

AGRICULTURE et FACTEUR 4



Synthèse d'étude
Septembre 2012



Agriculture et Facteur 4

Septembre 2012

Synthèse de l'ADEME et du MAAF
à partir de l'étude réalisée par le groupement



Coordination technique

Eric Vidalenc – Service Economie et Prospective – ADEME

REMERCIEMENTS

Les membres du comité de pilotage

- Eric Vidalenc – Service Economie et prospective, ADEME
- Jérôme Mousset- Service Agriculture et Forêts, ADEME
- Cédric Garnier - Service Agriculture et Forêts, ADEME
- Sarah Martin – Service Agriculture et Forêts, ADEME
- Pascal Blanquet – MEDDE
- Ludovic Larbodière -MAAF
- Julien Vert – MAAF

Et le groupement Solagro, Oréade-Brèche et ISL

- Sylvain Doublet – SOLAGRO
- Solenn Leplay – Oréade-Brèche
- Laurent Boutot – Oréade Brèche
- Philippe Bolo - ISL

Remercient les experts consultés dans le cadre de l'étude

- Afsaneh LELLAHI et François LAURENT, Service Agronomie, Economie et Environnement, Arvalis-Institut du Végétal.
- Nicole DARMON, directrice de recherche à l'UMR Inserm, INRA.
- Olivier BERTRAND, Chef du département Bioénergies, Syndicat des Énergies Renouvelable.
- Stéphane DE CARA, chargé de recherche à l'UMR économie publique de l'INRA.
- Jean-François SOUSSANA, directeur scientifique environnement INRA
- Jacques ANDRIEU, Ministère de l'Agriculture, Sous-Direction de la Forêt et du Bois.
- Antonin VERGEZ, MEDDE / CGDD Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable dans les Politiques Publiques.

COPYRIGHT

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Any representation or reproduction of the contents herein, in whole or in part, without the consent of the author(s) or their assignees or successors, is illicit under the French Intellectual Property Code (article L 122-4) and constitutes an infringement of copyright subject to penal sanctions. Authorised copying (article 122-5) is restricted to copies or reproductions for private use by the copier alone, excluding collective or group use, and to short citations and analyses integrated into works of a critical, pedagogical or informational nature, subject to compliance with the stipulations of articles L 122-10 – L 122-12 incl. of the Intellectual Property Code as regards reproduction by reprographic means.

Dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, la France s'est engagée à diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2050, conformément à l'article 2 de la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. L'ADEME a engagé une série d'études prospectives sectorielles pour identifier des trajectoires envisageables afin d'atteindre ce facteur 4 d'ici à 2050 dans les secteurs clés en termes d'émissions de gaz à effet de serre : « bâtiments », « transports », et « agriculture ». Cette étude fait partie de ces travaux et porte précisément sur le secteur agricole, en lien avec la forêt. Le MAAPRAT a contribué à l'étude et le MEDDTL s'est joint au Comité de Pilotage de ces travaux.

Comparées aux autres secteurs étudiés, l'agriculture a un rôle particulier dans les émissions de GES à plusieurs titres : elle est à la fois source et puits d'émissions de carbone, elle est la principale émettrice de N₂O et CH₄ et elle risque d'être profondément impactée par les changements climatiques futurs.

Trois trajectoires contrastées, présentant des ruptures fortes par rapport aux systèmes actuels et choisies pour leur intérêt pédagogique, ont été étudiées ici au travers d'un modèle physique. Une analyse des résultats sur les possibilités de réduction des émissions de GES a été réalisée, suivie d'une analyse qualitative des autres impacts environnementaux et socio-économiques potentiels.

Soulignons enfin que l'enjeu de toute étude prospective n'est pas de prévoir les évolutions mais d'analyser différents scénarios (ici en matière de production agricole et d'émissions de GES en estimant qualitativement les impacts potentiels sur l'environnement et le climat ainsi que les enjeux socio-économiques). Et ceci dans le but d'analyser les liens entre différentes variables et de fournir des visions du secteur considéré à l'aune de différentes évolutions possibles. Par ailleurs, ce type d'analyse, particulièrement dans le secteur agricole, est intrinsèquement sujet à de fortes incertitudes, notamment sur les facteurs d'émissions. Il est donc important de s'intéresser aux ordres de grandeurs et aux tendances plutôt qu'aux résultats en valeur absolue.

