (contre 25 % pour des poulets labels) ;
- Une densité en bâtiment plus faible (18/m² au lieu de 23) ;
- 5,2 bandes/an se succèdent (performances techniques de 2010) ;
- Un poids vif moyen de 2,234 kg/poulet (performances techniques de 2010) ;
- Un indice de consommation de 2,207 (performances techniques de 2010) ;
- Une production de viande annuelle de 300 027 kg de viande vive.

Le **bâtiment** d'élevage avicole de 2050 dispose :

- **D'une chaudière à biomasse** pour le chauffage en substitution à l'utilisation de gaz propane. Environ **96 MAP de bois plaquettes** sont nécessaires pour couvrir les besoins annuels en chauffage du bâtiment, dont une partie peut provenir de l'exploitation des haies présentes sur l'exploitation. Les haies contribuent, par leur effet brise vent, à limiter les déperditions énergétiques du bâtiment.
- D'Échangeurs Récupérateurs de Chaleur (ERC) qui, outre le fait qu'ils permettent des **économies d'énergies pour le chauffage, assèchent l'ambiance** à l'intérieur du bâtiment et **captent des poussières** permettant d'améliorer l'état de santé des animaux.
- D'une isolation renforcée notamment par le choix des matériaux de construction et l'absence de ponts thermiques.
- D'un éclairage naturel (luminosité extérieure) complétée par des équipements d'éclairage à basse consommation d'énergie.
- D'un système de récupération de chaleur en sous toiture permettant de réaliser des économies sur le chauffage.
- D'un système de cloisonnement interne afin de limiter les consommations d'énergie en phase de démarrage des poussins (seule une partie du bâtiment est chauffée).
- De panneaux solaires photovoltaïques sur les pans sud du bâtiment, soit jusqu'à 900 m² pour un bâtiment de cette dimension. La production annuelle serait alors d'environ **115 000 kWh/an**, ce qui couvre l'intégralité des besoins énergétiques du bâtiment tous usages confondus (dont les usages électriques).

En ce qui concerne la litière, des achats extérieurs sont nécessaires pour couvrir la totalité des besoins : sur les 32 tonnes de pailles, environ 14 tonnes sont produites sur l'exploitation et 18 tonnes sont achetées. 177 tonnes de fumiers de volailles sont produits annuellement, et intégralement exportés vers une unité de **méthanisation collective** (distance moyenne de l'exploitation d'environ 10 km), permettant de produire une quantité annuelle de **21 000 m³ de CH₄ biogaz** mais également du digestat dont **114 m³** reviennent annuellement sur l'exploitation pour assurer la fertilisation des surfaces en blé tendre (couverture des besoins en N, P et K).

3.5.1.2.2 Résultats énergie / GES

L'exploitation consomme 505,1 GJ/ha de SAU, dont **4 %** sous formes d'énergies directes (fioul, propane, électricité) et **96 %** sous formes d'énergies indirectes (énergie nécessaire pour fabriquer les intrants).

Les principaux postes de consommation d'énergie sont :

- Les achats d'aliments, représentant **89 %** de l'énergie totale de l'exploitation ;
- Les achats de poussins avec **3%** ;
- L'électricité nécessaire au fonctionnement du bâtiment d'élevage avec **2 %** ;
- Les amendements calcaires pour assainir les parcours avec **2 %**.

L'indicateur d'efficacité énergétique de la production de volailles est de **16,84 GJ/tonne** de viande vive (tvv), soit **470 EQF/tvv**. Pour rappel, la ferme avicole de 2010 avec 15,37 GJ/tvv présente une meilleure efficacité énergétique. Cependant, la performance de la ferme avicole de 2050 reste acceptable, sachant qu'il a été constaté des variations oscillant entre 9,4 et 26,0 GJ/tvv dans le cadre des RefPLANETE2010 en volailles de chair.

Les émissions brutes de GES sont de **495 tCO₂e/an**, réparties de la façon suivante :

- **89 %** proviennent de l'utilisation de l'énergie, essentiellement au travers du processus de production/fabrication des aliments volailles (95 % de ce poste).
- **8 %** des émissions de GES proviennent des animaux (fermentations entériques).
- Enfin, **3 %** des émissions de GES proviennent des sols agricoles, essentiellement au travers de l'apport au sol des déjections sur les parcours et par l'apport de digestat sur les céréales, et les émissions indirectes des sols par le dépôt de NH₃ atmosphérique (ne sont considérés que 10 % de redépôts sur les sols de l'exploitation) et du surplus azoté de l'exploitation (dénitrification).

Un stockage additionnel de carbone de **16 tCO₂e/an** intervient sur l'exploitation (soit une compensation de 3 % des émissions brutes de GES) au travers de :

- L'accroissement annuel des linéaires de haies massivement présentes sur l'exploitation (environ 20 %) ;
- Des sols de l'exploitation (parcours, non labour) à hauteur de 80% du stockage additionnel de carbone.

Les émissions brutes de GES s'élèvent à **1,6 tCO₂e/tvv**, soit une légère augmentation par rapport aux émissions de la ferme avicole de 2010. Cependant, la ferme avicole de 2050 produit ou consomme des énergies renouvelables (substituant aux énergies non renouvelables) permettant d'éviter une part très importante de GES.

Au total, ce sont **152 tCO₂e/an** d'émissions de GES évitées (soit 31 % des émissions totale de la ferme) au travers de :

- La production de biogaz en substitution au gaz naturel (-120 tCO₂e/an évités).
- La production d'électricité photovoltaïque (- 9 tCO₂e/an évités).
- La production et consommation de bois plaquettes en substitution au propane (- 23 tCO₂e/an évités).

Une part considérable des énergies renouvelables est produite à destination de la société civile.

3.5.1.3 Synthèses des comparaisons 2010 – 2050

Le tableau ci-dessous synthétise les évolutions des différents indicateurs technique et environnementaux des fermes de volailles de chair de 2010 et de 2050.

Tableau 69 : Comparaison des résultats pour la ferme 2010 et 2050

Critères techniques	Ferme 2010	Ferme 2050	Evolutions
SAU exploitation (ha)	10,0	10,0	
Durée d'élevage des poulets (jours)	36,9	58,1	
Densité des animaux (/m2)	23	18	
Nombre de lots/an	6,7	5,2	
% de temps en dehors des bâtiments	0%	13%	
Poids vif/animal (kg)	1,90	2,23	
Indice de Consommation	1,7	2,2	
Quantité totale d'aliment (tonnes)	778	650	
Autonomie en aliment (%)	6%	4%	
Nombre de poulets produits	229 093	134 300	
Quantité de viande produite (tonnes)	435,0	300,0	
Critères environnementaux			
Energie			
Consommation d'énergie non renouvelable totale (GJ)	6 688	5 051	
Consommation d'énergie non renouvelable par ha (GJ)	669	505	
Consommation d'énergie non renouvelable par tvv (GJ)	15,37	16,84	
Consommation d'énergie renouvelables (GJ)	0	303	
Production d'énergie renouvelable (GJ)	0	1 556	
Gaz à effet de serre			
Emissions brutes GES/an (tCO2e)	625	494,9	
Emissions brutes GES/ha (tCO2e)	62,5	49,5	
Emissions brutes GES/tvv (tCO2e)	1,4	1,6	
Stockage additionnel de C/an (tCO2e)	1,3	16,5	
Stockage C/Emissions brutes (%)	0%	3%	
Emissions de GES évitées par les renouvelables (tCO2e)	0	152,2	
Autres critères			
Linéaires de haies sur l'exploitation (mètres)	800	2 000	
Utilisation de produits phytosanitaires (kg MA)	10,0	4,0	
Consommation d'eau (m3)	1 448	1 207	
Emissions totales d'ammoniac (kg N-NH3)	4 947	4 688	
Excédent d'azote de l'exploitation (kg N/ha)	93	74	
Erosion des sols	Labour	+ haies, non labour	
Surface extérieure à la ferme/production aliment (ha)	121	103	
Résilience / changement climatique		Meilleure performance énergétique du bâtiment contre les coups de chaleur	
Utilisation antibiotique		Densité + faible d'animaux, meilleure santé (accès à un parcours, particules bâtiment...)	
Bien être animal		Densité + faible, durée de vie allongée, accès à l'extérieur	
	Bon	Neutre	Insatisfaisant

Les impacts environnementaux de la ferme avicole de 2050 s'améliorent en comparaison de ceux observés sur la ferme avicole de 2010 :

- Energies non renouvelables : réduction de **24 %** de la consommation annuelle. A noter, une détérioration de 10 % de l'efficacité énergétique (GJ/tonne viande vive) qui atteint cependant un niveau acceptable.
- Emissions dans l'air : réduction de **21 %** des émissions de GES de l'exploitation, à laquelle il faut ajouter la production d'énergie renouvelable pour la société (biogaz, électricité photovoltaïque) permettant d'éviter des émissions de GES liées à la consommation de ressources non renouvelables. A noter, une détérioration de 15% de l'efficacité énergétique (tCO₂e/tonne viande vive) qui atteint cependant un niveau acceptable. Egalement, la ferme de 2050 stocke beaucoup plus de carbone dans ses sols (**+1 167 %**). Enfin, les émissions d'ammoniac sont réduites de **5 %**.
- Eau : la consommation d'eau est réduite de **17 %**, et la qualité de l'eau s'améliore par la réduction des excédents azotés (**-20 %**) et de l'utilisation de produits phytosanitaires (**-60 %**).
- Biodiversité : développement des linéaires de haies (**+150 %**) constituant une source d'habitat favorable au développement de la biodiversité.
- Sol : la plus grande présence de haies et le non labour permettent de diminuer le risque d'érosion des sols.
- Bien-être animal : amélioration des conditions de vie des animaux (accès extérieur, durée de vie).

3.5.2 Les unités de production « bovins lait »

3.5.2.1 La ferme aujourd'hui

Le cas-type utilisé pour décrire la situation actuelle de l'élevage bovin lait est proche des moyennes de la région (Source : Réseaux d'élevage Rhône-Alpes - PACA - Cas-type Bovin Laitier Rhône-Alpes n°1). Il s'agit d'une ferme de 60 ha de SAU (dont près de 50% de STH) possédant 35 vaches laitières.

Tableau 70 : Caractéristiques de l'exploitation et de son environnement

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	59	Triticale 5 ha – Orge 4 ha Prairies : - temporaires 18 ha - permanente 32 ha
Cheptel	34 VL	Montbéliarde – 6 200 litres / VL 200 000 litres / an
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

Le système fourrager est uniquement basé sur des prairies temporaires ou permanentes avec :

- une première coupe de foin sur les prairies temporaires,
- de l'ensilage de printemps (en grande partie sur les prairies permanentes),
- une part importante de pâturage, qui représente près de 40% des ressources fourragères de l'exploitation.

