



# Les enjeux économiques

**Pierre-Alain Jayet** est directeur de recherche INRA, UMR Économie publique, INRA-AgroParisTech, Grignon.

**Stéphane De Cara** est directeur de recherche INRA, UMR Économie publique, INRA-AgroParisTech, Grignon.

**Nathalie de Noblet-Ducoudré** est directeur de recherche CEA, Unité mixte CEA-CNRS-UVSQ, Gif-sur-Yvette.

Modifier l'usage des sols pour concilier production agricole et maîtrise des émissions de gaz à effet de serre : les économistes cherchent à intégrer ces différents objectifs dans une approche globale.

**A**vec près de 6 gigatonnes d'équivalent dioxyde de carbone libérées chaque année dans le monde (sur un peu moins de 50 gigatonnes de dioxyde de carbone émises globalement en 2010), les sources agricoles de gaz à effet de serre pèsent plus que les transports. À ces émissions agricoles, il convient d'ajouter celles dues aux changements d'usage des sols, en particulier la déforestation. Ensemble, les secteurs liés à la terre (notamment l'agriculture et la forêt) comptent parmi les plus importants contributeurs à l'effet de serre au plan mondial. Par conséquent, l'agriculture et la forêt ont un rôle essentiel à jouer tant vis-à-vis de l'atténuation des émissions que de l'adaptation au changement climatique.

La nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre tout en s'adaptant au changement climatique et en répondant aux besoins alimentaires et non alimentaires d'une population mondiale croissante soulève diverses questions : comment optimiser la production agricole et, plus largement, les usages des sols dans ce contexte ? Comment inciter producteurs et consommateurs à modifier efficacement

leurs modes de production et leurs comportements alimentaires ? Pour quel résultat environnemental ? Ces questions ne sont pas seulement d'ordre agronomique, écologique ou climatique. Elles impliquent également de prendre correctement en compte les conséquences du changement climatique sur les systèmes économiques, du niveau microéconomique (l'exploitation agricole par exemple) au niveau macroéconomique (implications pour les usages des sols au sens large, répartition de l'effort d'atténuation entre les secteurs, conséquences sur les marchés mondiaux). Ces différentes échelles d'analyse font appel à plusieurs types de modèles économiques, lesquels fournissent une approche quantitative des marges de manœuvre des politiques publiques en matière d'atténuation et d'adaptation.

Comment atteindre un objectif d'atténuation donné au coût le plus faible pour la société ? Cette question de l'efficacité en coût est à la base de l'économie de l'environnement. L'efficacité en coût implique de mobiliser en priorité les potentiels d'atténuation là où ils sont les moins coûteux. Parce que les conditions de production, et donc les coûts de réduction

des émissions sont hétérogènes, il n'y a aucune raison pour que la répartition de l'effort d'atténuation soit uniforme d'un individu, d'une région ou d'un secteur à l'autre. La difficulté est alors de s'assurer que les décisions prises par l'ensemble des agents permettent d'atteindre un objectif au coût total le plus faible. L'économie de l'environnement a montré que les instruments économiques sont efficaces pour orienter les décisions microéconomiques dans ce sens. Le principe est simple : en transmettant un signal (sous la forme d'une taxe ou du prix d'un marché de quota d'émissions) reflétant la valeur de l'effet causé par les émissions, on incite chaque agent à intégrer cette valeur dans ses choix de production ou de consommation, ce qui améliore l'efficacité globale.

### Évaluer les coûts et les potentiels d'atténuation

Pour analyser la répartition efficace de l'effort d'atténuation au sein du secteur agricole, il est nécessaire de mesurer les coûts et les potentiels d'atténuation, ainsi que leur distribution dans l'espace et selon les types d'exploitations. De telles évaluations peuvent être fournies par des modèles microéconomiques de l'offre agricole. Ces derniers décrivent le comportement économique d'un grand nombre d'exploitations représentatives de la diversité des conditions de production agricole en fonction des prix, des dispositifs d'aides et des contraintes agronomiques et zootechniques qui s'appliquent aux différentes productions dans divers contextes. Ils permettent de simuler les conséquences de l'introduction de telle ou telle politique publique sur les choix de production, les émissions et les revenus des exploitants.

Ce type de modèle a été appliqué au secteur agricole français qui, malgré une contribution importante aux émissions (environ 20 pour cent des émissions françaises), est largement absent des dispositifs français de lutte contre l'effet de serre. En 2011, nous avons

montré que, même avec des hypothèses relativement conservatrices quant au potentiel d'atténuation, l'agriculture française serait à même de réduire ses émissions de 10 pour cent par rapport à 2005 à un coût de l'ordre de 35 euros par tonne d'équivalent dioxyde de carbone. Ce coût, comparable à celui qui prévaut dans les autres secteurs de l'économie, indique que l'agriculture a un rôle important à jouer pour que la France atteigne ses objectifs d'atténuation au moindre coût.