Description du modèle utilisé dans l'étude

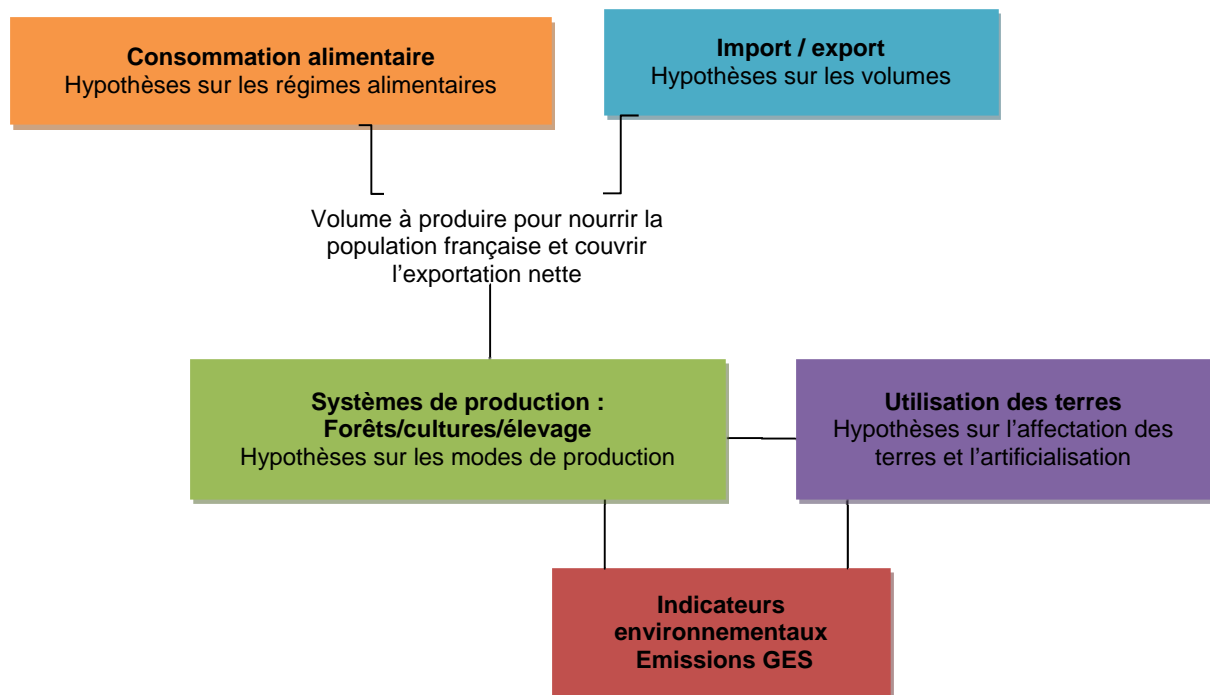
Fonctionnement général du modèle

Le modèle utilisé est basé sur des flux matières et n'inclut pas de données socio-économiques. L'agriculture est considérée comme un système où un équilibre doit s'établir entre : la demande (i.e. la consommation nationale et l'exportation) et l'offre (i.e. la production nationale et l'import). Un principe retenu est que la recherche de la réduction des émissions de GES doit être cohérente avec le **rôle premier de l'agriculture, qui est la production de biens alimentaires**. Dans le modèle, la consommation alimentaire nationale détermine le volume de production végétale et animale nécessaire pour nourrir la population française (estimée à 72 millions d'habitants en 2050, contre 67 millions en 2010). A ces besoins viennent s'ajouter les exportations de produits agricoles et se déduire les importations pour estimer le volume à produire par la « ferme France ». La production agricole nationale est caractérisée par des modes de production. Par ailleurs, le volume à produire par le secteur agricole français permet d'estimer l'assolement nécessaire à la couverture de ces besoins (alimentaire et solde import/export) et le potentiel de terres pouvant être affecté à d'autres usages, en particulier à la production d'énergie renouvelable.

La forêt est également modélisée, mais de manière simplifiée par rapport à la production agricole, pour estimer la production de bois et son rôle de puits de carbone. Ainsi, la dynamique des surfaces forestières et des modes de production sylvicoles n'est pas appréhendée en détails.

L'assolement de la ferme France (avec les pratiques agricoles liées) et les peuplements forestiers sont paramétrés dans l'outil CLIMAGRI® pour calculer les consommations d'énergie, les émissions de GES, le stock et les variations de stock de carbone.

Figure 1 : Fonctionnement du modèle



Trois scénarios « Réduction de GES » pour 2050

La scénarisation

Chaque scénario repose sur des hypothèses dites « techniques » à l'horizon 2050, calibrées à partir de données statistiques historiques d'une part, et de l'état des connaissances concernant les évolutions et progrès techniques envisageables d'autre part. Pour permettre l'interprétation des résultats, un état des lieux « actuel 2010 » a été modélisé, ainsi qu'un scénario tendanciel réalisé à partir d'une prolongation à l'horizon 2050 des tendances et objectifs réglementaires actuels.

Ces scénarios n'ont pas pour objectif de servir de trajectoires de référence destinées à être mises en œuvre, ils permettent d'analyser des alternatives et de fournir des pistes de réflexion pour l'avenir. Les principales hypothèses sont récapitulées dans le tableau 1 ci-après.

Le scénario « tendanciel »

Un premier état des lieux dit « actuel 2010 » a été élaboré, sur la base des données statistiques disponibles à l'échelle nationale. Il constitue un point de référence pour l'ensemble des scénarios suivants.