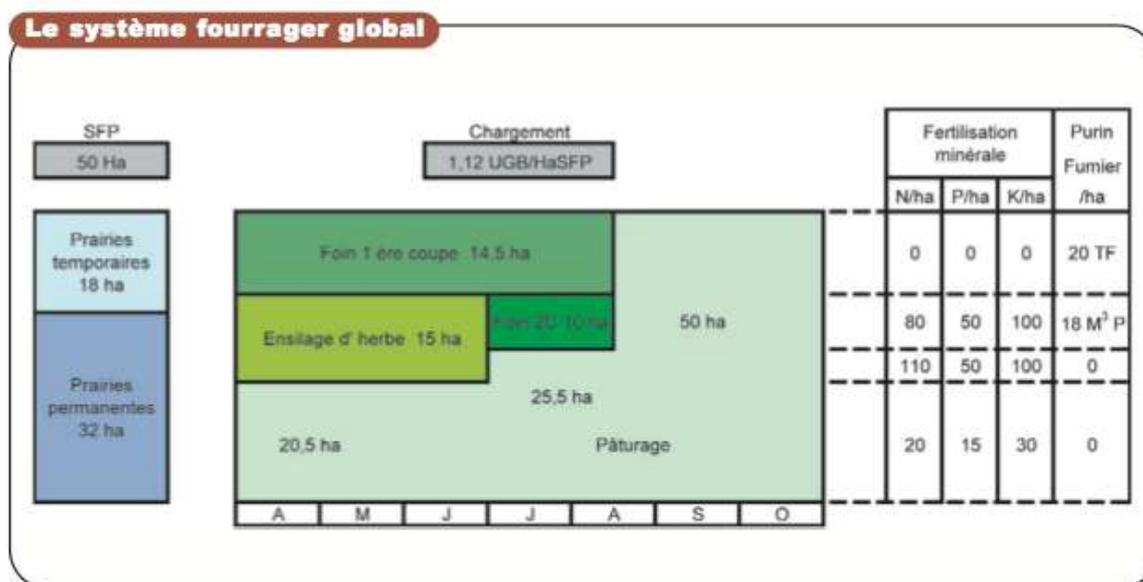


Figure 90 : le système fourrager globale (Source : Réseaux d'élevage Rhône-Alpes)

Les céréales (triticale et orge) couvrent les besoins du troupeau en concentré et en paille (utilisation de 100% de la paille pour la litière).

Tableau 71 : Les surfaces de l'exploitation

Culture	Surface	destination de la culture :	rendt u/ha	unité du rendt
Triticale	5,0	intraconsommé et vente	50	ql (15% eau)
Orge	4,0	intraconsommé et vente	45	ql (15% eau)
PT mélangées	18,0	intraconsommé	5,6	TMS
Prairies	32,0	intraconsommé	5,1	TMS

3.5.2.2 La ferme en 2050

L'hypothèse d'évolution du troupeau bovin régional retenue est une diminution d'un facteur 2 (ce qui se rapproche de l'évolution tendancielle). Dans le même temps, une hypothèse de maintien du nombre moyen de mères par exploitation a été retenue (en opposition avec l'augmentation tendancielle). Au final, on mène la réflexion sur une unité de production mixte (lait et viande), ayant une taille de troupeau quasi identique à celle d'aujourd'hui (un travail sur le devenir des veaux aurait pu être mené) et un doublement de la SAU. De plus, dans le scénario, le temps de pâturage augmente de 30 % (et le pâturage couvre plus de la moitié des besoins fourragers du troupeau).

Les évolutions de la ferme « bovin » de 2010 :

- Division par 2 de la densité de chargement ;
- Engraissement d'une partie plus importante des taurillons ;
- Augmentation du temps de pâturage et réduction de la quantité de concentrés distribuée (80 g/l) ;
- Réduction de 25 % de la productivité laitière ;
- Division par 2 de la surface de prairies temporaires et de fourrages annuels et augmentation proportionnelle des surfaces de cultures annuelles ;
- Réduction de 10 % du rendement moyen des prairies naturelles (effets du changement climatique) ;
- Conversion à l'agriculture biologique :
 - allongement et diversification des rotations
 - réduction des rendements de cultures annuelles de 50 %
 - mise en place de cultures intermédiaires et de cultures associées (ex. : triticales – pois ou blé – pois) ;
- Participation à une unité collective de méthanisation
 - en fournissant :
 - des cultures intermédiaires (1/3),
 - le fumier de l'exploitation,
 - une partie de l'herbe des prairies naturelles (15 %) : herbe non valorisée par le troupeau et située sur une zone mécanisable ;
 - En récupérant du digestat (retour proportionnel à la quantité d'azote fourni).

Au final, **la ferme-type de 2050 commercialise** en agriculture biologique :

- Près de 180 000 kg de lait,
- 80 tonnes de grains (blé, orge, triticales, pois ou féveroles),
- 10 tonnes de viandes (poids vif – réformes + brouillard),
- de l'énergie renouvelable en participant à une unité collective de méthanisation regroupant une quinzaine de structures similaires (pour arriver à une capacité d'injection d'environ 100 Nm³ CH₄/heure) sur un rayon de 10 km.

Du point de vue des résultats environnementaux, la ferme :

- augmente sa résilience climatique en diminuant son chargement,
- réduit de 30 % son intensité carbone (réduction de 30% des émissions de GES par ha),
- réduit de plus de 60 % son intensité énergétique (réduction des consommations d'énergie directe et indirect par ha) : réduction du chargement, autonomie alimentaire, mise en place de matériels performants (bloc traite),
- n'utilise plus de produit de synthèse (principalement azote et pesticides),
- produit des énergies renouvelables substituables aux énergies fossiles et fissiles (méthanisation collective et installation de panneaux photovoltaïques).

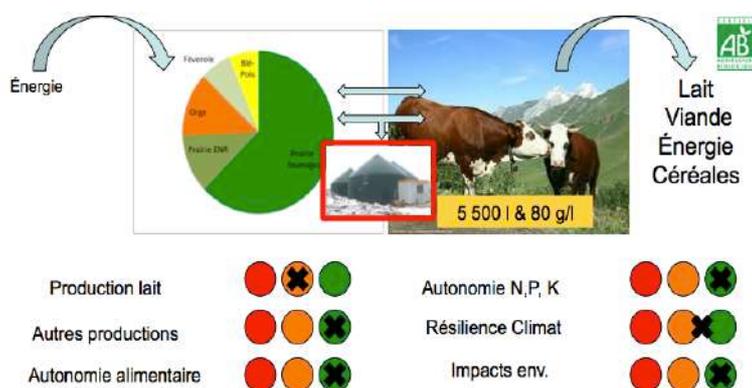


Figure 91 : L'unité de production bovine lait de 2050

3.6 Assemblage des paramètres et résultats régionaux

3.6.1 Les données d'entrée de la prospective régionale

3.6.1.1 La population et l'artificialisation des sols : 170 000 ha d'ici 2050

En 2050, la population de la région Rhône-Alpes serait de **7 780 000 habitants**, selon le scénario central de l'INSEE (6 200 000 aujourd'hui).

L'artificialisation des sols pour 1 000 habitants est proche de **70 ha** aujourd'hui. En reprenant des données depuis 1990, cette valeur est en hausse régulière : partant de 60 ha pour 1 000 habitants en 1990, elle pourrait atteindre (scénario tendanciel) près de **100 ha** en 2050. Compte tenu des effets de l'augmentation de la population (+25 % d'ici 2050 – soit 1,6 millions d'habitants) et de l'augmentation de la demande de surface par habitant, la surface artificialisée pourrait gagner près de 230 000 ha d'ici 2050 (passant ainsi tendanciellement de 440 000 à 670 000 ha).

Dans le cadre de l'exercice de régionalisation de la prospective Afterres2050, il a été proposé de diviser par deux l'augmentation de la demande d'artificialisation pour 1 000 habitants. **La surface artificialisée pour 1 000 habitants serait alors de 85 ha en 2050** et l'augmentation de la surface artificialisée d'ici 2050 serait de **170 000 ha** et atteindrait **610 000 ha**.

Les 170 000 ha de surfaces artificialisées additionnelles d'ici 2050 ont été pris sur la SAU régionale (principalement sur les céréales et oléo-protéagineux et les cultures fourragères annuelles).

3.6.1.2 La forêt et le bois

La surface de la forêt de la région gagnerait **70 000 ha** d'ici 2050 pour atteindre une surface totale de **1 900 000 ha**. Les produits bois seraient en nette progression : + 40 % pour les bois d'oeuvre (et sciages), + 50 % pour les bois d'industrie et + 100 % pour le bois énergie (tous vecteurs confondus : bûches, plaquettes, gaz).

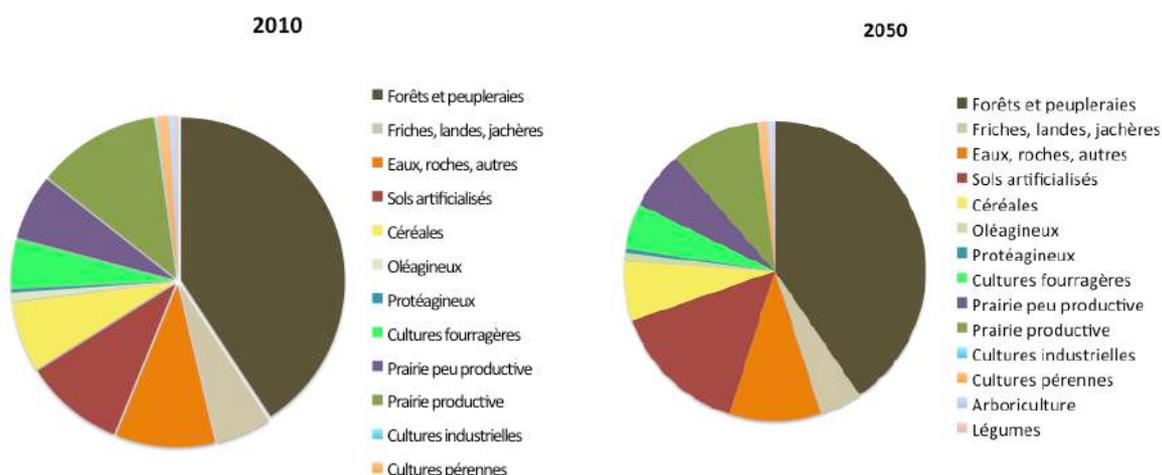


Figure 92 : Utilisation des terres de la région Rhône-Alpes en 2010

Figure 93 : Utilisation des terres de la région Rhône-Alpes en 2050

3.6.1.3 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 280 000 à **240 000** mères soit une baisse de 15 %,
- le troupeau **bovin viande** passe de 160 000 à **25 000** mères soit une baisse de près de 80 %.

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 840 000 à **740 000 ha** soit une baisse de 12 % des surfaces. Les autres surfaces fourragères (maïs ensilage, prairies temporaires mélangées, ray grass) sont réduites d'un facteur 2.

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

- la réduction de la demande en viande,
- le report partiel de la consommation de viande rouge et de poisson vers la viande blanche,
- la 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 72 : évolution des effectifs des cheptels (hors bovins)

Milliers d'effectifs	2010	2050	Evolution
Nombre de places de porcs charcutiers	192	105	-40%
dont porcs en intensif	175	77	-93%
Nombre de places de poulets de chair	6 284	6 284	-22%
dont volailles en intensif	4 675	3 771	-90%
Nombre de places de poules pondeuses	4 386	4 386	-38%
Nombre de chèvres	97	97	0%
Nombre de brebis	307	200	53%

3.6.1.4 Evolution de l'assolement régional des grandes cultures

Pour définir l'occupation du territoire en 2050 nous avons travaillé sur les unités agricoles en grandes cultures dans un premier temps. 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).