Le même modèle a été appliqué au niveau européen pour évaluer les gains en efficacité permis par la mise en place d'un marché des droits à émettre des gaz à effet de serre au sein de l'agriculture dans le cadre des objectifs du paquet énergie-climat. Ce dernier, adopté

par l'Union européenne en 2009, vise à augmenter la part des énergies renouvelables, réduire les émissions de dioxyde de carbone et accroître l'efficacité énergétique. Il contient des objectifs ambitieux de réduction des émissions à l'horizon 2020 pour les secteurs non couverts par le marché européen du carbone (agriculture, secteur résidentiel, transports). Ces objectifs ont fait l'objet d'un accord de « partage de l'effort » entre les pays européens.

Nos résultats montrent que le coût de l'atténuation pour le même objectif environnemental (10 pour cent de réduction au niveau européen en 2020 par rapport aux niveaux de 2005) pourrait être divisé par deux par rapport à ce qu'impliquerait le respect par chaque pays de ses objectifs fixés par



### Quel rôle pour le consommateur ?

En France, l'alimentation, qui représente environ 30 pour cent des impacts « gaz à effet de serre », a aussi des effets – positifs ou négatifs – sur la ressource en eau, la biodiversité, l'emprise territoriale. La phase de production agricole représente la proportion la plus importante de la plupart de ces impacts, selon une approche « cycle de vie » de la chaîne alimentaire prenant en compte la production agricole, le stockage et la transformation des denrées alimentaires, leur transport, leur distribution, leur consommation et la gestion des déchets.

Les inventaires de cycle de vie des produits agricoles mettent en évidence des impacts très différents par kilogramme de produit, selon le type de denrée (produits végétaux ou animaux, type de viande), mais aussi selon le mode de production (plein champ ou sous serre chauffée, élevage extensif ou classique). Toutefois, chaque aliment, qui répond à des besoins nutritionnels différents et à des attentes économiques et sociales variées, peut avoir sa place dans une alimentation équilibrée.

Quel rôle peut jouer le consommateur ? Tout d'abord, il peut prendre conscience du lien entre son alimentation et l'environnement. Une première action simple et économique consiste à limiter le gaspillage alimentaire, qui représente environ 30 kilogrammes par personne et par an d'aliments jetés : autant d'aliments qu'il a fallu produire, transformer, stocker. Par ailleurs, il peut faire évoluer son régime alimentaire : la surconsommation alimentaire, l'alimentation de type occidental très riche en produits animaux, sucres et graisses, la consommation d'alcool ou de boissons sucrées, augmentent l'empreinte environnementale de la consommation alimentaire, mais constituent également des facteurs de risque pour la santé. Enfin, le consommateur peut favoriser certains modes et lieux de production, en sélectionnant des produits portant des labels reconnus, et en évitant les fruits et légumes hors saison.

Sarah Martin et Vincent Colomb, ADEME

le partage de l'effort. Cette réduction des émissions agricoles serait obtenue à un prix compris, à l'équilibre, entre 30 et 40 euros par tonne d'équivalent dioxyde de carbone.

En outre, l'efficacité ne doit pas être évaluée à l'aune des conséquences sur le seul secteur agricole. L'atténuation obtenue dans le secteur agricole pourrait se substituer en partie aux actions les plus coûteuses dans les autres secteurs de l'économie, permettant de réduire les coûts totaux d'atténuation. Ainsi, l'extension du marché du carbone européen aux émissions agricoles permettrait de réduire de 30 pour cent le coût d'atténuation consenti par les autres secteurs de l'économie (soit une économie annuelle de plus de deux milliards d'euros) pour le même objectif global de réduction des émissions à l'horizon 2020.

La participation de l'agriculture à l'atténuation peut également passer par la fourniture de biomasse, source d'énergie. À la faveur de prix élevés de l'énergie, les biocarburants sont apparus au cours des années 2000 comme un moyen de diversifier l'offre énergétique tout en assurant des débouchés aux agriculteurs et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports. Toutefois, les effets indirects du développement des biocarburants sur les changements d'usage des sols ont remis en cause le bilan net en termes d'émissions (*voir l'encadré ci-contre*). Au-delà de cette controverse, il apparaît que les liens complexes entre atténuation de gaz à effet de serre et usages des sols peuvent avoir des effets opposés en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Cela nécessite de prendre en compte simultanément l'ensemble des usages des sols (notamment l'agriculture et la forêt) dans les modèles économiques.

Les résultats confirment l'importance des instruments économiques pour inciter les exploitants à modifier leurs modes de production et, ce faisant, à réduire leurs émissions au meilleur coût pour l'ensemble de la société.

Sans de telles incitations, le coût total de l'effort peut apparaître trop important, favoriser l'inaction, alors même que des potentiels d'atténuation existent.