Dans le scénario « tendanciel 2050 », les tendances constatées sont prolongées jusqu'en 2050 (population française, artificialisation des terres, consommation de protéines animales, etc.). Les politiques publiques déjà engagées sont supposées atteindre leurs cibles (20% de SAU en AB par exemple) et sont complétées d'autres hypothèses « au fil de l'eau » (20% de SAU en production intégrée, 20% des déjections méthanisées, augmentation significative de l'efficacité énergétique, baisse de la surconsommation de protéines...). Les volumes d'imports/exports sont maintenus au niveau actuel.

Le scénario « intensification écologique » (ALPHA)

Dans ce scénario, la forte demande intérieure et mondiale en produits agricoles et forestiers conduit à **privilégier les systèmes les plus productifs**, tout en recherchant une forte réduction des impacts environnementaux, principalement par **l'innovation agronomique et technologique**. Cette dynamique se traduit par une rupture technique par rapport à l'agriculture conventionnelle : **la production intégrée¹ devient la principale forme d'agriculture**. L'utilisation de cultures intermédiaires se généralise, tandis que l'agroforesterie et les cultures associées connaissent un fort développement. La productivité annuelle moyenne des vaches laitières est fortement augmentée grâce à un mix entre des systèmes d'élevage herbagers extensifs et des systèmes intensifs basés sur une faible part de pâturage et une ration en concentrés importante. Les systèmes d'élevage granivores évoluent peu.

Les gisements d'efficacité énergétique sont mobilisés au maximum de leur potentiel (hypothèse commune aux 3 scénarios) dès lors qu'ils n'ont pas d'impacts sanitaires ou environnementaux significatifs.

Les pertes évitables et la surconsommation de produits alimentaires sont réduites de manière importante. Le régime alimentaire de la population n'évolue pas significativement, mais la consommation de produits animaux diminue de manière plus prononcée que dans le scénario tendanciel. Les exportations et les importations se maintiennent au niveau actuel. L'exploitation des ressources en biomasse de manière générale est maximisée via une forte mobilisation de la paille et des résidus de culture, et surtout des produits forestiers.

Le scénario « alimentation, autonomie et sobriété » (BETA)

Ce scénario a pour moteur principal **une profonde évolution des régimes alimentaires** : la proportion de protéines animales (qu'il s'agisse de viande ou de lait) diminue au profit des protéines végétales et la consommation de viande bovine est fortement réduite. Les surconsommations sont fortement réduites, sur des bases de recommandations sanitaires déjà existantes. Les modes de production s'orientent vers une **production de qualité et respectueuse de l'environnement et du bien-**

¹La « production intégrée » est ici une agriculture intégrant des mesures agronomiques prophylactiques contribuant à la baisse de la pression des bioagresseurs, mise en œuvre dans le cadre d'un raisonnement rotationnel pluriannuel.

être animal (recours accru à l'AB et à la production intégrée pour les productions végétales, aux systèmes herbagers en productions animales, fort développement des productions sous label).

L'augmentation des prix de l'énergie influence la demande intérieure en matériaux et énergies renouvelables : la satisfaction des besoins alimentaires nationaux ne nécessitant pas la mobilisation de la totalité de la SAU, l'ensemble des terres agricoles libérées est affecté à la production de biomasse en substitution des ressources fossiles.

La France diminue ses exportations de 25% également au bénéfice de la production de biomasse. Les importations sont elles ajustées en fonction des besoins liés au cheptel.

Le scénario « alimentation, efficacité et stockage » (GAMMA)

Dans ce scénario, **le stockage de carbone et la production de carbone renouvelable** sont privilégiés, et les hypothèses sont construites de manière à tendre vers une forte réduction des émissions de GES. Ces évolutions majeures, à la fois des modes de production et des régimes alimentaires sont proposées dans un contexte où la régulation climatique s'est étendue au secteur agricole et où les tensions sur les marchés alimentaires et énergétiques sont fortes. Les exportations (principalement céréales et poudre de lait) sont fortement diminuées afin de privilégier les usages intérieurs de la biomasse en substitution aux produits fossiles d'une part, et le stockage de carbone d'autre part. Cela se traduit par une forte progression des surfaces disponibles pour la biomasse non alimentaire (taillis à courte rotation, cultures ligno-cellulosiques de type miscanthus ou sorgho, boisement). Les importations varient selon les besoins liés au cheptel.

Les systèmes de culture privilégient la productivité et les améliorations technologiques, proches du scénario ALPHA, tandis que la modification des régimes alimentaires est identique à celle du scénario BETA. Dans le scénario GAMMA, l'élevage est « **optimisé** » **du point de vue des émissions de GES** (contrairement à BETA où le bien-être animal et les signes officiels de qualité sont privilégiés).