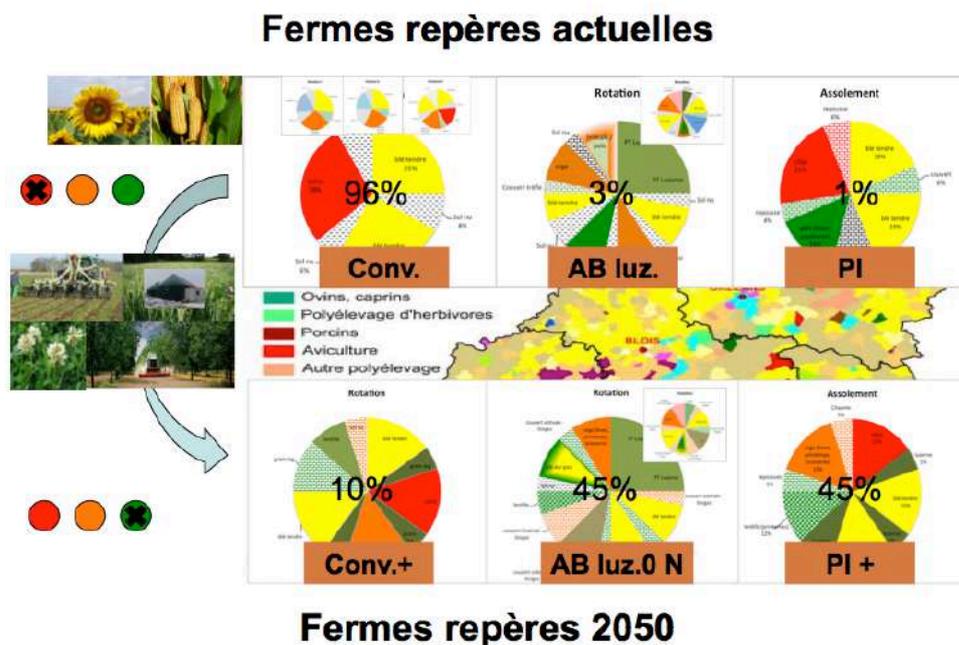


Figure 94 : synthèse de l'évolution des fermes de grandes cultures entre 2010 et 2050

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

3.6.2.1 Occupation du territoire

En appliquant les hypothèses du scénario Afterres2050 à l'échelle de la région, 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 (y compris les fourrages annuels) 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 73 : Récapitulatif de l'évolution de l'affectation des surfaces

Milliers d'hectares	2010	2050	Evolution (1000 ha)	Evolution (%)
Céréales oléo-protéagineux	370	310	-61	-16%
Cultures industrielles	7	5	-1	-17%
Vigne	52	44	-8	-16%
Arboriculture	32	61	29	89%
Maraichage	8	16	8	100%
Cultures fourragères	222	116	-106	-48%
Prairies naturelles	838	737	-101	-12%
Forêts et peupleraies	1 834	1 908	73	4%
Friches, landes, jachères	248	248	0	0%
Eaux et rochers	443	443	0	0%
Sols artificialisés	443	610	167	38%
TOTAL	4 497	4 497		

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 diminuent (mais moins vite que dans le scénario tendanciel),
 - les surfaces de prairies temporaires sont réduites,
 - les surfaces de prairies temporaires légumineuses augmentent (les surfaces de luzerne des systèmes d'agriculture biologique se retrouvent dans cette catégorie).

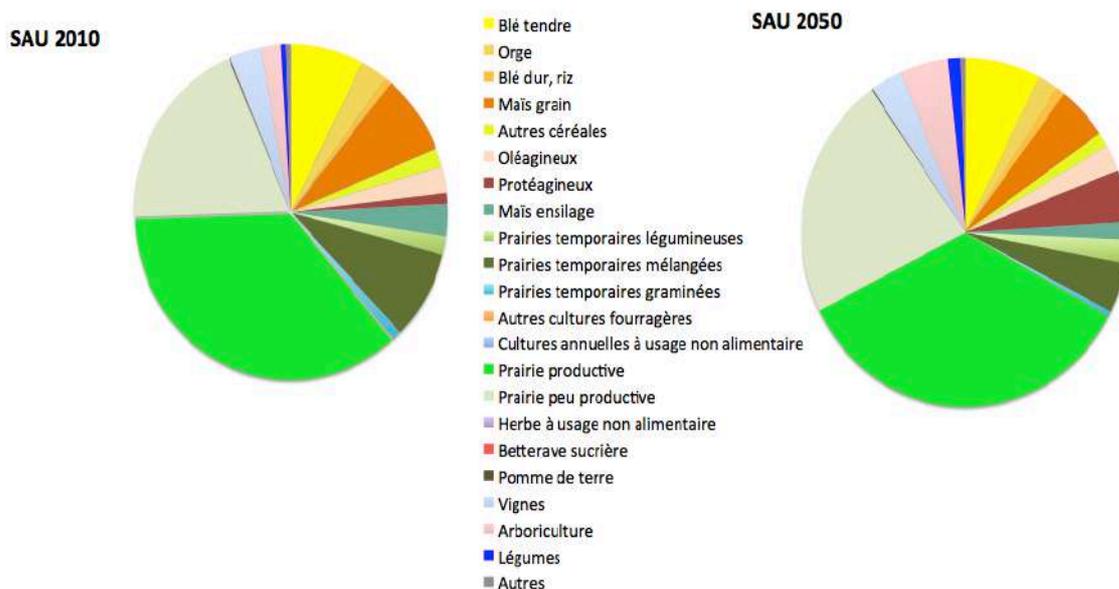


Figure 95 : Évolution de la SAU entre 2010 et 2050

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,
- le maraîchage et l'arboriculture.

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

Tableau 74 : évolution des surfaces agricoles de la région

Assolement – détail	2010	2050	Evolution
blé tendre	116	96	-17%
blé dur	11	11	8%
maïs grain	119	65	-46%
colza	15	12	-17%
orge (hiver, printemps, brasserie)	42	26	-38%
pois (hiver, printemps)	3	10	288%
betterave sucrière	0	0	-17%
maïs ensilage	47	21	-55%
prairie naturelle productives >30ans	547	446	-18%
tournesol	23	19	-17%
triticale	22	14	-38%
sorgho grain	6	23	288%
soja	7	27	288%
seigle	3	2	-38%
prairie naturelle peu productives, parcours	291	291	0%
PT mélangées	133	60	-55%
PT Luzerne	27	28	6%
ray-grass <= 18 mois	14	6	-55%
Vin (AOC)	48	40	-17%
Abricot	8	9	17%
cerise	3	4	22%
pomme	3	4	25%
pêche	3	3	12%
noix	12	37	200%

3.6.2.2 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 40 %,
- d'une manière générale, la production de grains est réduite de près de 50 %,
- la production de fourrages hors STH baisse de 70 %. Seule la luzerne se maintient (une partie de cette luzerne étant utilisée à des fins énergétiques),
- la production de fourrages de la STH recule de 30 %,
- 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 augmenterait de 20 %.

Tableau 75 : Les productions végétales en 2010, 2030 et 2050

Milliers de tonnes (MS pour productions en vert)	2010	2030	2050	2010-2050
Blé tendre	556	433	334	-40%
Orge	185	123	77	-58%
Maïs grain	38	33	28	-27%
Blé dur	936	607	363	-61%
Autres céréales	109	73	46	-58%
Oléagineux	86	69	56	-35%
Protéagineux	52	104	137	164%
SOUS TOTAL GRAINS	1 961	1 442	1 040	-47%
Maïs ensilage	531	321	167	-69%
Prairies temporaires légumineuses	222	224	227	2%
Prairies temporaires mélangées	979	697	425	-57%
Prairies temporaires graminées	103	73	45	-57%
SOUS TOTAL FOURRAGES	1835	1315	864	-53%
Prairies naturelles permanentes productives	2 509	2 111	1 755	-30%
Prairies peu productives	378	360	343	-9%
SOUS TOTAL PRAIRIES	2 887	2 472	2 098	-27%
Betterave sucrière	0	0	0	-25%
Pomme de terre	9	7	5	-38%
Vignes	9	7	6	-33%
Arboriculture	100	172	255	156%
Légumes	22	33	44	100%
CULTURES INDUSTRIELLES OU PERMANENTES	149	228	318	113%
Production de cultures associées	0	35	61	
Production de cultures intermédiaires	62	795	1 382	
TOTAL	6 899	6 289	5 763	-16%
Valeur énergétique (PJ)	126	114	104	-17%

3.6.2.3 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 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 de 50 % du troupeau bovin.

Tableau 76 : Les cheptels régionaux en 2010, 2030 et 2050

Effectifs, milliers de têtes (indicateurs)	2010	2030	2050
Vaches laitières ou mixtes (mères)	275	246	218
Vaches allaitantes (mères)	170	97	24
Chèvres (mères)	97	97	97
Brebis (mères)	307	389	470
Porcs à l'engraissement (places)	192	154	115
Poulets de chair (places)	6 284	5 593	4 902
Poules pondeuses (places)	4 386	3 553	2 719

Tableau 77 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Productions animales, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Viande (total) - carcasse	210	167	126
bovins- carcasse	71	55	39
porcs- carcasse	53	42	32
volailles- carcasse	82	64	48
Lait	1 845	1 561	1 430
Œufs	82	64	47

Tableau 78 : Les consommations animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Alimentation animale, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Fourrages (matière sèche)	1 182	894	626
Pâtûre (matière sèche)	1 303	1 160	950
Concentrés	863	720	564
Part d'herbe non consommée par les animaux (%)*	17%	9%	5%

*la part d'herbe non consommée par les animaux diminue malgré la division par 2 du troupeau bovin. En effet cette diminution du troupeau est compensée par :

- la réduction des surfaces de prairies naturelles,
- la réduction du rendement des prairies (projections climatiques) et des surfaces fourragères en générales,
- la réduction des surfaces de fourrages annuels ou de prairies temporaires,
- l'augmentation de la part de pâtûre dans l'alimentation des animaux,
- l'augmentation du prélèvement par les ovins.

3.6.2.4 Evolution du solde extérieur régional

Le solde extérieur correspond à la différence entre la production et les besoins alimentaires (des hommes et des cheptels). La balance import/export est également prise en compte dans ce calcul. Si on considère que la région auto-consomme 100 % de ce qu'elle produit, le solde extérieur correspond à sa capacité exportatrice (s'il est positif), ou bien ce qu'elle doit importer (s'il est négatif).

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.

Tableau 79 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

Solde extérieur, milliers de tonnes	2010	2030	2050
Céréales et maïs	526	42	-278
Pommes de terre	-379	-420	-384
Produits laitiers	-37	58	390
Sucre	-232	-231	-214
Viande, abats, graisses animales, œufs	-431	-392	-266
Boissons alcooliques	-377	-391	-322
Tourteaux, huiles, oléoprotéagineux	-438	-409	-359
Café, cacao, thé, épices, stimulants	-63	-65	-54
Légumes	-374	-448	-461
Poissons et produits halieutiques	-220	-138	-63

Il ressort du scénario régional qu'en 2050 (Cf. figure ci-après) :

- le **solde extérieur en céréales devient négatif** : la diminution des troupeaux ne suffit pas à compenser la perte de surfaces et de rendement, et l'augmentation des besoins de la population;
- la **région couvre ses besoins en lait et devient exportatrice** : réduction de 20 % de la production très largement compensée par la réduction de près de 50 % des besoins ;
- la **région est moins déficitaire en viandes** : la réduction importante du troupeau allaitant est largement compensé par la réduction de la demande alimentaire ;
- La **région importe la moitié des ses consommations de légumes** : le doublement des surfaces ne suffit pas à compenser l'augmentation de la population est des besoins par habitant.