L'agriculture et la forêt sont influencées par le climat. Les projections faites à différents horizons sont conditionnées par les techniques que l'on connaît aujourd'hui, mais que l'on fait évoluer pour en améliorer l'efficacité. Ainsi, au prix d'un effort de recherche soutenu, la consommation d'énergie par unité de service rendu décroîtra.

En agriculture, par exemple, on anticipe une plus grande efficacité

dans l'utilisation des intrants (énergie, engrais, produits phytosanitaires, semences, irrigation), dans le cadre d'une agriculture raisonnée. Dans les modèles conçus pour être plus favorables à l'environnement, on travaille sur les systèmes où les intrants sont limités. En revanche, les modélisations sont plus compliquées quand il s'agit de prévoir l'apport des progrès de la génétique, du développement des OGM, de la mise au point de nouvelles variétés. Ce champ de l'adaptation relève pour une part des politiques de recherche et de développement. Or,

### Les biocarburants en question

La contribution des biocarburants de première génération à l'atténuation des changements climatiques suscite, depuis plus de cinq ans, de vifs débats dans la communauté scientifique et dans les milieux politiques. Ce potentiel a été évalué par des analyses dites en cycle de vie qui comptabilisent les émissions de gaz à effet de serre de la phase de production jusqu'à la phase de consommation. Toutefois, il a été estimé de façon incomplète, car il ne considère pas les effets indirects du développement de ces filières. En effet, comme la demande de matières premières agricoles utilisées pour produire des biocarburants augmente, cela entraîne une tension sur les marchés, une hausse des prix, une incitation à produire, et donc potentiellement la conversion en terres agricoles de parcelles initialement non destinées à de tels usages. Ce changement d'usage libère le carbone stocké dans les sols et dans la biomasse qui s'y était développée.

Le calcul de ces quantités de carbone libéré, combiné au bilan des biocarburants, est complexe et confronté à des incertitudes. Il fait appel à divers modèles, notamment économiques. Les différentes estimations de ces émissions réalisées à travers le monde sont variables, et le bilan en termes de gaz à effet de serre libéré par ces filières peut être notablement dégradé, comme le confirme l'évaluation réalisée en 2012 par l'INRA à la demande de l'ADEME. D'après la moitié des évaluations publiées, en tenant compte des émissions liées aux changements d'usage des sols, on constate que les émissions liées à l'usage des biocarburants de première génération seraient supérieures à celles des carburants fossiles. Les recherches sont à poursuivre pour préciser ces bilans et identifier des voies d'amélioration. Au-delà des biocarburants, il conviendra d'intégrer les émissions de gaz à effet de serre liées aux effets indirects des différentes politiques d'usage des sols, par exemple les autres cultures énergétiques, le développement de l'élevage ou encore l'urbanisation des terres agricoles.

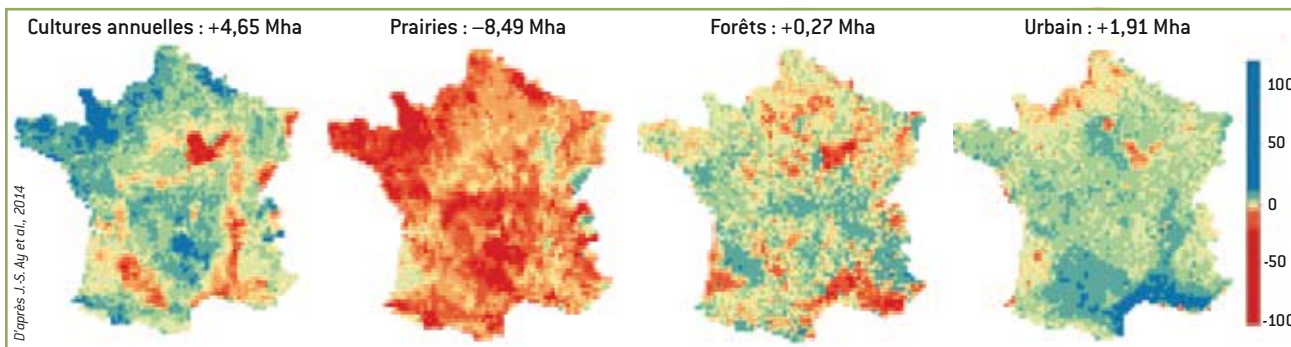
Antonio Bispo, ADEME



La canne à sucre peut être utilisée pour produire des biocarburants.

SassyWitch-Studio / Shutterstock





Variations d'usage des sols prévues d'après l'un des scénarios utilisés pour modéliser les conséquences du changement climatique. Ces variations représentent l'évolution prévue entre 2003 et 2053 des surfaces dédiées à quatre usages [de gauche à droite : les cultures annuelles, les prairies, les forêts et les zones urbanisées]. Sur ces cartes, les surfaces sont exprimées en dizaines d'hectares par maille de 12 kilomètres sur 12.

sous l'effet du changement climatique, les exploitants agricoles (tout comme les autres agents économiques), adapteront leur pratique agronomique aux nouvelles conditions, comme ils s'adapteraient à tout changement de politique publique. Ce changement se fera de façon autonome, et sera difficile à intégrer dans les modèles économiques globaux.

### L'économie de l'adaptation

En 2013, David Leclère et ses collègues, de l'INRA et du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, ont mis en évidence les effets d'une adaptation autonome des exploitations agricoles à l'échelle de l'Union européenne dans deux scénarios climatiques. Les productions des terres agricoles et leur localisation changeraient, ainsi que les émissions agricoles de gaz à effet de serre, avec une évolution marquée des besoins en eau. Il n'est pas exclu qu'aux conditions actuelles de prix, les agriculteurs européens bénéficient de ces évolutions. C'est même le scénario associé à la hausse la plus marquée des températures qui semble le plus favorable. Au Sud comme au Nord, la disponibilité de la ressource en eau pourrait devenir l'enjeu principal. Inévitablement, se posera le problème de l'accès à la ressource en eau au bon endroit et au bon moment. Par ailleurs, avec l'augmentation de la demande alimentaire, les prix agricoles pourraient augmenter, comme on l'observe déjà depuis quelques années. Favorable dans un premier temps aux producteurs, cette évolution sera freinée par une augmentation des prix des intrants.

Les impacts du changement climatiques sur les conditions de pro-

duction sont susceptibles de modifier les revenus issus des différents usages des sols, qu'ils soient agricoles, forestiers, mais aussi urbains. Au-delà des impacts sur les systèmes agricoles et forestiers, les modifications du climat auront des conséquences sur les marchés fonciers et sur l'usage des sols. C'est ce qu'ont étudié Jean-Sauveur Ay et ses collègues de l'INRA. À partir de données historiques sur les usages des sols français, ils ont évalué les liens entre les revenus espérés de cinq usages (cultures annuelles, prairies, forêt, cultures pérennes et usage urbain) et les conditions climatiques. Leurs résultats indiquent que le changement climatique à l'horizon 2050 modifierait notablement les usages en France (voir la figure ci-dessus). Ils font apparaître une diminution des prairies (perdant environ 8,5 millions d'hectares) au profit de cultures annuelles (gagnant près de 5 millions d'hectares). Les prairies stockant d'importantes quantités de carbone, de telles évolutions auraient des conséquences notables sur les émissions dues aux usages des sols.

Ainsi, en s'adaptant, les systèmes vont modifier de façon sans doute notable, à la baisse ou à la hausse, les émissions de gaz à effet de serre. On estime que, chez beaucoup d'exploitants

agricoles européens, la hausse des rendements pourrait se traduire par une hausse des émissions d'oxyde d'azote,  $N_2O$ , liées à l'augmentation de l'utilisation d'amendements azotés. Cela influera sur les stratégies d'atténuation, qui sont elles-mêmes susceptibles d'engendrer une dynamique d'adaptation.

Cette dynamique dépend en grande partie de celle des émissions et de leur effet retardé sur le climat. Les gaz à effet de serre, avec des temps de présence dans l'atmosphère et des influences différents, contribuent à rendre cette dynamique complexe à analyser. Du point de vue économique, il faut aussi comparer les efforts et les bénéfices réalisés aujourd'hui à ceux qu'il faudrait consentir demain si l'on attend.

Mais la complexité ne doit pas servir de prétexte à l'inaction. Si l'on connaît les difficultés à mettre en œuvre la régulation d'une pollution, même quand elle est aussi simple à caractériser que celle des eaux naturelles par les nitrates, et quelle que soit la confiance que l'on puisse avoir dans le progrès technique, un principe élémentaire de précaution devrait nous obliger à agir rapidement pour limiter les conséquences localement incertaines, et globalement importantes, du changement climatique.

### Bibliographie

- J.-S. Ay et al., *Integrated models and scenarios of climate, land use and common birds dynamics*, *Proceedings of the Global Land Project*, 2nd Open Science Meeting, Berlin, 2014.  
D. Leclère et al., *Farm-level autonomous adaptation of European agricultural supply to climate change*, *Ecological Economics*, vol. 87, pp. 1-14, 2013.  
S. De Cara & P.-A. Jayet, *Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions from European agriculture, cost-effectiveness, and the EU non-ETS Burden Sharing Agreement*, *Ecological Economics*, vol. 70(9), pp. 1680-1690, 2011.  
WRI [2014] : <http://cait2.wri.org/profile/World>  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fr\\_RMS\\_2013\\_.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Fr_RMS_2013_.pdf)