Tableau 1 - Principales hypothèses chiffrées retenues pour chacun des scénarios

Leviers d'action	Paramètres	Actuel 2010	Tendancier 2050	ALPHA	BETA	GAMMA	
Production	Part d'agriculture conventionnelle	97%	60%	25%	20%	25%	
	Part d'agriculture biologique	2%	20%		35%	30%	
	Part de production intégrée	1%	20%	55%	45%	45%	
	Part d'agroforesterie	0	0%	10%		20%	
	Part de poulet	<i>standard</i>	90%			20%	90%
		<i>AOC</i>	10%			80%	10%
	Part de porcs	<i>standard</i>	98%			20%	98%
		<i>AOC</i>	2%			80%	2%
Part vaches laitières	à 5 000 L	100%		50%	100%	50%	
	à 10 000 L	0%		50%	0%	50%	
Efficacité énergétique	Part de déjection méthanisée	0%	20%	80%			
	Livraison de phosphore et de potassium	= 2006					
	Efficacité de l'azote organique	65%		80%			
	Efficacité de l'azote minéral	80%		90%			
	Consommation d'énergie liée à la fabrication de l'azote minéral		-10%	-20%			
	Emissions de N ₂ O liée à la fabrication de l'azote minéral		-60%	-90%			
	Consommation d'énergie des serres		-20%	-30%			
	Consommation d'énergie pour la production de lait		-20%	-30%			
	Consommation d'énergie des bâtiments d'élevage		-10%	-20%			
Consommation alimentaire	Population française (millions d'habitants)	67	72				
	Part des protéines animales	65%	60%	50%	33%		
	Surconsommation protéines	70%	50%	30%	10%		
	Surconsommation glucides	50%	40%	20%	10%		
	Réduction des pertes évitables	0%	10%	30%	50%		
	Apport de calcium par le lait (mg/j/personne)	390		350	200		
	Consommation de viande	<i>de bovins</i>	38%		35%	19%	19%
		<i>d'ovins et caprins</i>	4%				
		<i>de suidés</i>	27%			35%	
		<i>de volailles</i>	24%		27%	35%	
<i>autres</i>		7%					
Importation*			=2010				
Exportation			=2010	-25 %	-50 %		
Utilisation des terres	Réaffectation des terres libérées	Culture annuelle			Forêt		
	Prélèvement forêt	50%	60%	70%			
	Artificialisation des terres	Tendancier		Max en 2030			

Importation* : l'importation de protéines pour les cheptels s'adapte aux besoins

Analyse des résultats des trois scénarios

Le travail a été conduit en deux temps. Tout d'abord, sur la base de références bibliographiques, les hypothèses ont été faites. Puis la scénarisation et les résultats ont été discutés avec des experts, pour identifier les points d'amélioration potentielle du modèle.

Les résultats sont analysés en termes de réduction des émissions de GES prioritairement, puis les impacts socio-économiques, les conséquences sur les différents acteurs et les incidences environnementales sont appréhendés.

Impact des scénarios sur les émissions de GES

Les bilans des émissions de GES en 2050 du scénario tendanciel et des 3 scénarios prospectifs sont présentés dans la figure 1.

Dans le scénario tendanciel, les émissions de GES évoluent peu. Cette stabilisation s'explique par les améliorations technologiques et la diminution relative de la part des protéines d'origine animale dans l'alimentation, qui sont compensées par l'augmentation de la production nécessaire pour nourrir une population croissante aux besoins plus élevés (poids moyen des individus en hausse), tout en maintenant la capacité exportatrice nette de l'agriculture française au niveau de 2010.