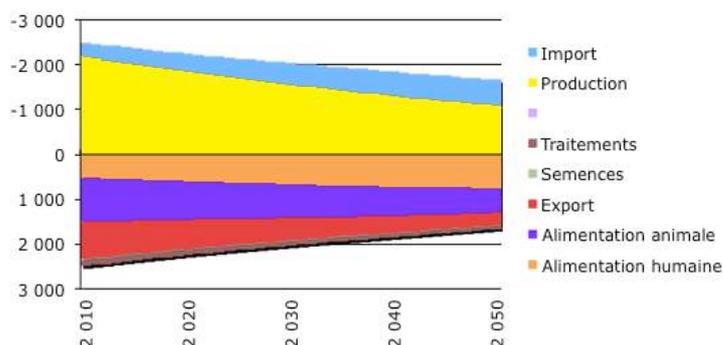


Figure 96 : Céréales – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

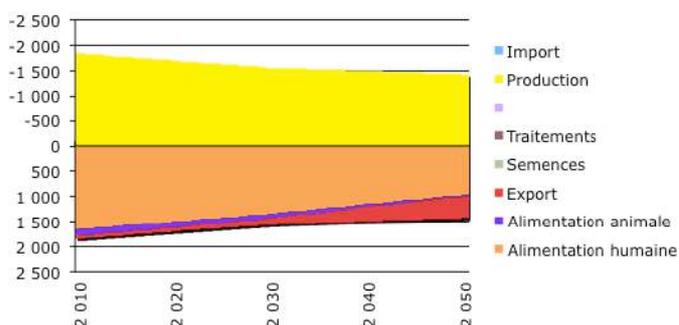


Figure 97 : Lait – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

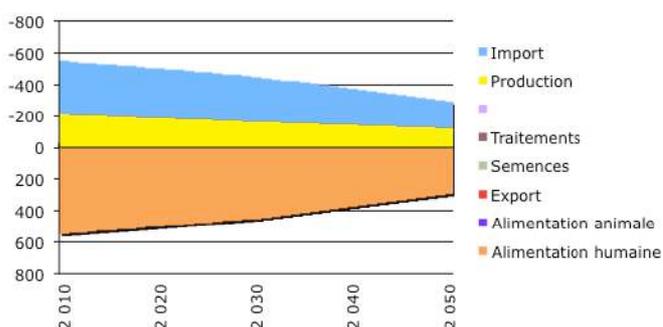


Figure 98 : Viandes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

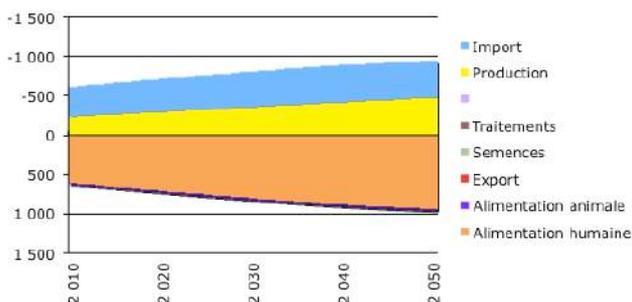


Figure 99 : Légumes – évolution des emplois (alimentation humaine et animale + export + traitements) et des ressources (production + importations) régionales en 2010, 2030 et 2050

3.6.2.5 Résultats environnementaux et climatiques

Globalement, les **émissions de GES** sont divisées par un facteur **2,1**. **Les émissions passent de 5,2 Mtéq.CO2 à 2,6 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 2,7 de la quantité d'azote minéral utilisée,
- les émissions indirectes de N₂O (émissions liées à la fabrication des engrais azotés) : division par 2,7 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, substitution de fossiles par des renouvelables,
- les émissions indirectes de CO₂ (émissions liées notamment à la fabrication des engrais azotés) : division par 2,7 de la quantité d'azote minéral utilisée.

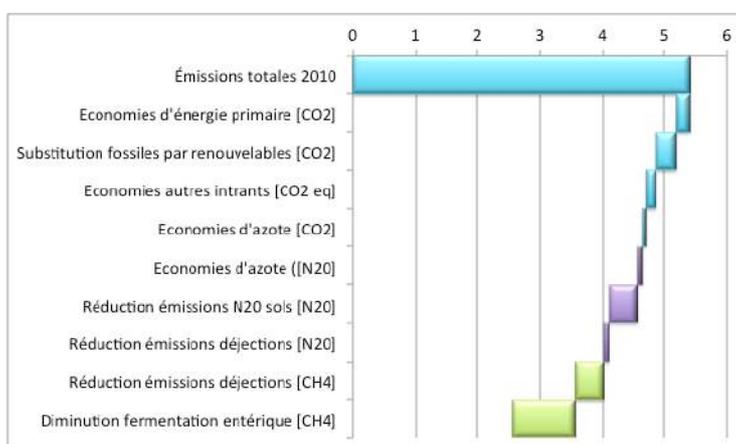


Figure 100 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2050

La **consommation d'énergie** est réduite de près de un tiers : elle passe de 4,8 TWh en 2010 à 3,2 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 80 : Les consommations d'énergie en 2010 et 2050

Consommation, TWh	2010	2050
Energie directe	3,4	2,3
dont Carburant	1,6	1,1
dont Electricité	0,6	0,3
dont Gaz	1,1	0,4
dont Biomasse	0,0	0,5
Energie indirecte	1,5	0,8
dont Azote	0,5	0,1
dont autres intrants	0,5	0,3
dont Matériel	0,5	0,4
Total	4,8	3,1

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

- réduire d'un tiers la quantité d'azote lixivié,
- diviser par 4 la pression phytosanitaire,
- diviser par 4 de la volatilisation d'ammoniac,
- doubler des surfaces d'infrastructures agroécologiques dans les systèmes agricoles,
- améliorer la résilience climatique de l'agriculture régionale.

3.6.2.6 Les productions de carbone renouvelable pour la société

Une partie de la biomasse agricole et la biomasse forestière prélevée sert 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 ;
- 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 multiplie par 2 sa production de carbone renouvelable**. Le tableau ci-après présente les principaux résultats (exprimés en PJ) de production de carbone renouvelable.

Tableau 81 : Elaboration de la production de carbone renouvelable

CARBONE RENOUVELABLE (PJ)	2010	2050	Evolution
Bois d'œuvre (sciages) issu de la forêt	110	150	36%
Produits connexes de scierie matière	55	55	0%
Produits connexes de scierie énergie	55	95	73%
Bois d'industrie issu de la forêt	120	170	42%
Bois énergie issu de la forêt	190	412	117%
Bois d'œuvre issu de l'agroforesterie	0	2	
Menu bois issu de l'agroforesterie	2	4	173%
Biogaz de déjections d'élevage	0	6	
Biogaz ex-prairie	0	1	
Cultures intermédiaires méthanisées	0	4	
Résidus de culture méthanisés	0	2	
Résidus de culture usage matériaux	0	3	
Déchets alimentaires	1	2	239%
Déchets de bois	162	216	33%
Biomasse énergie en PJ	410	743	81%
Biomasse matériau en PJ	285	380	33%
TOTAL	695	1123	62%

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

3.6.2.7 Synthèse des résultats

Tableau 82 : Évolution des principales caractéristiques

	Unité	2010	Afterres 2050	Facteur de réduction
Emissions de GES	Mtég. CO2	5,4	2,6	2,1
Consommation Nmin	Mt	0,035	0,011	3,2
Emissions d'ammoniac	kt	36	12	3
Pression phytosanitaire	NODU	2,40	0,55	4
Adaptation climat	Qual.	moyenne	Bonne	
Production de blé	kt	556	334	1,6
Exportation de lait	kt	-37	390	
Carbone renouvelable	PJ	695	1123	
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	126	104	1,20

3.6.3 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 supplémentaires) ;
- 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 83 : Comparaison des principales caractéristiques de scénarios

	Unité	2010	Tendanciel	Afterres 2050	SAB	REP
Emissions de GES	Mtég. CO2	5,4	4,2	2,6	2,3	2,4
Consommation Nmin	Mt	0,035	0,025	0,011	0	0,012
Emissions d'ammoniac	kt	36	20	12	11	12
Pression phytosanitaire	NODU	2,40	1,53	0,55	0	0,56
Adaptation climat	Qual.	moyenne	moyenne	Bonne	Bonne	Bonne
Surface en blé	ha	116	129	96	87	97
Exportation de lait	kt	-37	19	390	42	139
Carbone renouvelable	PJ	695	1108	1126	1123	1128
Valeur énergétique du solde exportateur	PJ	-14	-31	-23	-25	-24

4 Région Centre Val de Loire

4.1 Déroulement des travaux et organisation des débats

4.1.1 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.

4.1.2 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.

4.2 L'agriculture régionale aujourd'hui

4.2.1 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.

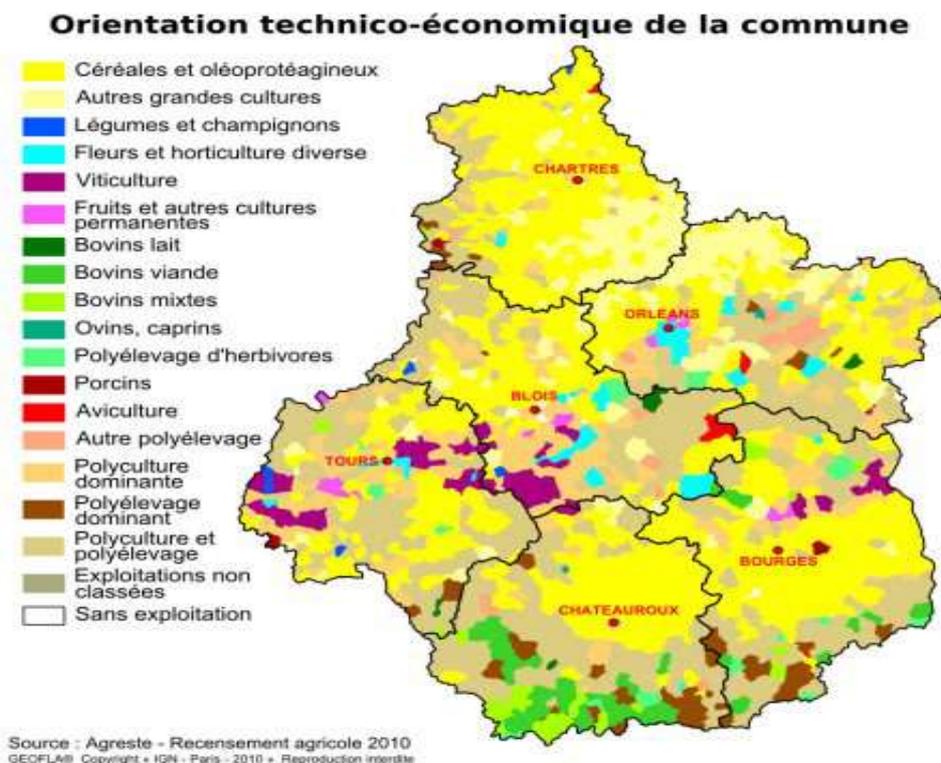


Figure 101 : les OTEX de la région en 2010

4.2.2 Les paysages agricoles régionaux



Plaine céréalière / Beauce



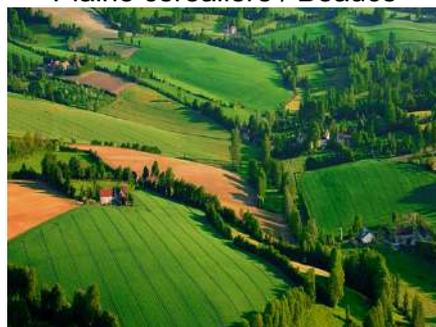
Plaine céréalière / Beauce



Sologne – élevage ovins



Vin de Loire



PNR du Perche



Elevage allaitant - charolais

4.2.3 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)

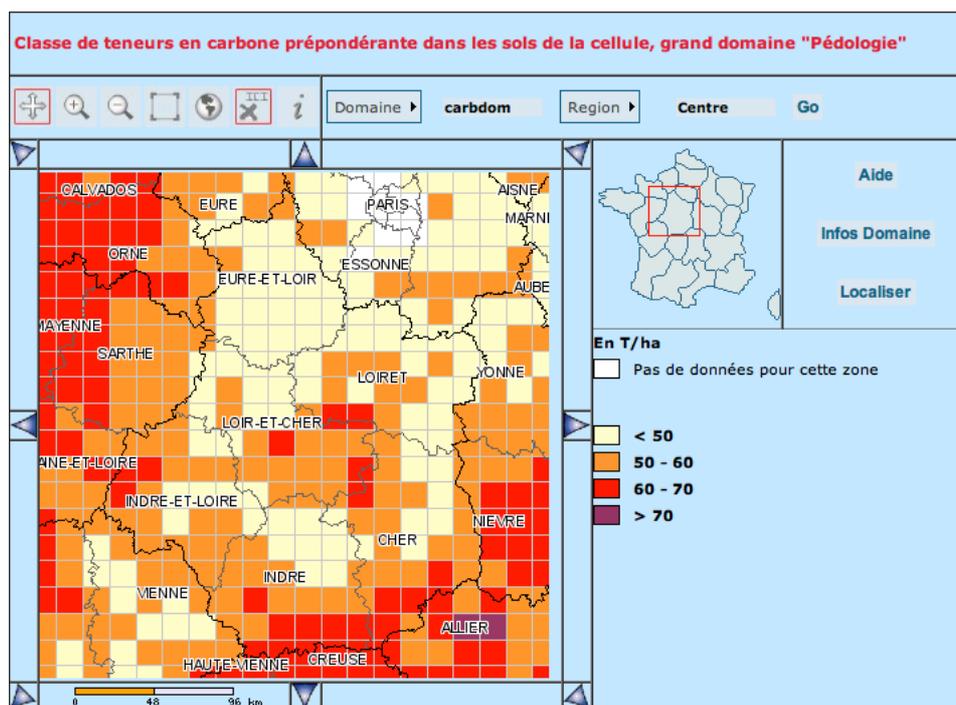


Figure 102 : Classe des teneurs en carbone des sols, en t/ha (Source : GIS-SOL/BDAT)

