



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
MIDI-PYRÉNÉES



ETUDE CLIMAGRI[®]

RÉGION
MIDI-PYRÉNÉES

DIAGNOSTIC ÉNERGIE-GAZ À EFFET DE SERRE
& ÉTUDE PROSPECTIVE DE L'AGRICULTURE
À L'HORIZON 2050

MAI 2015

ÉDITORIAL

Depuis plusieurs années, les Chambres d'agriculture de la région Midi-Pyrénées sont engagées dans l'accompagnement de projets d'économie d'énergie et de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, méthanisation, bois énergie...) dans les exploitations agricoles. Nous avons souhaité élargir la réflexion aux émissions de gaz à effet de serre (GES) ainsi qu'au changement climatique.

Comme toute activité économique, l'agriculture est émettrice de GES, mais avec deux spécificités majeures qui en font un « secteur à part » :

- Au delà du gaz carbonique dégagé par la combustion des énergies fossiles, l'agriculture est surtout émettrice de méthane et de protoxyde d'azote dont une partie importante est issue de processus biologiques naturels tels que la fermentation entérique des ruminants et l'activité biologique des sols.
- L'agriculture et la forêt ont une capacité importante à stocker du Carbone dans les sols et la biomasse végétale, venant ainsi compenser, de manière significative, leurs émissions.

C'est en raison de ces spécificités que nous avons réalisé la présente étude CLIMAGRI, dont l'objectif est d'améliorer les connaissances sur les consommations d'énergie, les émissions de GES et le stockage du carbone des activités agricoles et forestières à l'échelle du territoire régional. Cet exercice a permis également, avec l'appui de nombreux experts et partenaires que je tiens à remercier, d'engager une réflexion prospective sur l'agriculture régionale, à l'horizon 2030 et 2050, et d'en apprécier les impacts sur la production agricole, le bilan Energie/GES, le potentiel de production ainsi que l'adaptation au changement climatique.

Les résultats de cette étude nous aideront également à fixer des objectifs de réduction de consommation d'énergie et d'émissions de GES de l'agriculture régionale afin de contribuer à l'atténuation du changement climatique. Mais, j'insiste sur la nécessaire cohérence que devront avoir ces objectifs de réduction avec celui du développement du potentiel de production de la ferme Midi-Pyrénées, en particulier en matière d'élevage. Ces objectifs doivent, par conséquent, s'inscrire dans une logique de triple performance économique sociale et environnementale. Pour les atteindre, il est urgent d'engager, dès maintenant, des moyens conséquents en matière d'innovation et de transfert de progrès techniques dans les exploitations agricoles, notamment dans la mise au point de systèmes de culture et d'élevage (et des techniques qui en découlent) qui soient rentables, économes en intrants, adaptés à la diversité pédo-climatique des territoires et aux évolutions climatiques.

Je vous invite à prendre connaissance de cette étude dont la vocation première est pédagogique. Elle doit nous inciter à réfléchir à l'avenir de l'agriculture régionale et à engager les démarches d'innovation qui lui permettent de s'adapter aux effets du changement climatique.

Je vous en souhaite une très bonne lecture !

Jean-Louis CAZAUBON,
Président de la Chambre régionale d'agriculture Midi-Pyrénées



DIAGNOSTIC ÉNERGIE/GES DU SECTEUR « AGRICULTURE-FORÊT » BASE ANNÉE 2013

Consommations en énergie

Consommation en énergie primaire : surtout des engrais azotés et du fioul

A l'échelle de Midi-Pyrénées, la consommation totale annuelle en énergie primaire (énergie directe et indirecte) de l'agriculture et de la forêt est de **745 milliers de tonnes équivalent pétrole (ktep)** se répartissant comme suit pour les principaux postes de consommation :

Consommation annuelle régionale en énergie primaire secteur agriculture et forêt - 2013

ÉNERGIE DIRECTE ¹ (en ktep)



ÉNERGIE INDIRECTE ² (en ktep)



- Pour l'**énergie directe**¹, le principal poste de consommation est le fioul avec 224 ktep, soit 30 % du total de la consommation en énergie. En moyenne, l'agriculture régionale utilise 100 litres/ha de fioul pour les grandes cultures, 65 l/ha pour les prairies et 190 l/ha pour les cultures permanentes. Vient ensuite l'électricité avec 102 ktep, essentiellement utilisée pour l'irrigation et le fonctionnement des bâtiments d'élevage (chauffage et ventilation des bâtiments d'élevage hors sol, salles de traite, éclairage).