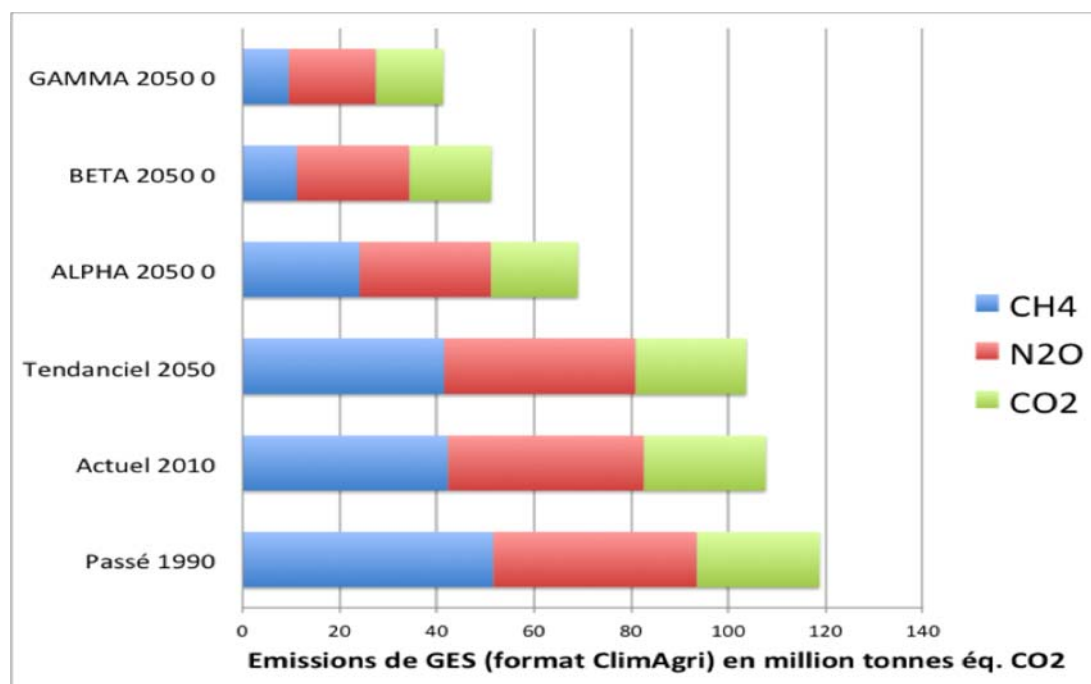


Figure 2 : Les émissions de GES (format CLIMAGRI) des 3 scénarios en 2050, du tendanciel en 2050, du passé (1990) et de l'actuel (2010) – I = importation, E = exportation.

Le tableau 1 (ci-dessous) décrit l'évolution des principales variables physiques associées à chaque scénario, résultant des hypothèses retenues : productions animales, SAU, affectation des terres, stockage de carbone et production de carbone renouvelable. Le tableau met en évidence des évolutions majeures du paysage agricole dans les différents scénarios :

- baisse marquée du cheptel et des productions animales dans ALPHA, très forte baisse dans BETA et GAMMA. C'est une conséquence de l'évolution du régime

alimentaire des français : ainsi, le nombre de bovins lait est calibré à partir des besoins en calcium d'origine animale, et la viande issue de ce troupeau suffit à satisfaire les besoins en viande bovine, d'où une disparition du troupeau allaitant (BETA et GAMMA). C'est également une conséquence de l'hypothèse de réduction importante des exportations dans ces deux scénarios.

- diminution de la SAU et de la production végétale (hors « nouvelles productions »), liée notamment à la baisse des besoins en alimentation animale. Cette baisse est marquée notamment dans le scénario GAMMA avec un boisement important des terres libérées.

Tableau 2 : Présentation des indicateurs de suivi des 3 scénarios « ALPHA » - « BETA » - « GAMMA » et de 3 autres scénarios : « Passé-1990 » - « Actuel 2010 » - « Tendanciel 2050 »

Bilans et scénarios	Passé 1990	Actuel 2010	Tendanciel 2050	ALPHA	BETA	GAMMA
Millions de vaches	9,2	7,9	7,4	5,4	2,1	1,5
<i>dont bovins lait</i>	4,1	2,5	2,5	2,7	2,1	1,4
<i>dont bovins viande</i>	5,1	5,4	4,9	2,6	0,0	0,1
Millions de porcs charcutiers	7	9	8	6	5	4
<i>dont porcs en intensif</i>	7	8	8	6	2	4
Millions de poulets de chair	157	161	156	132	108	81
<i>dont volailles en intensif</i>	141	145	140	119	54	73
Milliards de litres de lait	27	26	26	21	11	11
Consommation N minéral Mt	2,5	2,6	2,5	1,6	1,1	1,3
SAU 1- "hors nouvelles productions" (Mha)	31	29	30	28	21	17
<i>dont COP (Mha)</i>	14	14	15	15	11	9
<i>dont Blé tendre (Mha)</i>	5	5	6	6	5	4
<i>dont Surface toujours en herbe (Mha)</i>	11	10	9	8	5	4
Forêt 1 hors réaffectation	15	16	14	16	17	17
Surface artificialisées (Mha)	3,5	5	7	6	6	6
Surfaces libérées (Mha)	0	0	0	0	7	11
<i>dont surface toujours en herbe</i> <i>« biomasse » (Mha)</i>	0	0	0	0	4	3
<i>dont culture annuelle « biomasse »</i> <i>(Mha)</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Dont forêt « stock et biomasse »</i> <i>(Mha)</i>	0	0	0	0	0	5
Total SAU 1 + Forêt 1 + artificialisation + surfaces libérées	51	51	51	51	51	51
Total SAU (SAU 1 + « biomasse ») (Mha)	31	29	30	28	28	23
Total forêt (Forêt 1 + « stock et biomasse ») (Mha)	15	16	14	16	17	22
Rendement global (cultures principales et secondaires) t/ha	6	7	8	8	6	6
Stock total de carbone (agriculture et forêt, aérien et sol) (MtC)	3 797	3 802	3 627	3 867	3 909	4 228
Variation de stock annuelle (MtC) ²	13	13	12	9	11	12
Production de biomasse – « carbone renouvelable » - (énergie et matériaux en valeur énergétique) (Péta Joules)	373	421	514	1541	1649	2160

CP : culture principale ; CS : culture secondaire ; A : agriculture ; F : forêt ; aé. : aérien ; PJ : péta joules ; SAU « hors nouvelles productions » : surfaces nécessaires pour couvrir les besoins alimentaires et les exportations ; surfaces libérées : surfaces non nécessaires pour couvrir les besoins alimentaires et les exportations et qui peuvent changer d'affectation (production de biomasse énergie, boisement, ...)