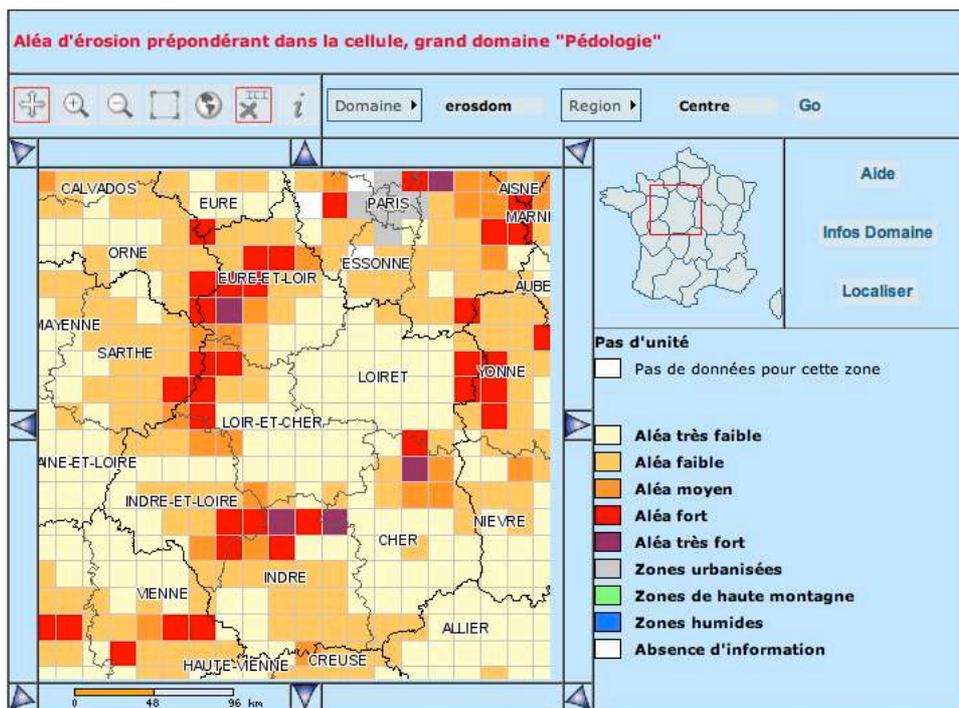


Figure 103 : Aléa érosion (Source : GIS-SOL/BDAT)

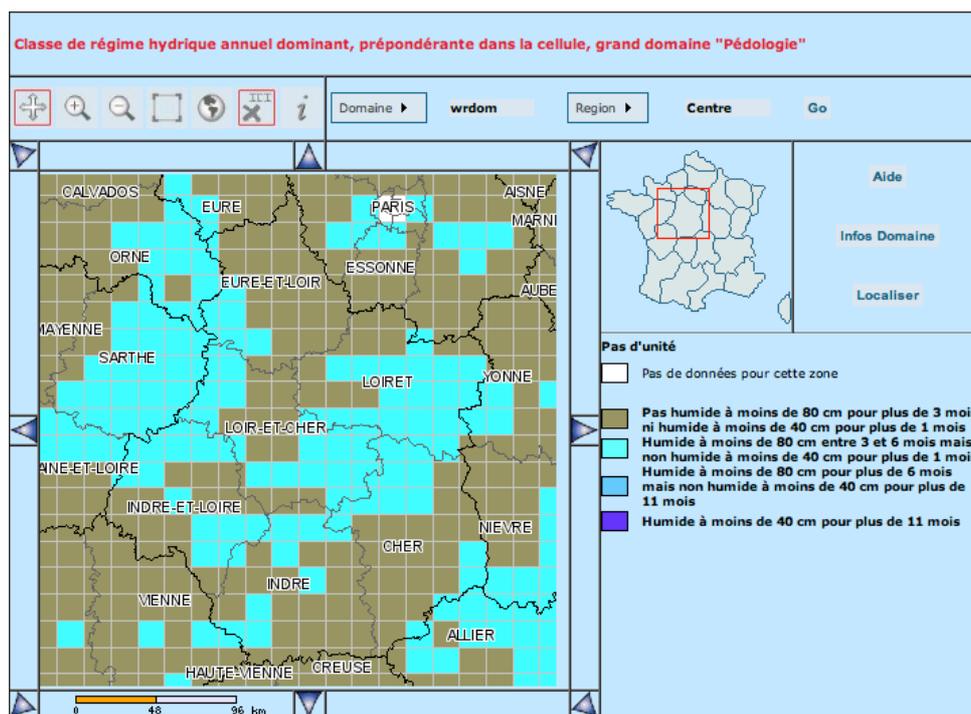


Figure 104 : Classe de régime hydrique annuel dominant (Source : GIS-SOL/BDAT)

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

4.2.4.1 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.

4.2.4.2 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.

4.2.4.3 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.

4.2.4.4 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.

4.2.5 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 84 : Les premiers avis du GTR sur le projet de régionalisation

Les points faibles	Les points forts
Un scénario : <ul style="list-style-type: none"> • 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 ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Un scénario qui lie agriculture et alimentation • Un scénario bas carbone • La prise en compte des légumes dans l'assiette
Les points à approfondir	
<ul style="list-style-type: none"> • 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 ? 	

4.3 Le climat et les ressources en eau

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

4.3.1.1 Le climat

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

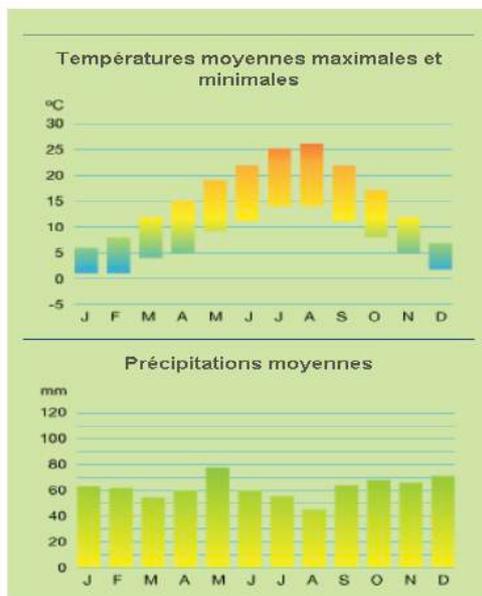


Figure 105 : Températures maximales et minimales et précipitations moyennes

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.

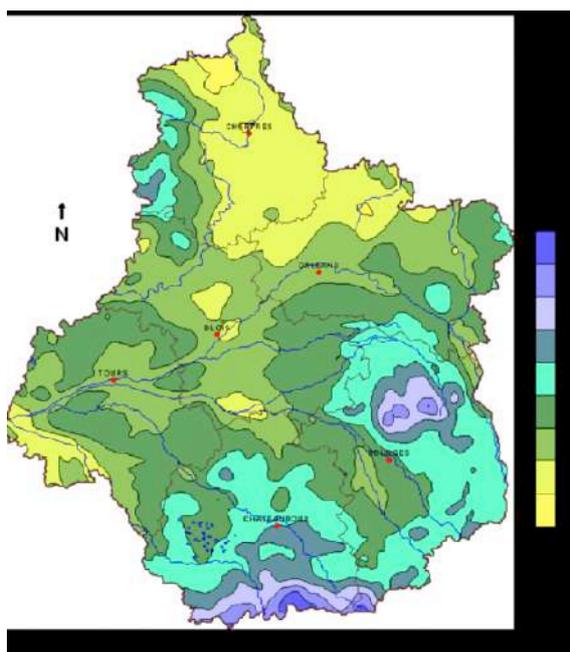


Figure 106 : Répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles en mm d'après la méthode AURELHY effectuée sur 187 postes pour la période 1971-2000 (source : ATMO Experts)

4.3.1.2 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 107 : 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 Cénomaniens,
 - 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 Cénomaniens - unité du Loir,
- Sables et grès captifs du Cénomaniens - 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.

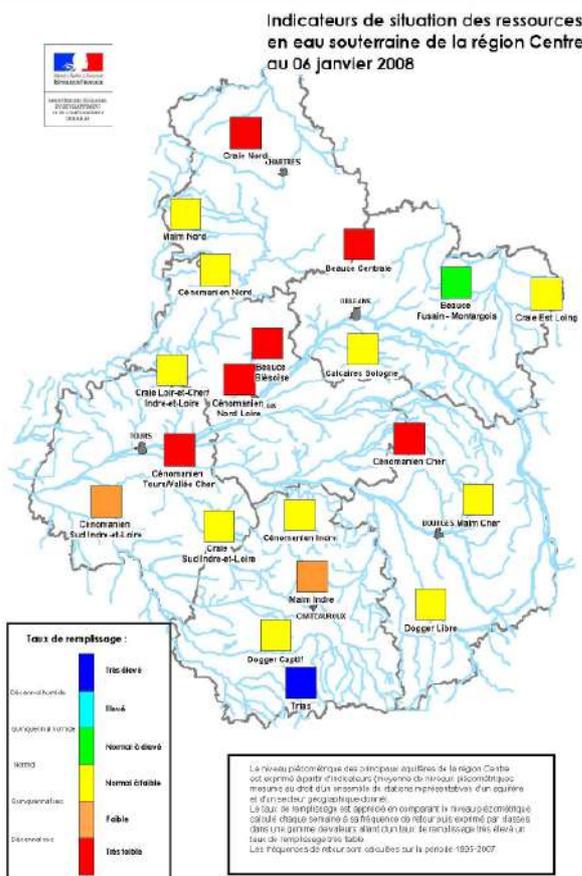


Illustration 14 - Carte de localisation des indicateurs régionaux.

Figure 108 : 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%).

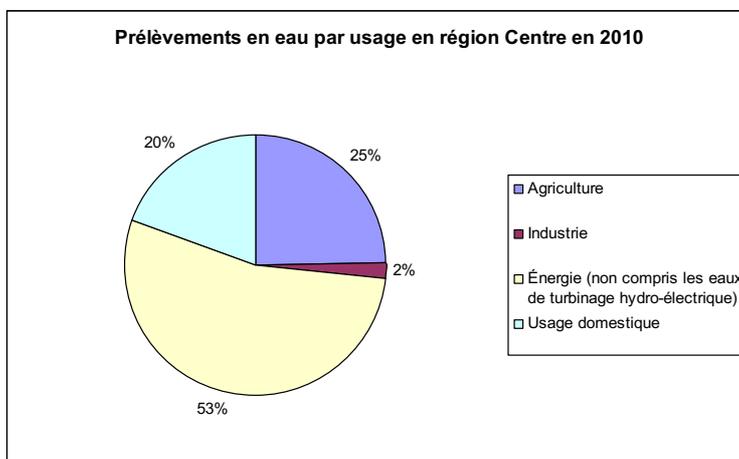


Figure 109 : Prélèvements en eau par usage en région Centre en 2010 (Source : INSEE)

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).