- Pour l'**énergie indirecte**², les engrais azotés constituent le principal poste de consommation avec 231 ktep, soit 31 % du total de la consommation en énergie. Le volume total annuel d'engrais azotés utilisé par l'agriculture régionale est estimé à 180 000 tonnes (ammonitrate, urée et autres formes d'azote). Les bâtiments d'élevage et le matériel (tracteurs et équipements pour l'agriculture et l'élevage) représentent le deuxième poste de consommation en énergie indirecte.

¹ Énergie directement consommée par l'agriculture et la forêt : fioul, gaz, électricité,...

² Énergie nécessaire au processus de fabrication et de transports des autres intrants : engrais, produits phytosanitaires, aliments du bétail, matériel, bâtiments,...

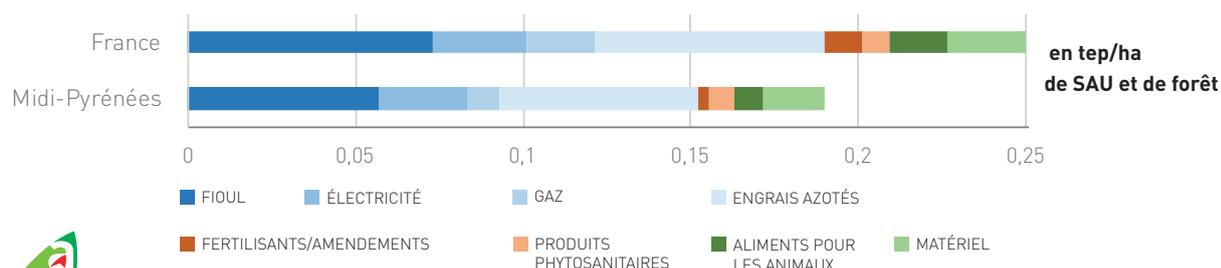
Une consommation en énergie plus faible qu'au niveau national

Ramenée à la surface agricole et forestière, la consommation totale en énergie est de 0,19 tep/ha en Midi-Pyrénées. Au niveau de la France, elle s'élève à 0,25 tep/ha.

En prenant en compte l'agriculture seule (sans la forêt), on retrouve un écart similaire de consommation d'énergie par ha avec respectivement pour Midi-Pyrénées et en France : 0,30 tep/ha SAU et 0,38 tep/ha SAU.

Comme l'indique le graphique ci-dessous, l'agriculture régionale consomme moins d'intrants à l'hectare, en particulier moins de fioul, d'engrais azotés et d'aliments du bétail.

Comparaison entre Midi-Pyrénées et la France des consommations d'énergie par poste



L'agriculture et la forêt ne représentent que 4 % de la totalité de l'énergie directe consommée en Midi-Pyrénées

A l'échelle régionale, les secteurs d'activité principaux consommateurs d'énergie directe sont, par ordre d'importance, le bâtiment (42 % de la consommation), le transport (35%), et l'industrie (19%). Source : SRCAE Midi-Pyrénées

Emissions de gaz à effet de serre (GES) et stockage de Carbone

Les gaz à effet de serre (GES) pris en compte dans CLIMAGRI, conformément au protocole de KYOTO, sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). Le pouvoir de réchauffement global de ces gaz (PRG) est très variable. Afin de pouvoir les comparer, ce PRG est converti en tonnes équivalent CO₂ (teq CO₂) selon la table de correspondance suivante :

- le PRG du CO₂ est de 1
- le PRG du CH₄ est de 25
- le PRG du N₂O est de 298.

Source : IPCC, rapport 2007

Principaux émetteurs de GES

La fermentation entérique des ruminants et les fertilisants azotés

Émissions annuelles de GES de l'agriculture et de la forêt – Année 2013

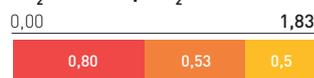
N₂O (en M teq. CO₂)



CH₄ (en M teq. CO₂)



CO₂ (en M teq. CO₂)



- ÉMISSIONS DES SOLS ISSUES DES APPORTS N
- ÉMISSIONS LESSIVAGE ET NH₃
- ÉMISSIONS LORS DE LA FABRICATION DES ENGRAIS AZOTÉS
- EFFLUENTS D'ÉLEVAGE
- FERMENTATION ENTÉRIQUE DES RUMINANTS
- EFFLUENTS D'ÉLEVAGE
- AUTRES
- CONSOMMATION D'ÉNERGIE
- ÉNERGIE POUR FABRICATION D'ENGRAIS AZOTÉS
- AUTRES POSTES (AUTRES ENGRAIS, ALIMENTS DU BÉTAIL...)