²La variation de stock annuelle ne prend pas en compte les pertes / stockages de carbone liés aux changements d'affectations des terres

D'un scénario à l'autre, de nombreuses hypothèses sont modifiées, mais 4 principaux leviers ayant un impact significatif en termes de réduction des émissions ont été mis en évidence :

1. Les **changements de pratiques agricoles et de systèmes de culture** ;
2. Les **modifications profondes du régime alimentaire** de la population française ;
3. Le **niveau des exportations** des produits agricoles, notamment de la poudre de lait et du blé ;
4. La **réaffectation des terres ainsi libérées** à la production d'énergies renouvelables (cultures annuelles et/ou forêt).

Ces leviers, repris dans la structure des hypothèses du tableau 1, permettent de réduire les émissions de GES de manière progressive et croissante. Les scénarios ALPHA, BETA et GAMMA, conduisent ainsi à un facteur de réduction des émissions de GES respectivement de **1,7**, **2,5** et **3,2** par rapport à 1990. Aucun ne permet donc d'atteindre une division par 4 (« facteur 4 ») pour les raisons détaillées plus loin. Les réductions par rapport au format CLIMAGRI sont fournies à titre informatif, elles considèrent un périmètre plus complet (émissions directes et indirectes).

Tableau 3 : Les émissions de GES (format CLIMAGRI, format CITEPA, facteur de réduction) des 3 scénarios en 2050, du tendanciel en 2050, du passé (1990) et de l'actuel (2010)

Bilans et scénarios	Format CLIMAGRI (tég. CO ₂)	Facteur de réduction (format CLIMAGRI)	Format CITEPA ³ – IPCC 2006 (tég. CO ₂)	Facteur de réduction par rapport à 1990 (format CITEPA)
Passé 1990	119	1	90	1
Actuel 2010	108	1,1	79	1,1
Tendanciel 2050	104	1,1	80	1,1
ALPHA	69	1,7	52	1,7
BETA	51	2,5	35	2,5
GAMMA	41	2,9	28	3,2

Impacts socio-économiques des principaux leviers d'action identifiés

Evolution des systèmes de culture

Dans les 3 scénarios, une modification des systèmes de culture est scénarisée, entraînant des ruptures significatives par rapport au scénario tendanciel. En effet, ces scénarios conduisent à une diminution de l'agriculture conventionnelle au profit de la production intégrée, mais aussi de l'agriculture biologique. Du fait du manque actuel de référentiels techniques reconnus, des coûts et délais d'apprentissage et de la réorientation des programmes de recherche et des structures d'accompagnement nécessaires, une résistance forte face au changement est prévisible. La mise en pratique de ces leviers supposerait donc une intervention publique pour soutenir la transition : incitations économiques pour changer les pratiques agricoles, financements de programmes de recherche, refonte du contenu des formations et diffusion d'informations, valorisation et promotion de pratiques alternatives, etc. Dans les scénarios Beta et Gamma, il conviendrait de surcroît d'accompagner la rupture dans les modes de production et la nécessité de reconversion vers d'autres modes de production.

³ Les valeurs indiquées ne sont pas à comparer aux inventaires publiés, si le périmètre de prise en compte des émissions et les PRG sont identiques, les méthodologies de calcul sont différentes

Evolution des régimes alimentaires

Les consommateurs sont supposés faire évoluer leur demande et leur régime alimentaire de manière plus ou moins drastique dans les trois scénarios : réduction des surconsommations et des pertes évitables, diminution des protéines d'origine animale et de la part du lait dans les apports en calcium (hypothèses basées sur les préconisations alimentaires de la FAO). Le secteur de l'élevage et le secteur agroalimentaire pourraient être impactés, car la baisse de la demande pourrait entraîner une contraction de l'activité des filières bovines⁴. Cependant, la réorientation de la production et de la demande vers la « qualité » pourrait se traduire par une hausse des prix relatifs de l'alimentation, traduisant un consentement à payer supérieur des consommateurs.

Les changements dans les pratiques alimentaires sont lents, mais dans les 40 années à venir, soit 2 générations, des changements significatifs peuvent avoir lieu par l'accélération de tendances déjà observables et avec l'appui de politiques publiques volontaristes. Les leviers d'action pourraient être de nature incitatifs (éducation des consommateurs, signal prix) ou réglementaire (contrôle de la publicité, étiquetage nutritionnel et affichage environnemental). Parallèlement, le scénario BETA prévoit une rupture dans les systèmes d'élevage, avec une proportion très forte de production sous signe de qualité ou en conduite extensive, ce qui supposerait un important accompagnement technique et économique des producteurs.