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

4.3.2.1 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.

4.3.2.2 Une diminution des ressources naturelles

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

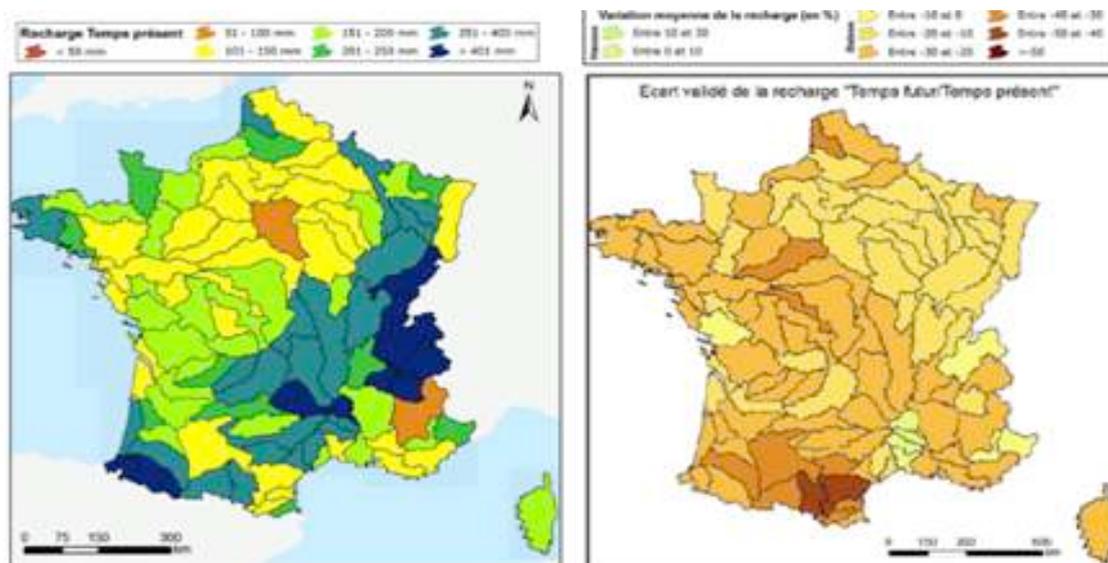


Figure 110 : Recharge des aquifères dans chaque bassin topographique en France.
 A gauche : recharge (mm) sur la période 1961-1990,
 A droite, écart moyen de recharge (%) entre 1961-1990 et 2046-65 (Explore 2070).

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.

4.3.2.3 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...

4.3.2.4 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 85 : 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

4.4 Travail sur les unités de production et leurs évolutions

4.4.1 Les unités de production « bovins viandes »

4.4.1.1 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 86 : les paramètres techniques de la ferme d'élevage (1/2)

Indicateurs	Valeurs	Remarques
SAU (ha)	125	SFP : 65% <ul style="list-style-type: none"> • 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 Bon niveau d'équipement Pousse d'herbe estivale favorable à la production de l'ait d'été au pâturage	Surface labourable relativement importante
Contraintes	Parcellaire dispersé	Contrainte à l'agrandissement

Tableau 87 : 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 **pâturage**. 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		pâturage	
15 ha	ensilage				pâturage			
15 ha	pâturage							
15 ha								
15 ha								
	M	A	M	J	J	A	S	O

Figure 111 : 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).

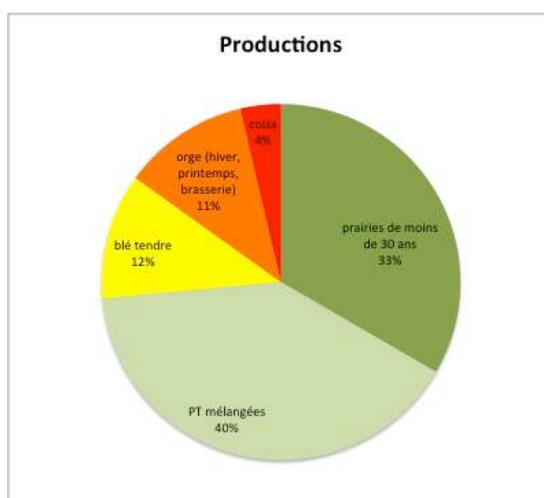


Figure 112 : les productions végétales de la ferme en 2015 – exprimées en % de du total de MS produite

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.

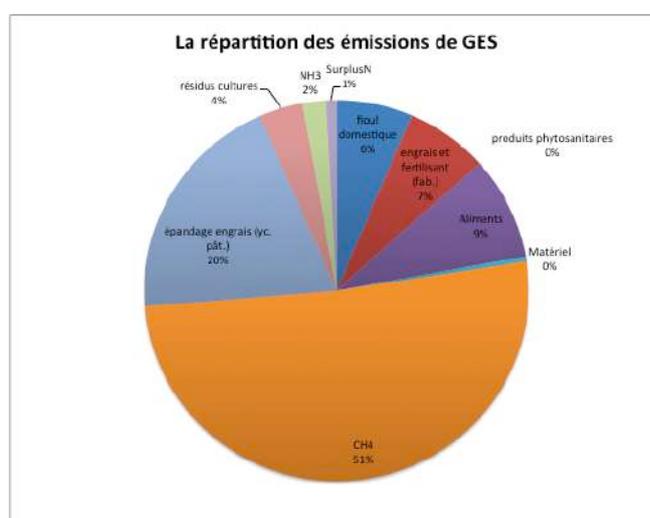


Figure 113 : répartition des émissions de GES de la ferme en 2015, exprimée en %

4.4.1.2 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.

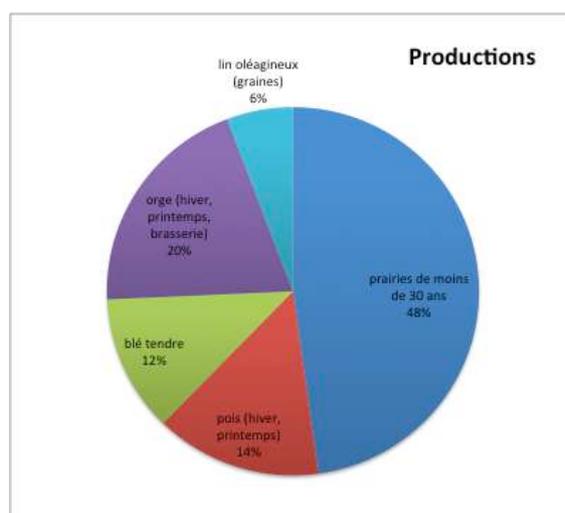


Figure 114 : les productions végétales de la ferme en 2050 – exprimées en % de du total de MS produite

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						pâturage			
15 ha	pâturage					pâturage			
	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.

4.4.1.3 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 88 : 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 CO2 - 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
NH3	2 206	830	kg/an
réduction		- 66%	kg/an
Résilience climatique	moyenne-bonne	bonne	faible/moy./bonne

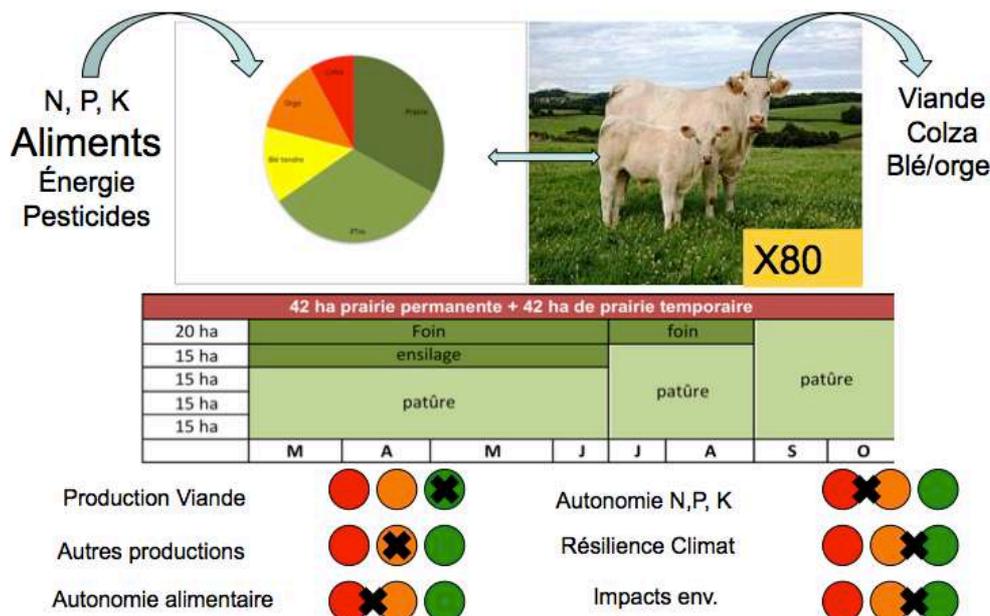


Figure 115 : L'unité de production « bovin viande » en 2015 – Broutards précoces et associés à des cultures

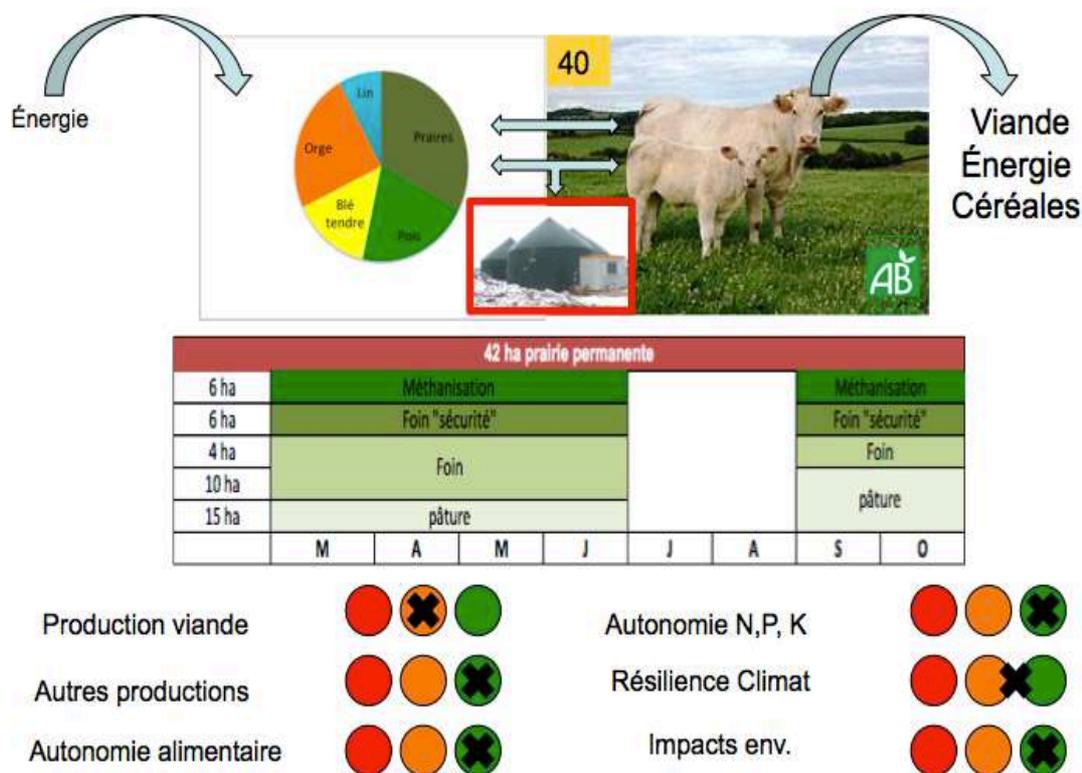


Figure 116 : L'unité de production « bovin viande » en 2050

4.4.2 Les unités de production « grandes cultures »

4.4.2.1 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.

- une rotation en AB sur 6 ans sans luzerne

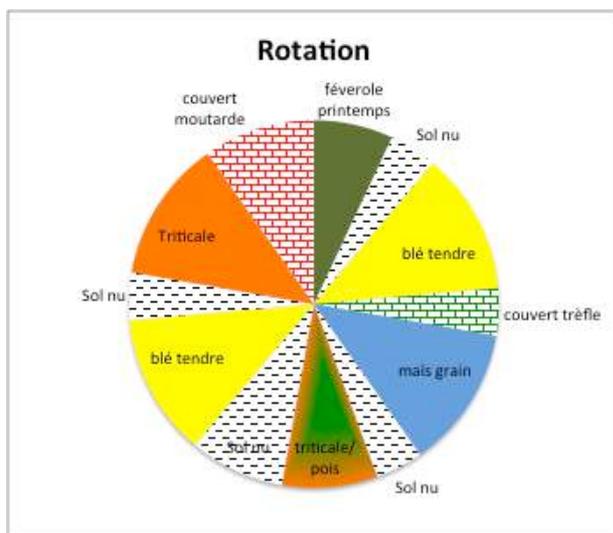


Figure 119 : description de la rotation de grandes cultures en agriculture biologique – variante sans luzerne

▪ 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

(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.

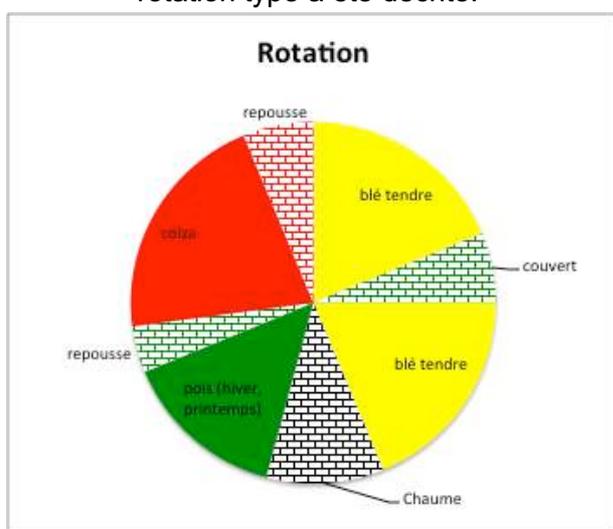


Figure 120 : description de la rotation de grandes cultures en production intégrée

- 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.

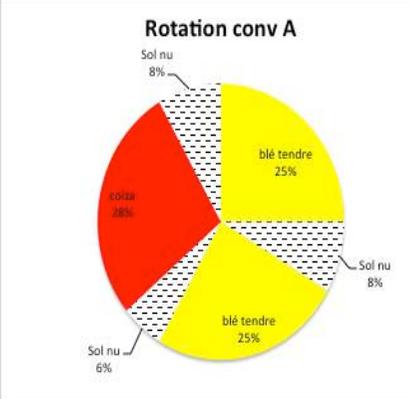
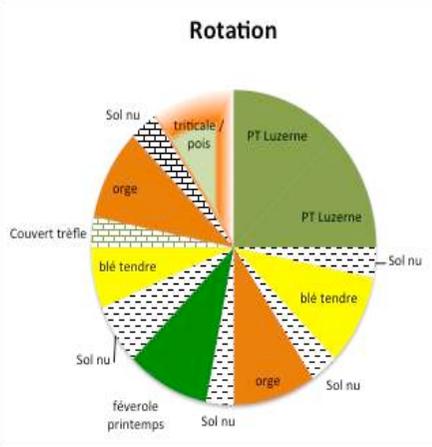
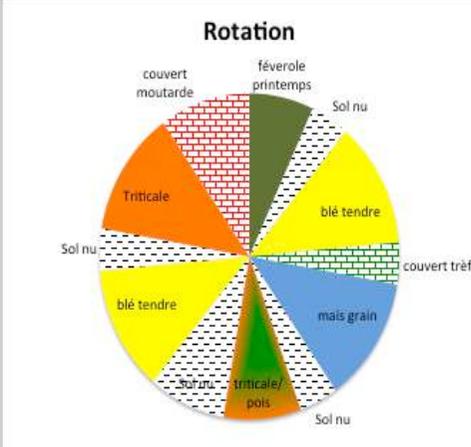
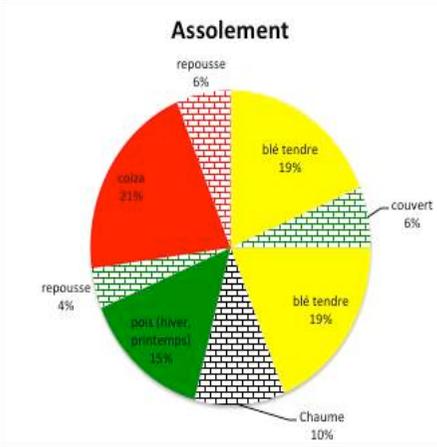
- Dans cette rotation, la **pression phytosanitaire** est réduite grâce à une bonne gestion de la rotation, de l'interculture, la sélection variétale et l'application de pratiques ponctuelles (ex. : gestion des méligèthes et plante d'accompagnement dans le colza ; mélange de variété dans le blé, traitement 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 89 : Les unités agricoles de grandes cultures en 2010 région Centre

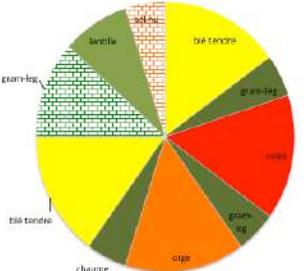
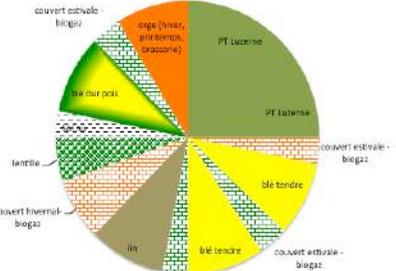
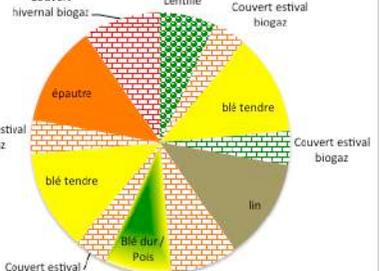
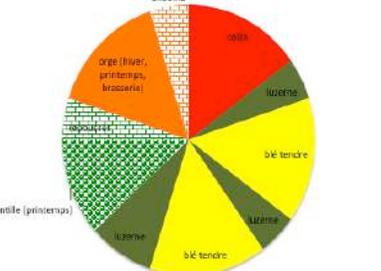
Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique – avec luzerne	Agriculture biologique – sans luzerne	Production intégrée
 <p>Rotation conv A</p> <ul style="list-style-type: none"> blé tendre : 25% colza : 28% Sol nu : 8% Sol nu : 8% Sol nu : 6% blé tendre : 25% 	 <p>Rotation</p> <ul style="list-style-type: none"> PT Luzerne blé tendre orge Sol nu féverole printemps Couvert trèfle triticale/pois Sol nu 	 <p>Rotation</p> <ul style="list-style-type: none"> blé tendre Sol nu couvert trèfle maïs grain triticale/pois Sol nu blé tendre Triticale couvert moutarde féverole printemps Sol nu 	 <p>Assolement</p> <ul style="list-style-type: none"> blé tendre : 19% repousse : 6% colza : 21% couvert : 6% blé tendre : 19% repousse : 4% pois (hiver, printemps) : 15% Chaume : 10%
Éléments de synthèse			
<p>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</p>	<p>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</p>	<p>Système moins productif (en sec) et rentable – 50 % alimentation animale Dépendant (Norg, fioul PAC) Peu impactant sur l'env Résilience climat.: moyenne/bonne</p>	<p>Système productif (en sec) et rentable – 75% alimentation humaine Dépendance (Intrants, PAC) : moyenne Impact sur l'env. : moyen Résilience climat.: moyenne/bonne</p>
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

4.4.2.2 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 Aferres2050. 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 90 : 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			
<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Mise en place de couverts 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>	<p>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</p>	<p>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</p>	<p>Introduction d'une légumineuse graine : lentille Couvert vivant 4 années sur 5 Rendements identiques Production de biogaz : paille – couverts</p>
<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 	<p style="text-align: center;">Rotation</p> 
Éléments de synthèse			
<p>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</p>	<p>Système productif avec 50 % de MS énergétique 50 % alimentation humaine Autonomie en azote Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif avec 35 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote organique Peu impactant sur l'environnement Résilience climat.: forte</p>	<p>Système productif avec 30 % de MS énergétique 90 % alimentation humaine Dépendance en azote minéral Impact sur l'environnement : faible Résilience climat.: forte</p>
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

4.4.2.3 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 91 : 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

4.5 Assemblage des paramètres et résultats régionaux

4.5.1 Les données d'entrée de la prospective régionale

4.5.1.1 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**.

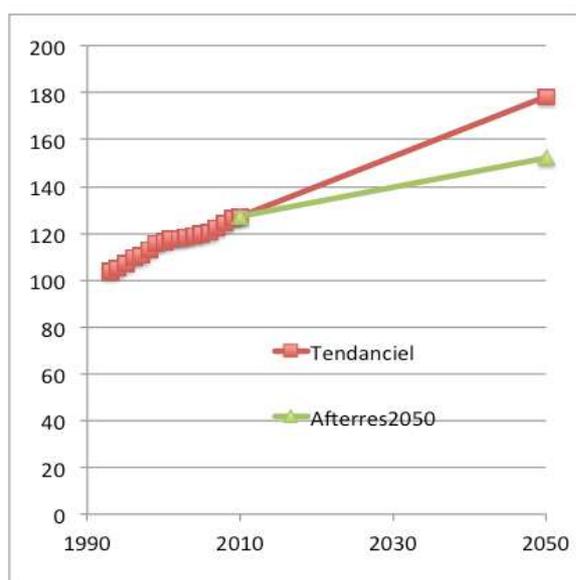


Figure 121 : Evolution de la surface artificialisée en ha pour 1000 habitants

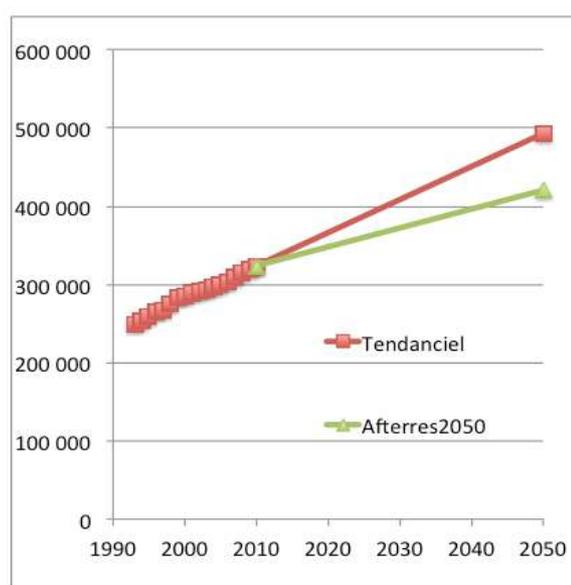


Figure 122 : Evolution de la surface artificialisée en ha

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 %.

4.5.1.2 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).

4.5.1.3 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 92 : 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%

4.5.1.4 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 123 : 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.

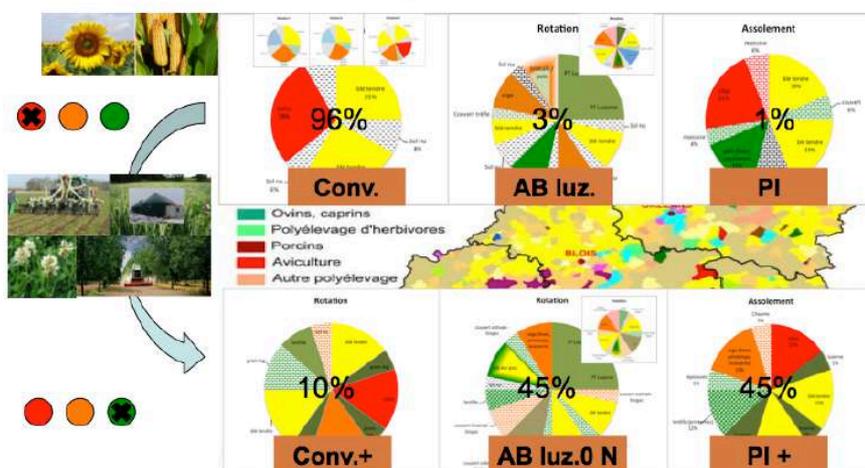
Etant donné les logiques agronomiques de ces différentes formes d'agriculture, l'assolement régional des grandes cultures s'en trouve modifié : la part de céréales et colza est réduite au profit des légumineuses (luzerne, légumineuses graines et autres protéagineux).

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 124 : L'assolement régional de grandes cultures en 2050

Fermes repères actuelles



Fermes repères 2050

Figure 125 : synthèse de l'évolution des fermes de grandes cultures entre 2010 et 2050

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

4.5.2.1 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 93 : 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 126 : 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 94 : 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%

4.5.2.2 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 95 : 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%

4.5.2.3 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 96 : 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 97 : Les productions animales régionales en 2010, 2030 et 2050

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

Tableau 98 : 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%

4.5.2.4 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.

4.5.2.5 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.

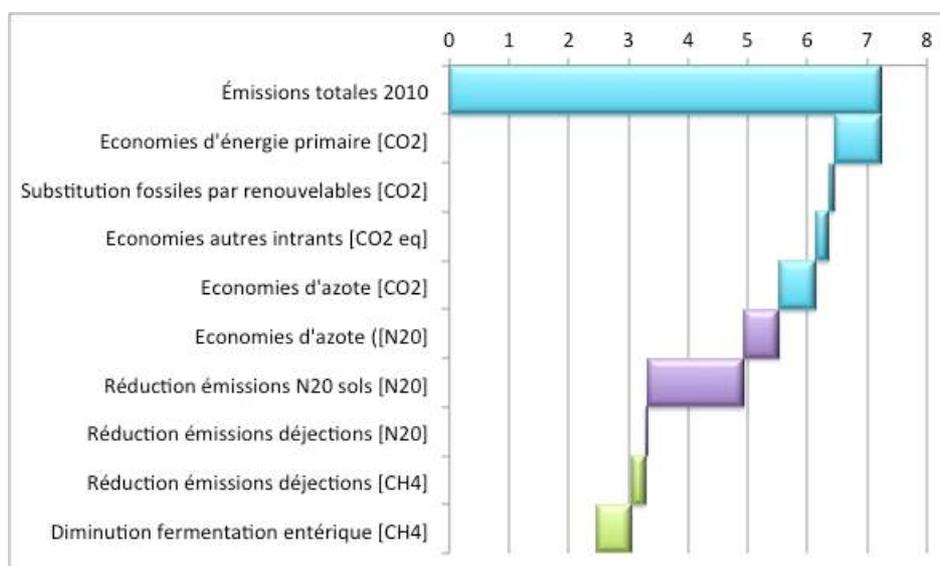


Figure 127 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2050

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 99 : 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.

4.5.2.6 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 100 : 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.

4.5.2.7 Synthèse des résultats

Tableau 101 : 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

4.5.3 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 102 : 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 103 : 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 104 : **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
		2010	2050	2050	2050	2050
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
		2010	2050	2050	2050	2050
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 105 : 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.

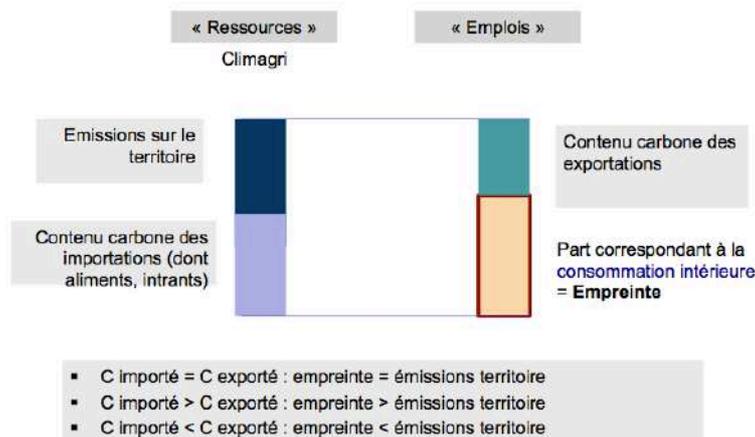


Figure 128 : Définition de l'empreinte carbone

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.

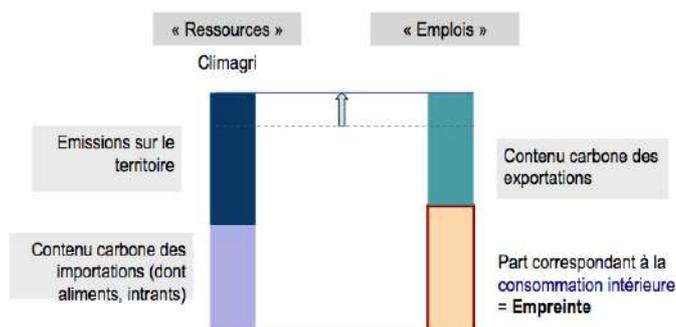


Figure 129 : Lien entre les émissions de la production et l'empreinte

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.

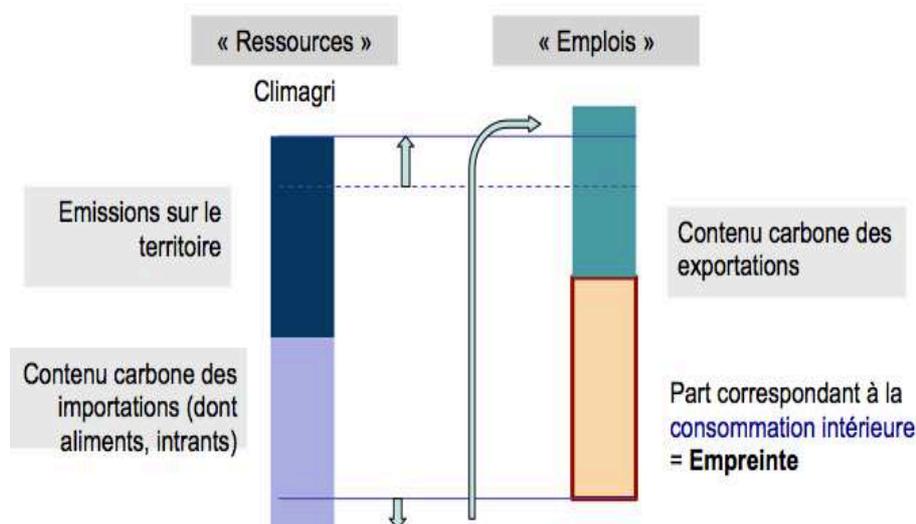


Figure 130 : Lien entre les émissions de la production et l'empreinte

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 106 : Valeurs retenues d'émissions de GES par production agricole

Production	Valeur retenue	Données Agribalyse (sortie ferme)
	T éq.CO ₂ /t	T éq.CO ₂ /t
Avoine	0,54	-
Betterave	0,05	0,034
Blé	0,58	0,40
Canne à sucre	0,02	-
Graine de colza	1,28	0,88
Légumes	1,30	?
Maïs	0,35	0,32
Orge	0,46	0,38
Pois fourragers	0,83	-
Pomme de terre	0,13	0,08
Riz	1,56	-
Seigle	0,29	-
Soja	0,82	-
Sorgho	0,16	-
Tournesol	1,10	0,51
Viande bovine	11,55	12,99
Viande de volaille	1,77	2,13 (poulet de chair)
Lait	1,46	1,08
Viande porcine	2,04	2,40
Œuf	1,91	1,74
Viande de mouton	4,00	4,50 (agneau)
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 107 : Les émissions calculées pour les productions françaises

Produit	Produit (codes)	Production finale Kt	Emissions tCO ₂ /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 éq. 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 108 : 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 109 : 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	

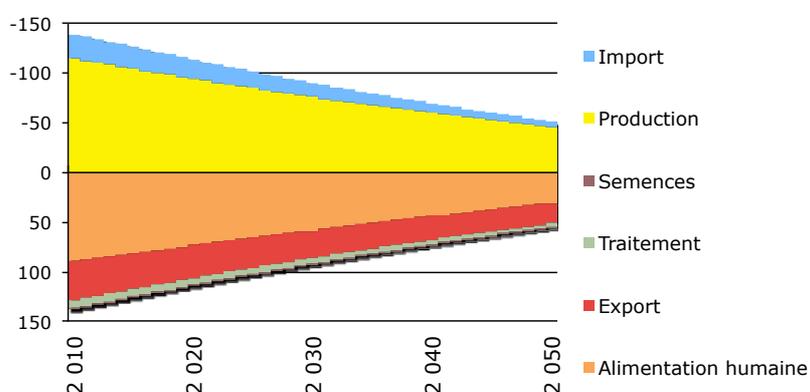


Figure 131 : Les évolutions d'émissions de GES entre 2010 et 2050 dans le scénario Afterres

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 110 : 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.

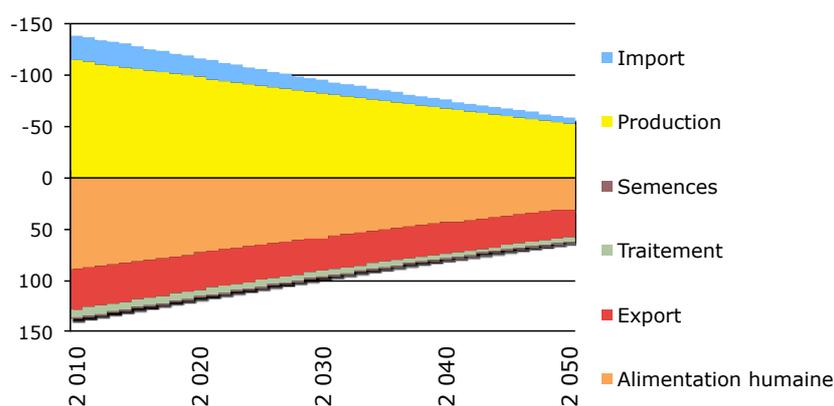


Figure 132 : Les évolutions d'émissions de GES entre 2010 et 2050 d'un scénario alternatif « lait »

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.

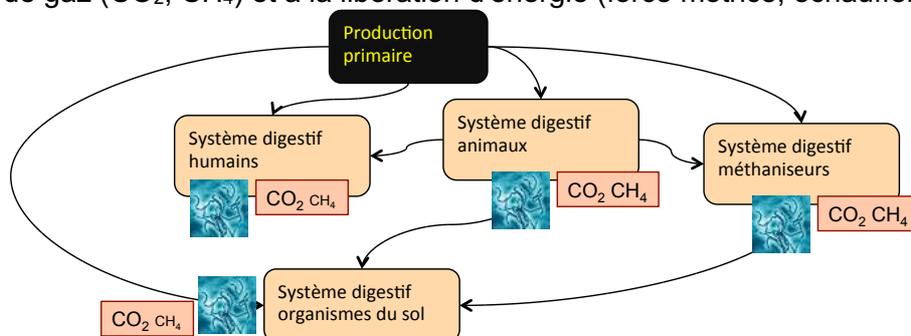
3.2 Flux de carbone et d'énergie : méthode

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 111 : 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 labil 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 chiffre (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 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