A l'échelle de Midi-Pyrénées, les émissions totales annuelles de GES de l'agriculture et de la forêt s'élèvent à **8,97 millions teq CO₂**, se répartissant comme suit pour les trois principaux gaz (voir graphique ci-contre) :

- N₂O : 3,36 millions teq CO₂ (37,5 % du total), principalement dus aux apports azotés au sol (engrais minéraux, effluents d'élevage et résidus de récolte). Comme nous l'avons vu précédemment, le protoxyde d'azote dispose d'un pouvoir de réchauffement global très élevé, ce qui explique son importance dans le total des émissions de GES.
- CH₄ : 3,78 millions teq CO₂ (42 % du total). La fermentation entérique des ruminants est responsable, à elle seule, de 34 % des émissions totales de GES. Le reste du méthane émis provient des effluents d'élevage.
- CO₂ : 1,83 million teq CO₂ (20,5 % du total) correspondant à la consommation d'énergie primaire directe (produits pétroliers).

Il convient de souligner la particularité du secteur « agriculture-forêt » d'avoir une part importante des émissions de GES issues de processus biologiques naturels tels que la fermentation entérique des ruminants et l'activité biologique des sols.

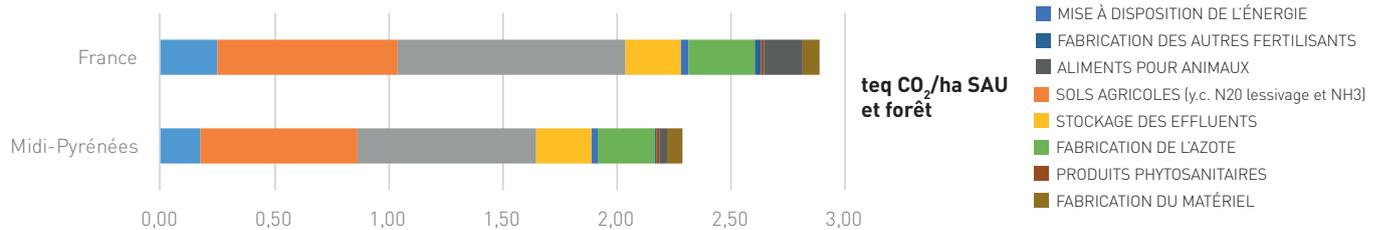
Un niveau d'émissions de GES inférieur à la moyenne nationale

Ramenée à la surface agricole et forestière, les émissions de GES à l'échelle de Midi-Pyrénées s'élèvent à 2,29 teq CO₂/ha/an contre 2,89 au niveau France entière. En prenant en compte l'agriculture seule, on retrouve un écart similaire de consommation d'énergie par ha avec respectivement pour Midi-Pyrénées et en France : 3,55 teq CO₂/ha/an et 4,41 teq CO₂/ha/an.

Comme l'indique le graphique suivant, l'agriculture régionale émet moins de GES car elle consomme moins d'intrants à l'ha, en particulier du fioul, des engrais azotés ainsi que des aliments du bétail.



Comparaison entre Midi-Pyrénées et la France des émissions de GES par poste



L'agriculture et la forêt stockent du carbone dans les sols et la biomasse végétale

La quantité totale de carbone stocké, dans les sols et la biomasse aérienne est estimée à **1254 millions teq CO₂** :

- 48 % dans les sols agricoles (603 milliers teq CO₂),
- 30 % dans les sols forestiers (374 milliers teq CO₂),
- 22 % dans la biomasse aérienne, principalement la forêt (277 milliers teq CO₂).

Cette quantité totale de carbone stocké correspond à 140 fois les émissions annuelles de GES du secteur « agriculture - forêt ».

La quantité de carbone stocké dans les sols est variable en fonction du type de couvert. Le tableau suivant montre notamment l'importance des prairies pour le stockage du carbone.

Quantité de carbone stocké dans les sols par type de couvert

Type de couvert	STOCK DE CARBONE (tonnes C/ha)	STOCK EN CO ₂ (tonnes CO ₂ /ha)
Sols de vigne	34	126
Sols en vergers	47	173
Sols en cultures annuelles	51	188
Sols forestiers	78	285
Sols en prairies	81	298
Sols de pelouses d'altitude	93	341

Source : ARROUAYS et AL. 2002 utilisée par CLIMAGRI

Si l'on s'intéresse à la variation annuelle de ce stock de carbone, l'étude CLIMAGRI fait ressortir une variation annuelle positive à l'échelle de la région. En effet, la quantité supplémentaire de carbone stocké chaque année est estimée à 5,5 millions teq. CO₂, cette valeur étant le résultat de la différence entre le stockage annuel (7,62 millions de teq. CO₂ de biomasse forestière+ 1 million de teq. CO₂ dans les sols agricoles) et le déstockage annuel par prélèvement de bois (3,12 millions teq. CO₂)³.

LE BILAN GES DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT

Rappelons que les émissions totales annuelles de l'agriculture et de la forêt s'élèvent à 8,97 millions teq. CO₂⁴ (dont 8,93 pour l'agriculture). Comme nous l'avons vu précédemment, l'agriculture et la forêt stockent une quantité importante de carbone dans les sols et la biomasse, dont voici le résultat :

- la quantité totale de carbone stocké : 1254 millions teq CO₂ (dont 603 pour l'agriculture),
- la variation annuelle du stock de carbone : + 5,50 millions teq CO₂ /an (dont 0,98 pour l'agriculture).

Les valeurs de stock de carbone des sols agricoles viennent compenser en partie les émissions de GES du secteur agricole. Elles sont susceptibles de varier en fonction des pratiques et de l'affectation des sols.

³ L'outil CLIMAGRI ne comptabilise pas les variations de stock de carbone liées au changement d'affectation des sols ou de perte de SAU.

⁴ Si l'on considère les émissions directes de GES (sont exclues les émissions liées à la fabrication des engrais), l'agriculture et la forêt représentent environ 35% de la totalité des émissions comptabilisées dans la région Midi-Pyrénées (secteur bâtiment 22 %, secteur transport 35%, secteur industrie 8% - source SRCAE Midi-Pyrénées).

Importance économique de l'agriculture régionale et potentiel de production

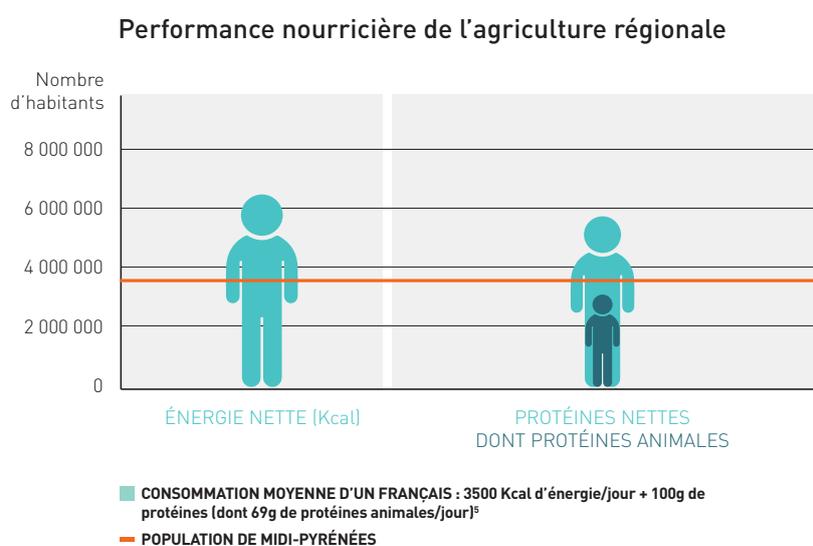
L'analyse du diagnostic énergie/GES du secteur « agriculture-forêt », notamment si on doit comparer les secteurs d'activités économiques entre eux, doit prendre en considération l'importance économique de l'agriculture régionale que l'on peut caractériser par les indicateurs suivants :

- Chiffre d'affaires annuel (production agricole seule) : 4,08 milliards €
- Exportations annuelles (produits agricoles, forestiers et IAA) : 3,12 milliards € (2ème secteur d'exportation de la région)
- Emplois (agriculture et IAA) : 97000 emplois, soit 12 % des emplois de la production de biens et services (1er secteur pour le nombre d'emplois).

L'agriculture régionale est capable de nourrir six millions de personnes

L'outil CLIMAGRI® permet de calculer la quantité annuelle d'énergie et de protéines produite par l'activité agricole. Si l'on ramène cette quantité totale aux besoins moyens d'un français⁵ pour son alimentation, on peut calculer un indicateur de potentiel de production de l'agriculture ; cet indicateur étant qualifié de « performance nourricière ».

En appliquant ce calcul à l'agriculture régionale, cette dernière est en capacité d'alimenter une population de 7 millions de personnes en énergie et de 6 millions de personnes en protéines (graphique ci-après), soit environ le double de la population régionale.



⁵ À comparer avec les besoins d'un humain s'élevant à 2700 Kcal/jour + 52g de protéines/jour (dont 22,5 de protéines animales)

ÉTUDE PROSPECTIVE

Le deuxième volet de l'étude CLIMAGRI® consiste à engager une réflexion prospective de l'évolution de l'agriculture, à l'horizon 2030 et 2050, et d'en mesurer les effets sur les consommations d'énergie, les émissions de GES, le potentiel de production et la résilience au changement climatique.

Dans ce document de synthèse seuls les scénarios 2050 sont présentés⁶.

La méthode utilisée s'appuie sur la construction de futurs possibles pour décrire des évolutions. Ce n'est pas un exercice prédictif. Il s'agit de dessiner des « images stylisées », différentes entre elles, appelées « scénarios relatifs à l'avenir de l'agriculture de Midi-Pyrénées ». Chaque scénario est d'abord décrit de façon globale, puis fait l'objet de simulations avec l'outil CLIMAGRI. Après avoir réalisé un contrôle de cohérence sur les données d'entrée, il s'agit de calculer toute une série d'indicateurs qui permettent d'établir des comparaisons entre scénarios.



⁶ Les résultats de scénarios 2030 sont présentés dans le rapport de l'étude consultable sur www.mp.chambagri.fr

Avant de décrire chacun des trois scénarios, il convient de lister les tendances lourdes prises en compte.

Elles s'inspirent d'études existantes : « AFCLIM » et autres travaux du Centre d'Études et de Prospective du Ministère de l'Agriculture, « Garonne 2050 »

Le changement climatique

est une réalité avec une augmentation moyenne de la température de 2°C par rapport à aujourd'hui, se traduisant par des étés plus secs et une réduction importante des débits d'étiage. Les vagues de chaleurs ainsi que les autres accidents climatiques deviennent plus fréquents et plus extrêmes. Les précipitations hivernales se concentrent et se maintiennent en volume permettant le stockage de l'eau l'hiver. En revanche, les précipitations se raréfient pendant l'été et le risque de sécheresse est accru.

La demande alimentaire

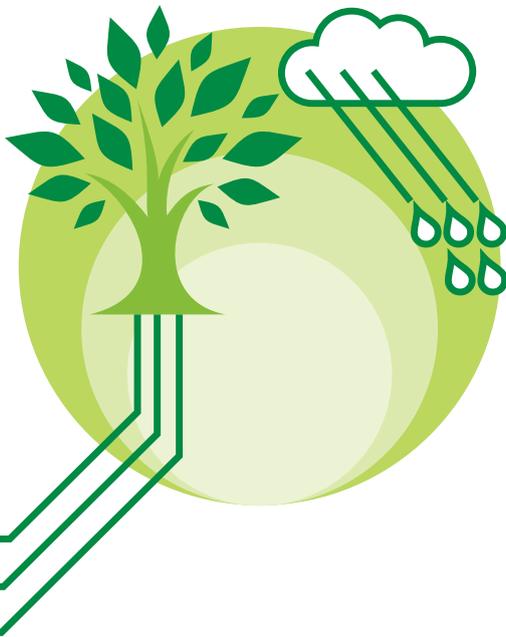
augmente avec la croissance de la population. Cette demande alimentaire se diversifie et connaît certaines évolutions : des céréales sans gluten, plus de viandes blanches, plus de protéines végétales ou de protéines à base d'insectes, ...

La décentralisation

se renforce : des régions consolidées et le rôle de l'État concentré à ses fonctions régaliennes.

L'agriculture et la forêt

participent au développement des énergies renouvelables avec l'utilisation de la biomasse. Les surfaces en déprise agricole (landes, ou prairies qui s'enfrichent) sont progressivement valorisées.



Trois scénarios 2050

de l'évolution de l'agriculture régionale

1

SCÉNARIO 1 Libéralisation et métropolisation

La croissance mondiale est régulière, le libéralisme économique domine. Les politiques de soutien à l'agriculture disparaissent peu à peu : pas de soutien des marchés, pas de politique environnementale forte. La population se concentre dans les grandes villes et les habitudes de consommation alimentaire sont variables selon les catégories sociales.

Dans ce contexte, les bassins agricoles se spécialisent vers les productions les plus rentables et les plus compétitives sur le plan économique. Les surfaces les moins productives sont ainsi abandonnées. Les évolutions technologiques sont centrées sur la compétitivité (OGM, clonage, agriculture de précision). La SAU diminue face à l'urbanisation et à l'abandon des surfaces peu productives.

L'élevage bovin se recentre sur un nombre réduit d'exploitations ayant pour conséquence une chute des effectifs bovins lait et allaitant. Les élevages ovins, caprins et porcins suivent la même tendance. En corollaire, les surfaces fourragères diminuent en proportion. A contrario, l'aviculture se développe.

Seules, les surfaces de céréales à paille progressent mais avec une quasi stagnation des rendements. Le progrès technique et le maintien des volumes d'irrigation permettent de compenser les effets des évolutions climatiques.

Dans ce scénario, 10% de la SAU est en agriculture biologique.

CONDITIONS DE RÉALISATION DU SCENARIO 1

- Une implication forte des investisseurs privés,
- Une accélération des innovations techniques financées par les acteurs publics et les filières,
- Le développement d'observatoires performants des marchés agricoles mondiaux,
 - Le maintien des volumes d'irrigation actuels (371 millions de m³ / an),
 - La méthanisation de 10 % des effluents d'élevage,
- L'évolution du conseil agricole vers la diffusion des progrès technologiques et la stratégie de choix des cultures axé sur la connaissance des marchés.

2

SCÉNARIO 2

Priorité à la production agricole et valorisation des territoires

La croissance mondiale est faible. La décentralisation est forte, le local et le régional prévalent. Les politiques agricoles européennes et territoriales, assises sur la valorisation optimale des territoires, sont très volontaristes et soutiennent activement la production. En particulier, la création de réserves en eau est soutenue avec une augmentation de 40 % par rapport à 2013 des volumes d'eau pour l'irrigation.

Les besoins alimentaires augmentent et les territoires s'organisent pour y répondre. Les moyens de soutien à l'innovation et à la recherche agronomique débouchent sur des évolutions technologiques importantes.

Le cheptel bovin se maintient, la productivité laitière augmente. La SAU est quasiment stable. Alors que les surfaces en céréales se stabilisent, les surfaces en protéagineux sont multipliées par trois en raison du développement des systèmes de cultures de type « trois cultures en deux ans » permis par le réchauffement des températures et la disponibilité en eau. 20 % de la SAU est en agriculture biologique.

CONDITIONS DE RÉALISATION DU SCENARIO 2

- Des politiques publiques très volontaristes de soutien à l'agriculture,
- Une structuration importante des filières,
- Des soutiens importants à la R&D notamment pour la mise au point de systèmes de culture performants et de systèmes d'élevage moins émetteurs de GES,
- L'augmentation importante des volumes d'irrigation (525 millions de m³/an) par la création de réserves (environ 150 millions de m³),
- Le développement de filières territorialisées soutenues par les collectivités territoriales,
- La méthanisation de 15 % des effluents d'élevage,
- Un conseil agricole orienté vers la performance technique et économique des systèmes de production.

SCÉNARIO 3

Transition énergétique, environnementale et alimentaire

La gouvernance mondiale se construit autour des problématiques environnementales. La croissance verte se développe et la politique agricole apporte des aides proportionnelles aux services environnementaux.

Les comportements alimentaires évoluent avec une demande accrue en produits BIO et en protéines végétales entraînant une diminution de la consommation de viande et de fromage. La part de l'alimentaire dans le budget des ménages s'accroît.

La SAU est stable. L'élevage se relocalise dans les zones spécialisées. Les élevages bovins et porcins diminuent fortement alors que les ovins lait, les caprins et les volailles parviennent à se maintenir.

Une «troisième voie» de l'agriculture, entre

l'agriculture biologique et conventionnelle se développe avec des rotations profondément modifiées et l'introduction importante de protéagineux (1/3 de la sole cultivée). En raison du déclin de l'élevage, les surfaces en herbe diminuent et sont remplacées par des cultures assolées lorsque c'est possible. L'irrigation est seulement utilisée en appoint car les volumes d'eau diminuent d'un tiers en raison des contraintes environnementales. 20 % de la surface est en agriculture biologique.

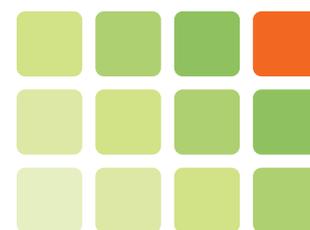
Le développement des énergies renouvelables est particulièrement important dans ce scénario, en particulier les bio-énergies (méthanisation des effluents d'élevage, valorisation de la biomasse végétale), le photovoltaïque, l'éolien...

CONDITIONS DE RÉALISATION DU SCENARIO 3

- Des politiques publiques de soutien à l'agriculture orientées sur l'environnement,
- Le développement de filières territorialisées soutenues par les filières et les politiques publiques,
- Une R&D orientée vers les innovations environnementales et le développement de systèmes de production moins consommateurs d'intrants et adaptés au changement climatique,
- Une transition énergétique (40% des effluents d'élevage méthanisés, valorisation de la biomasse végétale...)
- Un conseil agricole axé sur les techniques de production respectueuses de l'environnement.

Les performances des scénarios sont contrastées

Le tableau ci-dessous présente les résultats comparés des simulations réalisées avec l'outil CLIMAGRI pour chaque scénario. Les performances des scénarios sont contrastées ce qui signifie que l'on ne peut pas « gagner sur tous les tableaux ». Il n'existe pas de scénario performant à la fois au niveau des indicateurs énergie/GES, des indicateurs de production et des indicateurs de consommation d'intrants.



Synthèse des résultats par scénario 2050	2013	Scénario 1 Libéralisation et métropolisation	Scénario 2 Priorité à la produc- tion et à la valorisa- tion des territoires	Scénario 3 Transition énergétique, environ- nementale et alimen- taire
Indicateurs de production				
Production en grandes cultures (millions de tonnes)	4,5	3,7	5,3	3,3
Production en protéagineux (millions de tonnes)	0,06	0,03	1,18	0,51
Production fourragère (millions de tonnes)	5,9	3,9	5,6	4,17
Production en viande (millions de tonnes)	0,48	0,37	0,49	0,38
Production en lait (millions de tonnes)	1,05	0,74	1,36	0,91
Potentiel nourricier en énergie (millions de personnes)	6,59	5,8	6,7	4,9
Potentiel nourricier en protéines totales (millions de per- sonnes)	5,89	5,2	8,69	5,36
Indicateurs de consommation d'intrants				
N minéral consommé (millions de tonnes)	184	148,5	138	108
Achat d'aliments pour animaux (millions de tonnes)	245	176	214	139
Fioul consommé (millions de litres)	265	214	303	231
Volume d'eau pour l'irrigation (millions m3)	377	371	525	248
Indicateurs énergie/GES				
Consommation d'énergie par ha (TEP/ha)	0,29	0,25	0,28	0,21
Consommation d'énergie totale (Ktep)	745	555	701	516
Émissions GES (Mteq CO2)	8,97	6,3	7,77	6
Stock Carbone (Mteq CO2)	1254	1200	1243	1243
Stockage annuel Carbone (Mteq CO2)	5,52	5,64	5,97	5,89
Indicateurs d'efficacité				
Consommation d'énergie par protéines totales produites (en TEP/ tonne protéines)	3,47	2,92	2,21	2,64
Emissions GES par énergie produite (en teq CO2/GCal)	1,07	0,85	0,9	0,96
Emissions GES par protéines totales produites (en teq CO2/tonne protéines)	41,76	33,15	24,51	30,68

Concernant les indicateurs de production

Le scénario 2 (S2) est le seul à s'inscrire en croissance par rapport à 2013 et cela quelles que soient les productions. L'élevage se développe et les systèmes de culture permettent de cultiver trois cultures en deux campagnes. La production céréalière et surtout les protéagineux augmentent fortement. En conséquence, c'est le scénario qui présente le potentiel nourricier le plus élevé, aussi bien en énergie qu'en protéines totales produites. Il permet de couvrir les besoins d'une population de 8,69 millions de personnes.

Les scénarios 1 et 3 (S1 et S3) voient le potentiel de production de la ferme Midi-Pyrénées diminuer sensiblement. L'indicateur agrégé du potentiel nourricier, respectivement pour S1 et S3, est en recul de 40% et 38% par rapport à celui de S2, et régresse de 12 et 9% par rapport à 2013. Pour S1, la baisse de production s'explique principalement par la perte de SAU et la réduction du cheptel bovin (perte de 50 % des bovins lait et 40 % des bovins viande par rapport à 2013). Concernant S3, la baisse de production s'explique par une diminution du cheptel ruminant, comparable à celle du S1, ainsi qu'à des rendements moindres en céréales en raison d'un accès à l'irrigation plus limité.



Pour la consommation en intrants

S3 est le plus économe en raison notamment d'une forte réduction de la **consommation d'azote** (-76 000 tonnes N minéral consommé en 2050, soit une diminution de 41 % par rapport à 2013) et **des aliments du bétail** (-106 000 tonnes soit une diminution de 43% par rapport à 2013). S1 et S2 connaissent également des diminutions de consommation pour ces deux postes d'intrants, mais d'une moindre ampleur.

Concernant les volumes d'eau consommés, S2 est évidemment le plus gros consommateur, avec 525 millions de m³ (en augmentation de 40 % par rapport à 2013), soit plus du double que le volume consommé par S3.

S2 est également, fort logiquement, le plus gros consommateur de fioul, supérieur d'environ 40 % par rapport aux deux autres scénarios et en augmentation de 14 % par rapport à la situation 2013.

Les consommations d'énergie et les émissions de GES diminuent par rapport à 2013

dans les trois scénarios du fait des évolutions agronomiques et technologiques.

Concernant l'énergie, la consommation diminue de 31 % dans S3 du fait d'une moindre utilisation d'engrais azotés (-40 % d'utilisation d'engrais ce qui représente une économie de 76 000 tonnes d'engrais azotés par rapport à 2013). S1, quant à lui, voit sa consommation d'énergie diminuer de 26 % par rapport à 2013 en raison de la perte de SAU (-11 % de SAU par rapport à 2013, -310 000 ha pour Midi-Pyrénées). S2 étant le plus productif, il est logique qu'il soit le plus consommateur d'énergie : -6 % par rapport à 2013, en raison de systèmes de culture plus exigeants en fioul et en électricité pour l'irrigation.

La performance de S3, en matière d'économie d'énergie, est accentuée par la capacité de ce scénario à produire de l'énergie renouvelable : méthanisation (40 % des effluents d'élevage méthanisés), valorisation de la biomasse végétale, photovoltaïque... La production d'énergie renouvelable est moindre dans S2 et surtout dans S1.

Les émissions de GES régressent significativement dans les scénarios 1 et 3, de l'ordre de 30 % par rapport à 2013, en raison principalement de la diminution de l'élevage ruminant, et ainsi d'une moindre fermentation entérique. L'utilisation plus faible d'engrais azotés explique également cette diminution, en particulier pour S3. Quant au scénario S2, bien qu'il soit le plus productif, on constate une réduction des émissions de GES de 13 % par rapport à 2013 en raison de la baisse conséquente de certains postes tels que la fertilisation. Certes, ce scénario se caractérise par une augmentation de l'élevage, mais les émissions de GES liés à la fermentation entérique diminuent de 9 % par rapport à 2013, en raison des progrès techniques réalisés sur la génétique des animaux, leur rationnement, la flore intestinale... (hypothèse retenue dans ce scénario de -14 % d'émissions de méthane par ruminant d'ici 2050).

Le stock de carbone et la variation annuelle de ce stock varient peu selon les scénarios. Il est à noter que l'outil CLIMAGRI® ne comptabilise pas les mouvements des stocks de carbone liés au changement d'affectation des sols. On peut donc craindre un déstockage important de carbone dans le sol dans le S1 en raison de la disparition d'environ 50 000 ha de prairies (soit -11 % par rapport à 2013).

La variation annuelle de stock de Carbone est en augmentation de 7 à 8 % pour S2 et S3, par rapport à 2013, en raison d'une meilleure couverture des sols par la biomasse végétale.

Concernant les indicateurs d'efficacité

- **Ratios consommation d'énergie / ha ou émissions de GES /ha,**
S3 est le plus efficace avec 0,21 TEP/ha, devant S1 et S2 qui consomment respectivement 19 % et 33% de plus.
- **Ratio consommation d'énergie/ protéines totales produites,**
S2 est le plus efficace avec une valeur de 2,21 TEP/tonnes de protéines produites, devant S3 puis S1 dont le ratio se détériore respectivement de 19 et 32 %.
- **Ratio émissions GES / protéines totales produites,**
S2 est également le plus efficace avec 24,51 teq CO₂/t protéine, car très producteur de protéines ; l'efficacité de S3 est moindre de 25% et celle de S1 de 35%.
- **Ratio émissions GES / énergie produite,**
S1 est le plus efficace, avec 0,85 teq CO₂/Gcal, puis viennent S2 et S3 dont les ratios se détériorent de 6% et 12%.

Cette synthèse présente les principaux résultats
de l'étude dont le rapport est disponible
sur www.mp.chambagri.fr



**ÉQUIPE RÉDACTIONNELLE DE
LA CHAMBRE RÉGIONALE D'AGRICULTURE
DE MIDI-PYRÉNÉES :**

André CASAILH (CRA-MP)
Nelly DUBOSC (CRA-MP)
Christian LONGUEVAL (CRA-MP)
Julien NEDELLEC (CA Tarn)
Annie TIZON (CA Tarn)
Aline VANDEWALLE (CRA-MP)

**Avec l'appui technique de
SOLAGRO (Sylvain DOUBLET) pour le
fonctionnement de l'outil CLIMAGRI®.**

ÉTUDE RÉALISÉE
AVEC LE CONCOURS FINANCIER DE