Niveau des exportations et autres hypothèses des scénarios

Dans les scénarios BETA et GAMMA, la baisse des exportations a été envisagée dans un objectif pédagogique pour tester l'impact de ce levier sur la réduction des émissions de GES. Cette réduction serait envisageable dans un contexte d'évolution générale des régimes alimentaires ou si les prix domestiques de la biomasse devenaient plus élevés que les cours internationaux des produits alimentaires. Cette hypothèse pourrait cependant être remise en question par la forte croissance de la demande alimentaire mondiale, pouvant elle-même engendrer une hausse des prix agricoles et annuler les bénéfices issus des changements des régimes alimentaires.

Réaffectation des terres libérées : augmentation du stockage de carbone et production de bioénergie

La production de biomatériaux et de bioénergies est une fonction de l'agriculture qui pourrait connaître un très fort essor, dans un contexte favorable (prix relatif élevé de la biomasse, valorisation économique du carbone stocké, etc.). Cette fonction a été représentée de manière grossière dans les scénarios par différents modes de production de biomasse : surfaces en herbe, cultures annuelles (BETA ET GAMMA), boisement (GAMMA) pour les terres qui ne sont plus nécessaires à la couverture des besoins alimentaires et des exports. Il s'agit d'une approximation de systèmes agricoles dédiés à la production de biomasse qui restent encore largement à inventer (taillis à courte rotation, cultures pérennes, etc.).

Par ailleurs, un des objectifs de la France est le développement de la filière biomasse-énergie, notamment par la mobilisation de biomasse forestière supplémentaire. Pour cela, il serait nécessaire de pérenniser les mesures mises en œuvre pour soutenir la demande en biomasse-énergie et améliorer l'offre en incitant

⁴ Par construction, le modèle suppose que les éleveurs qui ne trouvent plus de débouchés sur le marché français ne se tournent pas vers l'export

les propriétaires forestiers à davantage valoriser leurs forêts, (mutualisation de la gestion forestière, développement des infrastructures disponibles pour l'exploitation forestière). Enfin, la réaffectation des terres libérées dépendrait également d'un signal prix, en lien notamment avec ceux de l'énergie et des aliments.

Impacts environnementaux

Les liens entre agriculture et environnement sont complexes. Les impacts des pratiques agricoles peuvent être négatifs (dégradation de la qualité de l'eau, impact du prélèvement d'eau en période d'étiage, érosion des sols, perte de matière organique, dégradation de la biodiversité des sols, émission d'ammoniac et de particules, érosion de la biodiversité remarquable et fonctionnelle), ou positifs (stockage de carbone dans les sols, production d'énergie renouvelable, maintien des paysages, recyclage des déchets organiques...). Il est important d'analyser la cohérence des scénarios étudiés sur ces enjeux environnementaux pris en compte dans les politiques publiques (Directive Cadre sur l'Eau, Directive Nitrates, Directives Habitats, Grenelle de l'environnement, ...).

Ainsi, à l'horizon 2050 :

- le **scénario Tendancier** est peu capable de faire face aux changements climatiques (faible résilience) et aux autres enjeux environnementaux. La question de la disponibilité en eau est particulièrement prégnante dans ce scénario selon les besoins évalués en biomasse.
- le **scénario ALPHA** répondrait partiellement aux enjeux environnementaux : meilleure résilience, amélioration de la qualité de l'eau et des sols. Le principal point faible dans ce scénario est l'augmentation des prélèvements pour l'irrigation (+30%) en raison d'une SAU orientée vers la production animale (sole de maïs irriguée importante), qui semble peu compatible avec les ressources disponibles et les autres usages de l'eau, tels qu'on peut les anticiper aujourd'hui.
- le **scénario BETA** répondrait dans une large mesure aux enjeux environnementaux en offrant une meilleure résilience des systèmes et en réduisant significativement les impacts sur la qualité de l'eau, les sols, la biodiversité fonctionnelle et la qualité de l'air. Par rapport au scénario ALPHA, l'augmentation des besoins en eau est moins importante et surtout mieux répartie sur les cultures : la pression sur l'étiage diminue de 20% par rapport à aujourd'hui. L'irrigation se porte vers de nouveaux besoins (irrigation starter et irrigation de complément).
- le **scénario GAMMA** offrirait une meilleure résilience des systèmes et réduirait significativement les impacts environnementaux. Un point faible de ce scénario reste cependant l'augmentation des prélèvements pour l'irrigation (+10%), mais relativement plus faible que pour les scénarios ALPHA et BETA, l'augmentation des besoins étant moins importante et surtout mieux répartie sur les cultures. La pression sur l'étiage diminue presque de moitié dans ce scénario par rapport à aujourd'hui. Cependant, ce scénario, en transformant une partie des surfaces agricoles en forêt, peut, dans certains cas, avoir un impact négatif sur les paysages et la biodiversité remarquable.

Intérêt et limites de l'exercice prospectif

Basé sur des modèles physiques, agissant sur l'offre et la demande, l'exercice prospectif réalisé donne une idée du **potentiel maximal de réduction des émissions de gaz à effet de serre existant en agriculture et des efforts qu'il faudrait mettre en œuvre pour aller au-delà d'un facteur 2**. Les réductions de GES obtenues pour les trois scénarios étudiés vont de - 42% pour le scénario ALPHA, à - 68% pour le scénario GAMMA, tout en répondant aux besoins alimentaires d'une population française croissante.

Le scénario ALPHA montre un potentiel d'atténuation significatif sans modification de la capacité exportatrice de l'agriculture française par rapport à son niveau de 2010, avec un changement substantiel des pratiques. Ces ordres de grandeur apparaissent finalement compatibles avec la contribution estimée de l'agriculture aux feuilles de route française⁵ ou européenne⁶ (- 42 à - 49% pour le secteur agricole), même si ces études ont été réalisées dans des logiques très différentes.

La question du niveau d'exportation de l'agriculture française reste un sujet complexe, tant sur ses déterminants (évolution des modèles économiques, pression importante de réduction des GES sur le secteur...) que sur ses conséquences. Pour un bilan exhaustif, il faudrait en effet prendre en compte les changements indirects d'affectations des sols permettant de couvrir cette diminution de production et d'exportation. Il pourrait en résulter un déplacement de production (donc des émissions accrues dans d'autres pays) et une accentuation de la déforestation. Ce type d'analyse complémentaire nécessite l'utilisation de modèles adaptés mais n'a pas été prise en compte dans le présent travail.

L'étude met en évidence la **difficulté d'atteindre le « facteur 4 » (-75%) pour les émissions d'origine agricole** : cette valeur n'est atteinte par aucun des scénarios étudiés malgré des modifications majeures des systèmes agricoles (scénario ALPHA), des régimes alimentaires (scénario BETA) et des niveaux d'exportation (scénario GAMMA). Un scénario « facteur 4 » ne pourrait finalement être obtenu que par la combinaison d'hypothèses extrêmement fortes, pouvant induire des ruptures drastiques, ou générer des émissions indirectes par délocalisation de la production.

L'atteinte d'un facteur 2 semble plus réaliste. Elle suppose toutefois la mise en place d'incitations puissantes pour faire évoluer les pratiques agricoles et les comportements alimentaires, et implique de dépasser des barrières technologiques et organisationnelles, notamment grâce au renforcement du réseau de conseil aux agriculteurs.

L'analyse globale « offre et demande » permet d'aller plus loin, en répartissant les leviers d'action entre producteurs et consommateurs, responsabilisant ces derniers vis-à-vis des impacts environnementaux de leur alimentation et permettant de tendre vers une durabilité plus forte de l'ensemble du système alimentaire. Tout en mettant en évidence le potentiel du levier « demande », indispensable pour dépasser un « facteur 2 » à l'échelle française, l'étude renvoie également à des questions stratégiques telles que la place de l'import / export de produits agricoles en

⁵Trajectoires 2020-2050 vers une économie sobre en carbone, Rapports et documents du CAS, janvier 2012

⁶Feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité carbone à l'horizon 2050, Communication de la Commission Européenne, mars 2011

2050. Ces questions sont toutefois difficilement intégrées et mal appréhendées avec des comptabilisations de GES de type « inventaire ».

Cette étude fait également ressortir les **spécificités de l'agriculture vis-à-vis du changement climatique**, et notamment :

- la nécessité pour l'agriculture de s'adapter au changement climatique et la sensibilité des scénarios vis-à-vis des effets du réchauffement ;
- la capacité des sols et de la biomasse à stocker du carbone ;
- la capacité de l'agriculture à produire des énergies renouvelables, intégrées dans les plans d'action des autres secteurs.

Ces différents aspects soulignent la nécessité de bilan GES « multi-sectoriel ».

La **cohérence des différents scénarios vis-à-vis d'autres enjeux** a également été étudiée. Si le scénario tendanciel aggrave la plupart des impacts environnementaux, les différents scénarios prospectifs tendent à les réduire. La question de l'eau reste un enjeu crucial, en quantité comme en qualité, le phénomène étant aggravé par le changement climatique : seuls les scénarios BETA et GAMMA permettent d'améliorer partiellement la pression sur cette ressource.

Enfin, l'analyse socio-économique des résultats des différents scénarios montre que les efforts à fournir pour réduire les émissions de GES dans le secteur agricole seraient très élevés dans tous les scénarios, mais tout particulièrement dans les scénarios Beta et Gamma. Les changements provoqueraient des ruptures marquées par rapport à l'évolution tendancielle, pour l'ensemble des acteurs de la société : cultivateurs et éleveurs, agro-fournisseurs, structures d'accompagnement des exploitants agricoles, industries agro-alimentaires, distribution et consommateurs. Comme pour les autres secteurs, la question des impacts socio-économiques, des réticences aux changements et la manière de les accompagner, se pose de manière aiguë et reste largement à instruire. Il serait utile de compléter ces scénarios en intégrant notamment mieux l'impact du changement climatique sur les systèmes de production, les interactions avec les autres secteurs économiques, le rôle des échanges commerciaux et les coûts de mise en application.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. www.ademe.fr



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr