

INSTALLATION DU BUREAU POUR L'ANNÉE 2011

Discours de Monsieur Bernard Saugier

Président sortant¹

CHANGEMENT CLIMATIQUE : QUE FAIRE ?

Introduction

Notre compagnie a étudié en 2005 les interactions entre le cycle du carbone et la production végétale, en 2007 les conséquences d'un changement climatique sur le cycle de l'eau et sur les forêts, et cette année nous avons eu une séance mettant en cause le changement climatique dans le plafonnement du rendement des céréales constaté depuis une décennie. Mais nous avons encore peu regardé le rôle des activités humaines dans le changement climatique. En particulier, quelle est la part des activités agricoles et sylvicoles, et que faudrait-il faire pour diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre ? Mais tout d'abord, que sait-on ou ne sait-on pas de l'effet de serre, et pourquoi est-ce devenu un sujet majeur de préoccupation pour la communauté internationale ?

Effet de serre

Tout corps céleste échange de l'énergie par rayonnement. Une planète absorbe le rayonnement solaire et émet dans l'espace un rayonnement lié à sa température de surface. Ce rayonnement thermique est entièrement dans l'infrarouge (entre 4 et 50 μm pour la Terre). Pour une planète sans atmosphère comme la Lune, le rayonnement émis est égal au rayonnement solaire absorbé en surface. Pour la Terre qui possède une atmosphère, le rayonnement émis en surface est en partie absorbé par les gaz de son atmosphère qui ont des bandes d'absorption entre 4 et 50 μm . Le rayonnement infrarouge absorbé par l'atmosphère est réémis vers l'espace et vers la surface, ce qui la réchauffe. C'est ce réchauffement lié à la présence d'une atmosphère qu'on appelle effet de serre. Les gaz responsables de cet effet ont des molécules d'au moins 3 atomes : H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O etc. Les gaz les plus communs comme l'azote N_2 et l'oxygène O_2 absorbent très peu entre 4 et 50 μm et ne sont donc pas des gaz à effet de serre.

Gaz à effet de serre

En absence de modification de l'atmosphère par les activités humaines, on parle d'effet de serre « naturel » ; le gaz principal est la vapeur d'eau qui avec les nuages représente plus des 2/3 de cet effet de serre, le CO_2 intervenant pour environ 1/4 et les autres gaz pour une très faible fraction.

¹ Président de l'Académie d'Agriculture de France pour l'année 2010, Professeur honoraire à l'Université Paris-Sud, Laboratoire d'Écophysiologie végétale, 91405 Orsay cedex. Courriel : Bernard.Saugier@u-psud.fr
C.R.Acad. Agric. Fr., 2011, 97, n°1. Séance du 5 janvier 2011.

Depuis 1750 environ et surtout depuis 1900, il y a eu une augmentation significative des concentrations de certains gaz, principalement le CO₂, mais aussi le méthane CH₄, l'oxyde nitreux N₂O et des composés de synthèse comme les fluorocarbures. Comme les bandes d'absorption de ces molécules s'élargissent quand leur concentration augmente, il en résulte une augmentation de l'opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et donc de l'effet de serre. On parle alors de l'effet de serre anthropogénique. L'effet de serre naturel peut être exprimé approximativement comme la différence entre le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, et le rayonnement infrarouge émis au niveau de la tropopause par la partie supérieure de l'atmosphère. Ce chauffage par effet de serre, appelé forçage radiatif, est nul sur la Lune sans atmosphère, et vaut en moyenne 150 W m⁻² sur la Terre. Les chercheurs en spectroscopie savent calculer l'accroissement de ce chauffage par une augmentation de concentration des gaz à effet de serre, en combinant le spectre d'absorption du gaz et le spectre d'émission du rayonnement terrestre infrarouge. Ceci permet de comparer les effets instantanés des émissions des divers GES. Mais les divers gaz n'ont pas la même durée de vie dans l'atmosphère, cette durée étant calculée comme le rapport entre le stock de gaz dans l'atmosphère et les émissions anthropogéniques annuelles. On préfère calculer l'effet cumulé de l'émission d'un gaz sur une durée de plusieurs décennies, compatible avec ses effets ressentis par la communauté humaine. La période de 100 ans est celle retenue habituellement, et le CO₂ est le gaz de référence.

Tableau I. Potentiel de réchauffement global de gaz à effet de serre

Gaz	Durée de vie	Potentiel de réchauffement global		
	(ans)	20 ans	100 ans	500 ans
Gaz carbonique	100	1	1	1
Méthane	12	72	25	7,6
Oxyde nitreux	114	289	298	153
Tétrafluorure de carbone	50 000	5 210	7 390	11 200

On convient en général d'exprimer tous les gaz en « équivalent CO₂ » : une augmentation de concentration d'un gaz est convertie en une augmentation équivalente de concentration en CO₂. Le CO₂ est un gaz relativement abondant (385 ppm ou parties par million en volume en 2007) par rapport au méthane (1,7 ppm) ou à N₂O (0,3 ppm). Par suite les bandes d'absorption du CO₂ absorbent déjà tout le rayonnement thermique de la terre dans le centre de ces bandes, et c'est seulement sur leur bord qu'il y a augmentation d'absorption. C'est moins vrai pour CH₄ et encore moins pour N₂O. Par ailleurs, un gaz à relativement faible durée de vie comme le méthane, qui s'oxyde en CO₂, voit son effet s'atténuer avec le temps, tandis qu'un gaz très stable comme le tétrafluorure de carbone voit au contraire son effet augmenter avec le temps (relativement au CO₂). Ainsi à 100 ans une molécule de CH₄ supplémentaire vaut 25 molécules de CO₂ (298 CO₂ dans le cas de N₂O).

Calcul de l'effet de serre anthropogénique et conséquences climatiques

Une augmentation de l'effet de serre accroît le rayonnement atmosphérique renvoyé vers la surface de la Terre. Connaissant les spectres d'absorption du CO₂ et le spectre d'émission du rayonnement terrestre, on a pu ainsi calculer qu'un doublement de la teneur en CO₂ par rapport à sa valeur pré-industrielle augmentait de 3,7 W m⁻² le chauffage par effet de serre (environ 150 W m⁻² en l'absence d'activités humaines). Cet effet est accepté par tous les physiciens, même si les spécialistes discutent encore de la précision de ce chauffage additionnel. La question suivante est : quelle en est la conséquence pour la température de surface ? Il est clair que l'effet va dans le sens

du réchauffement, mais ce réchauffement a des conséquences multiples. D'abord un réchauffement des océans augmente l'évaporation et la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère, ce qui renforce le réchauffement puisque la vapeur d'eau est un gaz à effet de serre (rétroaction positive). Ensuite un réchauffement diminue la surface continentale couverte de neige, en la remplaçant par des roches, du sol nu ou de la végétation ; ces surfaces absorbent davantage le rayonnement solaire que la neige, ce qui renforce encore le réchauffement (2^{ème} rétroaction positive). Enfin ces effets modifient la couverture nuageuse, d'une façon difficile à modéliser : une augmentation des nuages bas (type cumulus) provoque un refroidissement (rétroaction négative), car l'effet d'écran qu'ils opposent au rayonnement solaire est plus important que l'augmentation du chauffage par effet de serre ; par contre une augmentation des nuages élevés (type cirrus ou stratus) a l'effet inverse et renforce le réchauffement (3^{ème} rétroaction positive). Les divers modèles de climat ont une sensibilité variable de la température de surface à l'augmentation de l'effet de serre, principalement à cause de leurs différences dans le traitement des nuages. Mais tous prévoient un réchauffement, plus ou moins important.

Il est relativement aisé de calculer le chauffage radiatif provoqué par l'effet de serre anthropogénique entre 1750 et l'actuel, car on connaît bien les concentrations actuelles de gaz à effet de serre, et on connaît les concentrations passées grâce aux travaux des glaciologues qui ont analysé la composition de bulles d'air ancien conservé dans la glace de l'Antarctique. Les dernières estimations donnent ainsi un chauffage additionnel de $2,6 \text{ W m}^{-2}$; il faut retrancher environ 1 W m^{-2} pour tenir compte de l'effet refroidissant des aérosols et des fumées (carbone noir), ce qui donne $1,6 \text{ W m}^{-2}$. Le réchauffement de la surface de la Terre de 1906 à 2005 est estimé à $0,74 \text{ }^\circ\text{C}$. La sensibilité climatique peut alors être estimée à $0,74/1,6$ ou $0,46 \text{ }^\circ\text{C}$ pour 1 W m^{-2} , ce qui se situe dans la fourchette basse des valeurs prédites par les modèles climatiques. Ces modèles prévoient pour le 21^{ème} siècle un réchauffement moyen situé entre $1,8$ et $4 \text{ }^\circ\text{C}$ selon les modèles et les scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Même si on parvenait aujourd'hui à stabiliser les concentrations de GES, on aurait tout de même un réchauffement de $0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ à cause de l'inertie du système, principalement des océans.

Le réchauffement accélère le cycle de l'eau en augmentant l'évaporation des océans ; par suite les précipitations augmentent globalement, mais de façon inégale, avec des risques accrus tant de sécheresse que d'inondation. Le réchauffement provoque aussi la dilatation des océans et la fonte des glaciers continentaux, élevant le niveau des mers (de $0,2$ à $0,6 \text{ m}$ en 2100, selon les estimations). Les suivis récents des glaciers suggèrent que cette élévation est probablement sous-estimée.

Les conséquences de ce changement climatique seront sans doute bénéfiques pour quelques pays nordiques comme la Russie et le Canada, leur permettant d'étendre leur zone de cultures vers le nord. Mais elles seront sans doute désastreuses pour nombre de pays tropicaux, pour les zones côtières déjà soumises aux inondations (Bangladesh, Indonésie) et pour les pays qui verront se renforcer les périodes de sécheresse, sans qu'on puisse affirmer avec certitude quelles sont ces régions. Le problème est moins le réchauffement en soi que le manque d'eau pour l'agriculture et l'alimentation : la population humaine est en 2010 de 6,8 milliards, elle va passer à plus de 9 milliards en 2050 avant de se stabiliser, et le réchauffement tend à diminuer la production agricole globale, alors qu'il faudra l'augmenter de 70% d'après la FAO pour assurer une bonne alimentation à tous les habitants d'ici 2050.

Si les dommages l'emportent largement sur les bénéfiques, il est prudent de limiter ce réchauffement, et par suite la concentration des gaz à effet de serre. Cela implique une forte diminution des émissions, ce qui représente un effort gigantesque. A ce stade, on peut se poser plusieurs questions : Ces prévisions sont-elles fiables ? Si oui, que peut-on faire ? Comment y parvenir ?

Pour répondre à ces questions, le **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC)** a été créé en 1988 par l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) et par le PNUE (Programme des Nations-Unies sur l'Environnement). Il comporte trois groupes de travail étudiant respectivement :

1. les aspects scientifiques du système climatique et de l'évolution du climat,
2. la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et naturels aux changements climatiques, les conséquences négatives et positives de ces changements et les possibilités de s'y adapter,
3. les solutions envisageables pour limiter les émissions de gaz à effet de serre ou atténuer de toute autre manière les changements climatiques.

Il s'y adjoint une équipe spéciale chargée de mettre en œuvre le Programme du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Le GIEC a publié 4 séries de rapports à ce jour, en 1990, 1995, 2001 et 2007. Chaque rapport est le résultat de consultations de plusieurs milliers de chercheurs, et est accompagné d'une vaste liste de références. On trouve ces rapports en ligne sur le site www.ipcc.ch en anglais dans leur version complète et en français pour les résumés techniques et les résumés à l'usage des décideurs. C'est en 1995 qu'on trouve dans le rapport du groupe I la phrase « Un faisceau d'éléments suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le climat global » ; cette phrase a permis de faire bouger la communauté politique internationale. Certains aspects scientifiques sont encore discutés au sein du GIEC ou à l'extérieur, mais la très grande majorité des scientifiques compétents dans le domaine est en accord avec les conclusions du GIEC. Si les prédictions du GIEC sont réalistes, que peut-on faire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, et en particulier du CO₂ (le principal responsable, produit par la combustion du charbon, du pétrole et du gaz naturel) ?

Le protocole de Kyoto a été la première tentative internationale dans ce sens. Il est issu de la convention-cadre des Nations-Unies sur le changement climatique, signée à Rio en 1992 et ratifiée depuis par 189 pays dont les Etats-Unis et l'Australie. Cette convention prévoit de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre à un niveau « qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ».

Le protocole de Kyoto va plus loin en proposant un calendrier de réduction des émissions des six gaz à effet de serre considérés comme responsables du réchauffement climatique des cinquante dernières années. Il prévoit une réduction de 5,2 % des émissions de CO₂ de 1990 à 2010 (période 2008-2012) de 38 pays industrialisés ; cette réduction est modulée par pays, selon le degré de développement déjà atteint. Le protocole a été rédigé fin 1997 et est entré en vigueur en 2005, ratifié par 172 pays à l'exception notable des Etats-Unis. Pour faciliter la réalisation de ces objectifs, le protocole de Kyoto prévoit, pour ces pays, la possibilité de recourir à trois mécanismes dits « de flexibilité » en complément des politiques et mesures qu'ils devront mettre en œuvre au plan national :

1. *Le mécanisme des permis négociables* vise à encourager le plus rapidement possible l'amélioration des systèmes de production les plus polluants et les moins efficaces. Plusieurs marchés de permis d'émission ont été mis en place à l'échelle d'entreprises, de groupes d'entreprises, ou d'États. Un système européen d'échanges de permis a vu le jour en 2005. À partir de 2008, il devait s'insérer dans le marché mondial prévu dans le Protocole de Kyoto.
2. *Le mécanisme de développement propre (MDP)* appuie le développement économique des pays en développement (PED) en adoptant des méthodes de production plus « propres ». Il associe un pays industrialisé et un PED, les crédits carbone économisés par la mise en

oeuvre d'une technologie plus propre sont partagés entre le pays qui la finance et le pays bénéficiaire. Jusqu'à maintenant, la Chine et l'Inde sont les deux principaux vendeurs, l'Afrique étant restée largement absente avec moins de 3 % des crédits vendus.

3. *La mise en œuvre conjointe* (MOC) est un mécanisme de financement de projets ayant pour objectif premier le stockage de carbone ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il concerne les projets industriels ou forestiers visant à lutter contre l'effet de serre et lancés tout particulièrement par la Russie et les pays d'Europe centrale et orientale. Ces projets permettent de générer des crédits d'émission de gaz utilisables par les investisseurs.

Kyoto imposait des objectifs contraignants de limitation des émissions aux seuls pays industrialisés, alors que la plus forte croissance des émissions a lieu dans les pays émergents comme la Chine. Il est apparu progressivement que les conséquences négatives du changement climatique allaient frapper les pays du sud plus que les pays du nord, d'où l'importance de limiter les émissions, mais sans compromettre la croissance, qui doit être d'autant plus forte que le pays est pauvre. Les sommets de Copenhague en 2009 puis de Cancun en 2010 ont tenté de donner une suite au protocole de Kyoto, et des avancées significatives ont été faites, grâce à l'implication croissante des pays en développement, notamment du Mexique où se tenait la conférence, et de l'Inde, et avec l'aval de la Chine. Plusieurs points ont ainsi été obtenus :

1. les pays en développement (jusqu'ici non concernés directement) décident eux-mêmes des réductions possibles et acceptent de publier tous les deux ans leurs émissions de GES avec une vérification faite de manière indépendante, et ils bénéficieront d'aides pour leurs programmes d'adaptation au changement climatique,
2. les pays industrialisés vont s'engager sur une nouvelle période du protocole de Kyoto avec des objectifs contraignants de réduction des émissions (et publication annuelle des émissions),
3. un fonds d'action pour le climat est prévu pour aider les pays en développement notamment pour utiliser des technologies plus propres (30 milliards de dollars par an d'ici 2012, 100 milliards par an prévus à partir de 2020),
4. un programme important est créé pour lutter contre la déforestation et la dégradation des forêts (REDD).

Faut-il dès lors se montrer optimiste ? On est encore très moins d'agir à la mesure de la menace : l'objectif affiché depuis quelques années est de ne pas dépasser un réchauffement de 2 °C (calculé selon les cas à partir de 1750 ou de 2000). Le GIEC a montré que pour atteindre cet objectif, il fallait réduire de moitié les émissions globales, et partant de diviser par 4 voire 5 celles des pays industrialisés (qui ont une part massive dans le cumul des émissions à ce jour). Comment y parvenir ?

Pour inciter les pays industrialisés à réaliser les changements nécessaires, certains économistes ont tenté d'évaluer les dommages associés aux conséquences du changement climatique en cas de laisser-faire, et les coûts liés à la réduction des émissions.

Le rapport Stern (paru en 2006, révisé en 2008) est probablement le rapport le plus influent fait par un économiste sur les effets néfastes du changement climatique et les moyens de les prévenir. L'objectif affiché est de limiter le réchauffement à environ 2 °C depuis 2000, et pour cela

de stabiliser la concentration en gaz à effet de serre entre 450 et 550 ppm d'équivalent CO₂¹. Il indique que pour atteindre cet objectif, il faut baisser les émissions globales de 25% en 2050 par rapport à 2000, et de plus de 80% à plus long terme. Il estime le coût des dommages dus au changement climatique entre 5 et 20 % du PIB global dans la seconde moitié du 21^{ème} siècle, et à 1% du PIB le coût de la prévention nécessaire pour atteindre l'objectif ci-dessus. Il est donc dans l'intérêt collectif de prendre dès maintenant des mesures à hauteur de l'enjeu. Des évaluations ultérieures, y compris par Stern lui-même, trouvent que ce rapport a sous-estimé la croissance des émissions, et que donc l'effort à consentir pour les diminuer doit être encore plus important, soit jusqu'à 2% du PIB actuel. A titre indicatif, le PIB global était de 54 000 milliards de dollars US en 2007 (source : banque mondiale), 1% représente donc 540 milliards de dollars, à renouveler chaque année pendant plusieurs dizaines d'années. Pour la France 1% représente 26 milliards de dollars ou 19 milliards d'euros.

Quelques moyens de prévention sont cités dans le résumé du rapport :

1. Une augmentation de l'efficacité énergétique (isolation des bâtiments, meilleur rendement des moteurs),
2. une diminution de la déforestation qui compte pour 18% des émissions de GES,
3. le piégeage du CO₂ dans les centrales thermiques produisant de l'électricité,
4. des améliorations dans les transports (plus difficiles mais nécessaires).

On peut y ajouter l'utilisation intensive de l'énergie solaire. Avec une technologie existante, on peut concentrer le rayonnement direct sur des tubes absorbants, porter un liquide caloporteur à plus de 400 °C pour ensuite chauffer de l'eau et produire de l'électricité avec une turbine à vapeur. 2% de la surface du Sahara permettraient par cette technique de produire l'ensemble de l'électricité consommée dans le monde².

Le coût social des émissions de GES dans l'atmosphère est estimé à 85 \$/t (CO₂), soit environ 24 centimes d'euro par litre de gazole ou d'essence. Le CO₂ se négocie en bourse depuis 2006, à un prix initial de 25 \$/t (CO₂), passé à 28 \$/t en 2008 et redescendu à 16,5 \$/t en 2009 du fait de la crise. Les ¾ des échanges (144 milliards de dollars en 2009 pour 8.7 Gt de CO₂ eq) ont lieu dans la communauté européenne.

Le rapport Stern a été critiqué par les partisans d'une économie libérale qui pensent que nos enfants et petits-enfants auront des moyens financiers et technologiques supérieurs aux nôtres et qu'il est donc inutile d'appauvrir les sociétés actuelles pour un bénéfice futur incertain et pouvant être atteint plus efficacement avec les technologies futures. Ils se fondent sur l'idée d'un taux d'actualisation (équivalent d'un taux d'intérêt) autour de 4% par an. Une somme d'un euro placée à 4% rapporte 54 euros après 100 ans, il faut donc selon eux prouver qu'un euro investi aujourd'hui va économiser plus de 54 euros dans un siècle. C'est un calcul incertain puisqu'avec un taux d'actualisation plus réaliste de 2%, un euro en rapporte seulement 7 après 100 ans.

Il reste à organiser la transition entre une économie basée sur l'utilisation de combustibles fossiles, et une économie basée sur des énergies renouvelables comme le soleil, le vent, les vagues ou les marées. C'est un défi redoutable qui doit être relevé d'abord par les pays industrialisés, responsables de l'essentiel des émissions cumulées depuis le début de l'ère industrielle. Mais les autres pays devront aussi faire des efforts. Les pays émergents ont des émissions en forte

¹ Les divers gaz à effet de serre n'ayant pas la même absorption dans l'infrarouge, on ramène leur concentration à une concentration équivalente en CO₂, qui produit la même absorption. Le CO₂ seul avait une concentration de 385 ppmv en 2008. Avec les autres GES, la concentration monte en 2008 à 420 ppm de CO₂-eq

² Jacques G. et Saugier B., 2008. Les puits de carbone. Editions Lavoisier, Paris

croissance, ainsi la Chine, qui développe beaucoup l'utilisation du charbon, a dépassé les USA en émissions globales de CO₂.

On le voit, il s'agit bien là d'un problème d'environnement global, puisque les émissions de quelques pays affectent le climat global. Il s'agit d'établir de façon équitable entre les pays les responsabilités et les charges, ce qu'a commencé à faire le protocole de Kyoto qui devra être suivi de recommandations pour les pays émergents. C'est une excellente occasion pour établir une gouvernance mondiale en matière d'environnement et de partage des ressources naturelles. Mais pour qu'une instance internationale soit efficace, il faut une pression des citoyens sur leurs décideurs. Cette pression sera elle-même crédible s'il existe des solutions techniques (c'est le rôle des scientifiques) et si des groupes de citoyens commencent à les mettre en œuvre à l'échelle locale, par exemple en cherchant à réduire leur consommation d'énergie et de biens matériels par exemple.

Part de l'agriculture et de la sylviculture dans les émissions de GES

Le 4^{ème} rapport du GIEC (paru en 2007) donne des informations importantes sur les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Tableau II. Part de divers gaz dans l'effet de serre anthropogénique.

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gaz fluorés	Unités
Monde, 2004	76,7	14,3	7,9	1,1	%
France, 2008	74,2	10,2	12,3	3,1	%

On voit l'importance du CO₂, dont les émissions mondiales ont plusieurs origines : combustion de carbone fossile (56,6 %, déboisement 17,3 %, autres 2,8 %). Le GIEC fournit la répartition de ces émissions par secteurs : approvisionnement énergétique 25,9%, industrie 19,4%, transports 13,1%, bâtiments résidentiels et commerciaux 7,9%, déchets et eaux usées 2,8%, agriculture 13,5% et sylviculture 17,4%. Ainsi agriculture et sylviculture représentent 30,9%, près du tiers des émissions de gaz à effet de serre, l'agriculture étant liée principalement aux émissions de méthane CH₄ et d'oxyde nitreux N₂O et la sylviculture aux émissions de CO₂ liées à la déforestation.

La situation en France est résumée par secteurs dans le tableau III. Les émissions de GES s'élevaient en 2008 à 527 Mt d'équivalent CO₂. Les transports (domestiques seulement) représentent le quart des émissions, et la part agriculture - sylviculture avec 21% est comparable à celles de l'industrie et du résidentiel (chauffage, climatisation), devant celle de la production d'énergie (13%) et du traitement des déchets (2%). On remarque aussi une diminution de 6,4% des émissions globales de 1990 à 2008, inégalement répartie entre les secteurs : les transports et le résidentiel ont augmenté, l'industrie a fortement diminué, et le secteur agricole a diminué de près de 8% (moins de fertilisation, intensification de la production laitière...)

Tableau III. Emissions françaises de gaz à effet de serre en 2008, et évolution depuis 1990

	2008		Evolution 1990-2008
	Mt CO ₂ -eq	(%)	%
Transports	134,9	25,6	13,5
Agriculture et sylviculture	109,6	20,8	-7,8
Industrie manufacturière	103,2	19,6	-29,1
Bâtiments résidentiels et commerciaux	99,4	18,9	11,4

Approvisionnement énergétique	69,5	13,2	-11
Traitement des déchets	10,4	2	-17,7
Total hors UTCF³	527	100	-6,4

Comment peut-on réduire ces émissions dans le secteur qui nous préoccupe? Pour la sylviculture à l'échelle planétaire, les émissions de CO₂ proviennent du déboisement qui a lieu en grande majorité dans les forêts tropicales, la solution est donc de limiter au maximum le défrichement de ces forêts (dans la mesure où l'alimentation peut être assurée par des augmentations de rendement et non de surface agricole), et de reboiser les zones dégradées partout où c'est possible. C'est l'objectif du programme REDD (et REDD+) de l'ONU qui vise à réduire les émissions de GES liées à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement par des politiques appropriées, financées par les pays développés.

Les émissions de l'agriculture française concernent surtout N₂O pour 51% (dont 46% provenant des sols et 5% des déjections animales) et CH₄ pour 41% (dont 28% pour la fermentation entérique et 13% pour les déjections animales), et un peu CO₂ (8%) lié à la consommation des machines agricoles. Il s'y ajoute la fabrication d'engrais azotés : il faut entre une et deux tonnes de pétrole pour produire, transporter et épandre une tonne d'azote. Il y a aussi eu dans le passé des rejets de CO₂ liés à la diminution de la matière organique stockée dans les sols agricoles avec la généralisation du labour profond qui en facilite l'oxydation.

Comment peut-on réduire ces émissions ? Le GIEC indique plusieurs pistes intéressantes dans ce sens. Pour les pays où le déboisement est élevé, la meilleure solution est de réduire ce déboisement par une meilleure gestion forestière, et en améliorant la performance de l'agriculture sur les terres arables, ce qui permet de diminuer la pression sur le déboisement. On peut aussi recourir à des plantations d'arbres, comme cela est fait de façon massive en Chine et à une mesure plus modeste, dans certaines régions sahéennes (250 000 ha au Burkina Faso, 5 millions d'ha avec 200 millions d'arbres plantés au Niger). Les techniques de télédétection permettent de cartographier les changements d'affectation des terres et d'évaluer les gains ou pertes de carbone correspondants.

Pour les pays comme la France, on peut améliorer la gestion des terres arables et des pâturages afin de favoriser le stockage du carbone dans les sols, et remettre en état des sols tourbeux cultivés et des terres dégradées ; on peut améliorer la gestion du bétail et du fumier de manière à réduire les rejets de CH₄, et l'épandage d'engrais azotés afin d'abaisser les émissions de N₂O. On peut récupérer les déchets végétaux pour produire du méthane et rendre les exploitations neutres vis-à-vis des énergies fossiles, on peut aussi cultiver des biocarburants pour les substituer aux énergies fossiles.

Il n'est pas possible de détailler ces mesures dans un court exposé, mais le potentiel de réduction des émissions est élevé et va recevoir une attention croissante dans les années à venir. Le marché du carbone peut faciliter des conversions, à condition que le prix payé pour éviter l'émission d'une tonne de CO₂ (qui oscille entre 10 et 30 dollars US) soit revu à la hausse. A titre indicatif, 100 \$/t correspond à environ 0,3 euro par litre de carburant. Il s'est échangé 144 milliards de dollars de crédits carbone en 2008 d'après la banque mondiale.

Conclusion

Le changement global comprend toute modification de l'environnement planétaire provoquée par les activités humaines. Il comprend les changements de composition atmosphérique en gaz à effet de serre, les changements d'utilisation des terres, et le changement climatique qui en résulte. Les modèles d'évolution du climat contiennent encore une grande part d'incertitudes mais ils

³ UTCF = Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt (source : CITEPA)

convergent en indiquant tous un réchauffement global significatif qui est en accord avec le réchauffement mesuré particulièrement depuis 1980.

Malgré un effet positif de l'augmentation du CO₂ sur la production végétale, il semble raisonnable de garder ce réchauffement inférieur à 2 °C pour en limiter les conséquences sur les écosystèmes et les activités humaines. Cela impose de réduire de moitié les émissions globales de gaz à effet de serre, et donc des $\frac{3}{4}$ pour les pays industrialisés de façon à permettre aux pays en développement d'augmenter un peu leurs émissions. D'après le rapport Stern, cela est possible si on décide d'y consacrer de l'ordre de 1% du PIB, et cela permettra d'éviter de dépenser entre 5 et 10% du PIB dans l'avenir pour des mesures d'adaptation.

On ne pourra pas se passer de mesures d'adaptation, et les négociations de Cancun prévoient un fonds d'aide aux pays en développement aussi bien pour les mesures d'adaptation que pour celles visant à limiter les émissions. Le changement climatique est lié au problème de l'énergie et à celui de l'alimentation, c'est un problème global qui affecte tous les pays à des degrés divers. Le changement est réel mais involontaire, et demande des efforts de tous les pays et de toutes les populations. Ces efforts devront profiter à l'ensemble de la population et pas seulement aux plus riches, c'est un bel exercice de démocratie à l'échelle planétaire.

Je voudrais aussi dire que j'ai beaucoup appris à vos côtés au cours de cette année, sur les thèmes très divers de nos séances. Je voudrais à cette occasion remercier les secrétaires de section qui sont l'ossature de l'Académie, tous ceux qui ont organisé une séance ou présenté une contribution, et aussi ceux qui œuvrent quotidiennement pour notre rayonnement, à travers la bibliothèque (Emile Choné et Pierre Zert), la réalisation des comptes rendus (Christian Férault et Jean-Claude Mounolou), les aspects matériels avec Jean-Paul Lanly et Claude Sultana), l'association des amis de l'Académie avec son président Jacques Risse, le groupe communication avec Jean-François Colomer notre nouveau vice-président, et bien sûr notre secrétaire perpétuel Guy Paillotin. L'Académie se porte bien grâce à vous tous, héritière d'une longue tradition qu'il nous appartient de maintenir vivante et active. Je souhaite à mon successeur Jean-François Morot-Gaudry beaucoup de succès au seuil de cette année, et j'en profite pour vous souhaiter à tous une très bonne année 2011.

INSTALLATION DU BUREAU POUR L'ANNÉE 2011

Discours de Monsieur Jean-François Morot-Gaudry

nouveau Président¹

DÉVELOPPEMENT DURABLE ET AGRICULTURE

Monsieur le Secrétaire perpétuel,

Chères consœurs et chers confrères,

Vous m'avez fait un grand honneur en m'appelant à la présidence de l'Académie d'Agriculture de France. Je m'efforcerai d'accomplir cette charge de mon mieux. Il n'est pas facile de succéder à Bernard Saugier et à tous ceux qui l'ont précédé récemment. Je compte sur le soutien de notre Secrétaire perpétuel, Guy Paillotin. Nous nous réjouissons tous de son retour parmi nous. J'apprécie également le soutien des membres du Bureau, des Secrétaires de section, du personnel et de tous ceux qui se donnent sans compter et avec passion à la préparation du 250^{ème} anniversaire. Je n'oublie pas non plus les membres de la 4AF, les bibliothécaires, le Groupe « Communication », l'Association d'Histoire, les lecteurs et examinateurs d'articles, de rapports, de dossiers de bourses, etc., et toutes les personnes qui se dévouent pour le bon fonctionnement de notre Compagnie (organisation des visites, par exemple). Nous sommes dans une période de profonds changements, crises de toutes sortes, financière, économique, sociale, agricoles, mondialisation, place de la France dans le monde, etc. Tous ces changements doivent nous faire réfléchir, éventuellement nous amener à faire des propositions et à prendre position. Et pour cela, nous devons penser au rôle de notre Compagnie, aujourd'hui et demain, à son utilité au service de nos concitoyens.

Position stratégique et devenir de l'agriculture

L'agriculture se heurte actuellement à de graves problèmes. La France est particulièrement touchée par ces diverses crises. « SOS on coule », voilà l'appel des agriculteurs, éleveurs notamment, dans l'Ouest, première région de production animale de France où la situation est très préoccupante. En Normandie par exemple, en 2009, les revenus des agriculteurs ont chuté de près de 60% et en Bretagne de près de 50%. Dans le meilleur des cas, les agriculteurs peinent à dégager un petit Smic pour plus de 70-80 heures de travail par semaine. Ces constatations je les ai faites en interrogeant les jeunes agriculteurs-éleveurs du Léon. A court terme, un plan de sauvetage, en partie basé sur des nouveaux prêts, a été mis en place mais il faudra bien rembourser ; la situation s'aggrave. Devant cette situation, le ministre de l'Agriculture, Bruno Le Maire, suggère de repenser

¹ Directeur de recherche honoraire de l'INRA, laboratoire de la Nutrition azotée des Plantes, 78026 Versailles.
Courriel : morot@versailles.inra.fr

l'agriculture dans le contexte actuel, caractérisé par des crises à répétition et l'apparition de nouveaux défis économiques ou sociétaux internationaux.

Dans un contexte général d'instabilité des monnaies, de facteurs permanents de tension (déséquilibres offre/demande, flambée des prix des autres matières premières comme le pétrole), et de financiarisation accrue des marchés, la volatilité structurelle des prix agricoles s'est fortement renforcée, affectant directement les équilibres économiques et sociaux internationaux. Dans le domaine de la sécurité alimentaire, c'est à la volatilité non contrôlée des prix agricoles sur les marchés internationaux qu'il faut remédier de toute urgence. Christine Lagarde, la ministre française de l'Economie, l'a bien compris puisqu'elle a récemment rappelé l'urgence d'instaurer des mécanismes de régulation sur le marché des produits dérivés des matières premières, réputé hautement volatil.

Les prix agricoles ont beaucoup baissé ces cinquante dernières années mais ils vont être durablement orientés à la hausse dans l'avenir. Face à cette situation, les discours des économistes et des politiques changent profondément. Ils n'hésitent plus à mettre en cause le fait que la libéralisation des échanges améliorera le fonctionnement des marchés agricoles en diminuant la volatilité des cours. Désormais, ils soulignent fortement les dangers d'une libéralisation non régulée des échanges. La FAO, par exemple, se positionne clairement en faveur d'une régulation des marchés à terme agricoles pour éviter un développement massif et incontrôlé de la spéculation, comme cela s'est passé en 2008. Concomitamment, les eurodéputés ont adopté en juillet dernier un premier rapport sur l'avenir de la Politique agricole commune après 2013, présenté par George Lyon, eurodéputé libéral britannique. C'est un rapport de rupture qui montre que le Parlement européen considère à nouveau l'agriculture comme un secteur spécifique et stratégique, avec la nécessité de mettre en place une politique communautaire cohérente. Le constat est donc posé mais le plus difficile reste à faire. Il faut nécessairement définir les modalités pratiques d'application d'une nouvelle régulation des marchés agricoles internationaux, à la fois au niveau économique et politique. La Rédaction de Momagri, par exemple, préconise d'établir (i) une meilleure transparence de l'information à la fois sur les marchés physiques (les niveaux de stockage par exemple) et sur les marchés financiers (les marchés de gré à gré) ; (ii) une régulation « anti crises » (prévention et gestion des crises par l'instauration de mécanismes d'alerte, etc.) qui se distinguerait d'une régulation « purement économique » des marchés (action sur l'offre, les prix, etc.) ; et (iii) la mise en place d'une gouvernance mondiale spécifique aux marchés agricoles, dans le cadre du G20, complémentaire des institutions de Bretton Woods. On assiste depuis peu à une convergence des points de vue sur cette question, comme le prouve la position commune de la France et de l'Allemagne sur la nécessité de repenser la nouvelle PAC et d'en faire le ciment d'une Europe renouvelée.

Agriculture et Énergie

Un des grands problèmes de notre siècle sera de remplacer l'énergie fossile que sont le pétrole et le gaz par un autre type d'énergie plus durable. Depuis la sédentarisation de l'espèce humaine, la crainte majeure des hommes a toujours été de ne pas avoir assez de nourriture pour vivre ou survivre. Des famines de plus ou moins grande ampleur sont survenues tout au cours de l'époque historique. En France par exemple, la grande famine de 1693-1694 a fait plus d'un million de morts. A la fin du 19^{ème} siècle plus de 60 millions de morts ont été recensés en Inde et en Chine suite à une grande pénurie de nourriture. En URSS, la famine de 1921 a entraîné environ cinq millions de victimes, essentiellement dans la région Volga-Oural et en Ukraine. Plus récemment, la famine d'Ethiopie de 1984 s'est traduite par la disparition de plus d'un million de personnes. Si ces grandes famines sont devenues rares, il est estimé actuellement que près d'un milliard d'humains souffrent encore de malnutrition, majoritairement dans les pays en voie de développement mais également dans les sociétés dites évoluées. Toutefois, ce phénomène est plus le résultat, pour des raisons

économiques ou politiques, d'un abandon des cultures vivrières locales et d'une mauvaise répartition des denrées alimentaires que d'un problème de productivité. Il existe également un étonnant contraste dans nos sociétés où la crainte de l'obésité a supplanté celle de la famine comme premier problème alimentaire (conf. séance du 25 11 2010 au CESE).

L'agriculture, depuis un siècle, produit sans conteste plus et mieux. Entre 1960 et 2010, le volume de la production agricole a doublé et les rendements en blé ont été en moyenne multipliés par 4, voire plus. Ce changement, nous le devons pour beaucoup aux progrès agronomiques, génétiques et aux pratiques phytosanitaires. Nous le devons surtout aux hydrocarbures qui fournissent l'énergie d'une part pour le travail mécanique (traction, transport, etc.) et d'autre part pour la fabrication des engrais azotés. Un tracteur de 70 kW fournit le travail mécanique de 100 chevaux équivalant à 1 000 travailleurs manuels. Du fait de l'abondance et du faible prix du pétrole jusqu'à présent, le coût d'un kWh de travail musculaire d'un ouvrier payé au SMIC est 1 000 à 10 000 fois plus élevé que le coût d'un kWh issu d'un moteur à gazole détaxé. Le remplacement des ouvriers agricoles par des tracteurs a ainsi augmenté la productivité de l'agriculture occidentale par un facteur 100 à 200 et divisé le prix " réel" des aliments par 10 à 50. L'emploi massif des engrais azotés, d'origine chimique, qui représente la moitié de la consommation énergétique des cultures a permis de doubler également la production annuelle mondiale de céréales de 1960 à nos jours.

Suite à ces progrès, la productivité agricole a fortement augmenté, elle a été multipliée par 4 environ entre 1970 et 2000. La population active agricole, depuis la sortie de la dernière guerre, a été en revanche divisée en France par plus de 4 ou 8 si on ne prend en compte que les professionnels, ne représentant plus que 3 à 5 % de la population active. Ces progrès ont permis à l'agriculture française, depuis la fin de la guerre, de « sortir de la pénurie » et « d'assurer la sécurité alimentaire » de la nation. D'après J-M Jancovici (Jaune-Rouge, 2010), le coût de production " sortie d'exploitation " de ce que nous mangeons, sans inclure la transformation, le transport, les emballages, la distribution, la promotion, etc., ne dépasse probablement pas 2% à 3% de ce que nous gagnons. C'était 25% en 1930 et c'est 60% à 90% dans nombre de pays d'Afrique. Notre régime alimentaire contient pourtant trois fois plus de produits d'origine animale, à coût énergétique élevé.

A l'heure actuelle, la majorité de nos concitoyens a la conviction que la nourriture est et restera indéfiniment disponible dans les supermarchés, en quantités croissantes et à un prix réel sans cesse décroissant. Cependant des questions se posent. Que deviendront la productivité agricole occidentale et la "mondialisation des échanges agricoles" avec une énergie moins accessible et une population à nourrir passant, dans quelques années, de 6,4 milliards à 9 milliards environ ? Les pays à forte croissance démographique peuvent-ils intensifier indéfiniment leur agriculture sans appauvrir leurs sols et sans hydrocarbures à profusion et bon marché? Comment éviter la déforestation et la désertification pour augmenter les surfaces cultivées si la productivité diminue suite aux contraintes environnementales et sociétales? Sachant qu'il faut 7 à 10 fois plus de surface pour produire de la viande de boeuf et des laitages que des céréales, pouvons-nous lutter contre notre culture ancestrale de chasseurs pour nous limiter en viande si la raison écologique le demande ? Pouvons nous condamner les pays émergents à un régime végétarien ? Comment élaborer enfin des produits de substitution aux hydrocarbures fossiles (carburants, plastiques, solvants, fibres, etc.), produits qui seront inévitablement en concurrence avec la production alimentaire.

Nous entrons maintenant dans un siècle d'énergie chère. Jusqu'ici l'utilisation du pétrole sans compter permettait, au moins potentiellement, de nourrir toute la planète. Ce système n'est toutefois pas durable car les réserves en pétrole s'épuisent inexorablement et la demande ne faiblit pas, bien au contraire, suite, notamment à l'augmentation de la population mondiale et au changement des habitudes alimentaires. Aussi, devons-nous changer impérativement de concept de production agricole et nous orienter vers un modèle plus durable.

L'histoire entre l'agriculture et l'énergie est une vieille histoire et la recherche agronomique est sollicitée de manière pressante aujourd'hui pour affermir dans l'ordre technique et économique de nouveaux couplages entre agriculture et énergie. Les bio-carburants liquides permettront-ils de relever le triple défi alimentaire, énergétique et environnemental des années à venir ? Vont-ils accélérer le passage à des modes de production d'énergie plus durables ? Apparemment non. La production et les projets de recherche sur les bio-carburants soulèvent de nombreuses questions éthiques,, en particulier des questions relatives à la concurrence entre productions alimentaires et non alimentaires. On peut souhaiter que les bio-carburants puissent assurer tout ou partie de l'autosuffisance énergétique du monde agricole. Voilà une belle question d'éthique de la recherche. Je vous renvoie à ce sujet au rapport rédigé par quelques membres de notre Compagnie.

Agricultures durables

Qu'est-ce que le développement durable ? Le développement durable ou soutenable est celui qui "s'efforce de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs" (Rapport Brundtland, 1987). L'agriculture durable doit satisfaire les nécessités de santé individuelle et publique par une alimentation sûre, non toxique et de qualité, bien évidemment suffisante pour tous les citoyens, y compris les plus pauvres. Tout en étant économiquement rentable, l'agriculture durable doit limiter son impact sur la biodiversité, les sols, l'atmosphère et ne pas compromettre durablement le cycle et l'usage de l'eau, du carbone, et des éléments fertilisants (azote, potasse, phosphate, soufre, etc.). Elle doit aussi préserver les sites et les paysages et satisfaire les besoins d'espaces de détente et de loisir des citoyens.

Parmi les systèmes de production orientés vers le développement d'une agriculture durable, l'agriculture biologique (AB) est le seul qui soit, depuis les années 1990, labellisé, organisé et valorisé. Ce modèle qui a beaucoup d'adeptes actuellement, est toutefois critiquable. En l'état actuel des connaissances, devant la variabilité des résultats des études réalisées sur ce thème, on ne peut pas affirmer que la qualité des aliments issus de l'agriculture biologique soit globalement meilleure que celle des produits issus de l'agriculture conventionnelle. On y trouve parfois une teneur plus élevée en matière sèche et une plus grande concentration en molécules du métabolisme secondaire : composés isopréniques, phénoliques, alcaloïdes. Ces molécules sont à prendre en compte dans le cadre de réflexions plus générales sur cette catégorie de micro-constituants à effet plus ou moins reconnu en nutrition humaine. L'Académie a reconnu récemment les conclusions du rapport de l'AFSSA et de la centaine d'études publiées depuis sur le domaine (rapport 2010). Il en est de même de l'impact de l'agriculture biologique sur l'environnement. La comparaison de l'agriculture biologique avec l'agriculture conventionnelle est complexe et malaisée, la mise en œuvre des nécessaires expérimentations de comparaison entre systèmes étant difficile et lourde à mener. Toutefois, l'agriculture biologique qui reste sous la dépendance de fortes contraintes idéologiques et qui est généralement moins rentable que l'agriculture conventionnelle, peut être considérée comme pionnière et moteur de démarches en faveur de la durabilité. Elle peut servir de laboratoire pour la recherche agronomique et l'innovation en agriculture au sens général. Il faut donc profiter de la demande de la société et du soutien des gouvernements pour intensifier la recherche sur la diminution d'intrants, le développement de variétés encore mieux adaptées aux contraintes biotiques et abiotiques, le maintien de la fertilité des sols et le respect de la biodiversité, tant au niveau de la parcelle que du territoire.

Le « tout bio » n'étant pas aujourd'hui une option à retenir comme mode universel d'agriculture, car incapable de nourrir la planète, il faut trouver un compromis entre la nécessité de maintenir, voire d'augmenter, les rendements tout en préservant l'environnement. Cette recherche visant à améliorer les performances de l'agriculture biologique devrait permettre de développer une « agriculture intégrée » de productivité suffisante et durable, agriculture intégrée qui a déjà fait ses

preuves dans certaines situations, apportant les principaux avantages de l'agriculture biologique sans ses fortes contraintes. Depuis une vingtaine d'années, il existe, à côté des pratiques de l'agriculture conventionnelle qui dominent actuellement, des approches moins formalisées, dites d'"agriculture raisonnée", ou encore d'"agriculture de précision". Ces approches visent à optimiser l'usage des intrants et à gérer de manière intégrée des territoires ruraux, ressuscitant et adaptant des pratiques anciennes dont on a eu trop tendance à négliger le bien-fondé, comme l'agro-foresterie, le sylvo-pastoralisme et tous les systèmes fourragers intégrant les légumineuses, plantes économes en intrants. Plus récemment, les connaissances et les techniques nouvelles autorisent à imaginer et à innover pour développer une agriculture de plus en plus durable à haute valeur environnementale, agriculture intensive, écologiquement rentable (conf. séance du 25 11 2005 au CESE, Michel Griffon). L'INRA, par exemple, développe des recherches en agro-écologie, domaine de convergence entre l'agronomie et l'écologie où les connaissances des processus écologiques vont enrichir la recherche agronomique. Grâce aux connaissances acquises en méta-génomique par exemple, il est possible de relier la fertilité d'un sol à l'état de sa population microbienne. En intégrant ces connaissances aux pratiques agronomiques, il est envisageable de mettre au point des stratégies de travail du sol pour entretenir la fertilité tout en limitant les apports d'engrais.

Il n'existe pas de modèle unique de durabilité en agriculture. Une façon d'aborder la question de la durabilité de l'agriculture est d'opter, sans *a priori* idéologique, pour une démarche graduelle et progressive qui, thème par thème, objet par objet, critère par critère, indicateur par indicateur, analyse les symptômes de nouvelles situations dans l'agriculture et leurs conséquences sur l'ensemble de la société, en cherchant chaque fois à y remédier. Il existe dès aujourd'hui, et il existera encore plus demain, différents types d'agriculture durable. Cependant, il faut être conscient que, sur les moyen et long termes, ces orientations, valables aujourd'hui, devront être revues et complétées par d'autres au cours du temps afin que les activités agricoles demeurent à la fois "écologiquement saines, économiquement viables et socialement acceptables". L'enjeu en vaut la chandelle, car l'agriculture est l'activité qui a le plus d'impact potentiel sur les écosystèmes terrestres, occupant 60% du territoire national. L'agriculture doit participer à relever les défis écologiques qui sont les nôtres.

Avancées de la connaissance scientifique et agriculture durable

Ces quarante années ont été témoin d'une avancée fulgurante des connaissances en biologie sous tendue par une progression des techniques d'investigation du vivant. Ces connaissances et ces nouvelles technologies ont ouvert la voie à une amélioration génétique plus directe et plus rapide des animaux et des plantes. Le sélectionneur a désormais un accès direct au gène, à sa fonction et à sa spécificité. Il s'est affranchi aussi, en partie, des contraintes temporelles de l'amélioration traditionnelle. Il est possible d'apporter une fonction "à la demande". On élabore ainsi des maïs Bt résistants à la pyrale. C'est une approche pertinente, efficace et généralisable.

Cette technique, le génie génétique, a été toutefois la cible d'un faisceau d'incompréhension, d'amalgames et d'attaques multiples et passionnées, souvent irraisonnées. Elle est perçue tout d'abord comme une transgression d'un ordre biologique et idéologique, ce qui choque profondément les convictions philosophiques ou religieuses d'un grand nombre de nos concitoyens. De plus, les premiers OGM agricoles sont arrivés portés par les semenciers agrochimistes qui ne défendaient que leurs propres intérêts. En combinant brevets, semences et pesticides, ils ont rendu les acheteurs totalement dépendants de leurs produits. Enfin, en France et en Europe de l'Ouest, l'une des sources d'incompréhension provient sans doute d'une perception bénéfice/risque défavorable. On ne craint plus actuellement en France les famines. Les consommateurs voient bien dans les OGM l'intérêt des industriels et celui des agriculteurs mais pas le leur. En revanche personne n'a soulevé la moindre objection quand, fin 1996, les services vétérinaires ont lâché dans les forêts de l'Est de la France un vaccin recombiné, qui n'est autre qu'un organisme génétiquement

modifié, pour éradiquer la rage qui réapparaissait, véhiculée par les renards. Il faudrait pouvoir examiner les OGM un par un, distinguer ceux qui participent au bien public des autres, ce qui est devenu très difficile dans le climat actuel.

Il en résulte des conflits de pouvoir, économiques et politiques, dans lesquels les biotechnologies, ne sont que prétextes même si l'on feint de croire le contraire. Pour autant, il est inutile de décrédibiliser les OGM quand on veut défendre l'agriculture biologique et vice-versa. D'une part l'agriculture n'est simple pour personne, elle est particulièrement compliquée et risquée. Les « producteurs bio » sont convaincus du bien fondé de leur mode de travail et souvent très courageux. D'autre part, techniquement, il existe bien, au profit de l'agriculture et pour les décennies qui viennent, un avenir pour ces nouvelles démarches de génomique, mais il est essentiellement dépendant des nécessités et circonstances politiques et sociales. Quant aux méthodes alternatives proposées, elles sont souvent présentées comme des panacées sans fondement rationnel. Dans tous les cas, il faut raison garder et ne pas accepter les discours de ceux qui pourfendent les OGM et leur développement au nom d'une idéologie naturaliste ou de ceux qui invoquent le principe de précaution, à mauvais escient, pour masquer leur conservatisme ou leur ignorance. A l'inverse, ceux qui pensent que la science et la technologie apporteront une solution à tous nos problèmes se trompent également.

Si les biologistes moléculaires, par souci de compétition, ont fait l'apologie des OGM végétaux, parfois avec empressement et manque de discernement, certains, non des moindres, restent plus modestes et réalistes. Je vous livre ici le sentiment de Michel Caboche, lors de sa remise de la médaille d'or de notre Compagnie en octobre dernier. M Caboche pense qu'il sera difficile d'obtenir par les techniques de génomique de nouvelles plantes cultivées à usage alimentaire mais que de grandes possibilités s'ouvrent à nous pour ce qui concerne les nouveaux usages de produits végétaux. En ce qui concerne les plantes à usage alimentaire, plantes à graines comestibles en particulier, il faut prendre conscience que nos lointains ancêtres chasseurs-cueilleurs ont accumulé une connaissance approfondie des plantes comestibles. A peu près tout ce qui était comestible sur les différents continents a été identifié par l'homme et c'est, en définitive, la diversité biologique du règne végétal de chaque continent qui a fixé les limites de ce qui était domesticable. Si le Croissant fertile a été le lieu de domestication du blé et de l'orge, c'est que ces espèces étaient présentes, à l'état sauvage, avec leurs caractéristiques déjà favorables à leur domestication (graines assez grosses pour être récoltées avant leur chute, bonne valeur nutritionnelle, etc.). Il y a peu de chances aujourd'hui pour qu'une plante à graines de grande valeur nutritionnelle ait échappé à la sagacité de nos ancêtres. Ce que peut faire la génomique dans le domaine des plantes cultivées, c'est de parfaire le travail de domestication, en particulier par l'identification et l'utilisation de sources de biodiversité présente au sein de l'espèce elle-même ou chez des espèces sauvages apparentées (ex : *Lycopersicon pennellii* pour améliorer la tomate ; *Vitis reperia* pour améliorer la vigne, etc.).

La situation est très différente en ce qui concerne les usages non alimentaires des plantes, plantes à fibres exceptées (coton, lin, yucca étant cultivés par l'homme depuis longtemps). Nos ancêtres ayant observé la passiflore et l'aubépine comme sources de sédatifs, il leur était difficile de domestiquer ces espèces pour améliorer leur teneur en principes actifs qu'ils ne pouvaient pas identifier faute de techniques analytiques adéquates. Avec la progression des connaissances, de nouveaux besoins en produits végétaux apparaissent : production de molécules à usage médical (vinblastine, taxol, etc.), et de substances d'intérêt nutritionnel (acides gras $\omega 3$), ou technologique (terpènes, caroténoïdes, stérols, acides phénoliques, flavonoïdes, lignines, hétérosides, alcaloïdes, etc.). Pour nombre de ces besoins nouveaux il n'y a pas eu d'inventaire exhaustif des espèces sauvages productrices, inventaire que permettent maintenant les nouveaux outils de phénotypage, en particulier l'usage haut débit de la spectrométrie de masse. Même si on connaît déjà quelques espèces productrices de substances d'intérêt (ex : bourrache pour les $\omega 3$), il y a un long chemin à parcourir encore pour domestiquer ces plantes, chemin que la génomique permet de faciliter en

faisant usage de notre connaissance des processus de domestication (Séance commune de mars prochain à l'Académie des Sciences).

Enfin, avancée radicalement nouvelle, l'essor de la biologie synthétique va permettre de faire fabriquer à une plante déjà domestiquée, soja par exemple, des molécules nouvelles d'intérêt pour l'alimentation, la pharmacie ou la chimie verte. Cet essor repose, là encore, sur les outils de génomique qui permettent d'identifier les gènes impliqués dans la production des molécules recherchées. Il y a donc un large éventail d'objectifs agronomiques nouveaux qui aboutissent à un travail de domestication soutenu par les outils des biotechnologies. Dans cette perspective, une gamme toujours plus large de plantes pourra bénéficier de ces nouvelles approches, non sans contradiction avec la tendance actuelle de restreindre l'emploi des outils de la génomique à des espèces « majeures » dans une vision de rentabilité à court terme.

L'agriculture et la PAC

La France, qui a été la première puissance agricole européenne doit relever un triple défi : affronter des concurrents plus agressifs (Chine, Brésil et en Europe, Pas Bas et Allemagne par exemple), réconcilier les agriculteurs entre eux (solidarité syndicale) et avec les consommateurs, anticiper les conséquences de la mondialisation; le tout dans un contexte budgétaire très serré. La France est restée longtemps sur des positions intransigeantes à Bruxelles, défendant bec et ongles un volume de subventions. Aujourd'hui elle a surtout besoin d'un plan stratégique. Nous avons déjà beaucoup débattu de cette affaire au sein de l'Académie. Dans les années à venir, la réduction des réserves de pétrole et les problèmes d'environnement (réchauffement climatique, réduction des intrants) vont modifier profondément la manière d'agir, tout en devant assurer une nourriture suffisante et de qualité à la population mondiale en pleine mutation. L'environnement est au cœur de cette nouvelle politique. La France aurait tort de l'oublier, à condition de l'inscrire dans une politique dynamique et moins tatillonne sur le plan administratif. L'Allemagne a fait de l'environnement un levier de performance et non une simple contrainte administrative. La France ne manque pas d'atouts et partout des initiatives fleurissent. Des agriculteurs expérimentent, innovent en lien avec la recherche. Un nouveau monde est en gestation, reste à l'accompagner pour l'aider à se développer.

Enfin, l'adoption récente d'une position commune de la France et de l'Allemagne concernant la PAC est capitale, non seulement pour remobiliser une Europe affaiblie politiquement et économiquement mais aussi pour repositionner l'Europe comme un acteur agricole majeur sur la scène internationale. L'Europe ne peut se permettre ni de rater ces rendez-vous ni d'être un acteur de second plan, faute d'une absence de consensus sur un sujet aussi stratégique que l'agriculture. Tous les pays européens sont confrontés aux mêmes défis. Se rassembler, mieux prendre en compte l'environnement et les demandes des consommateurs, faire comprendre les enjeux de l'agriculture, est le rôle essentiel de notre Compagnie. Souhaitons la mise en place d'une nouvelle PAC permettant à l'ensemble des actifs agricoles d'obtenir un revenu décent dans tous les systèmes de production, rémunérant les services environnementaux fournis par l'agriculture et limitant ses impacts écologiques et leurs surcoûts, permettant enfin la transition vers une agriculture écologiquement productive en favorisant des projets concertés au niveau des territoires et des filières. Là encore, l'Allemagne a beaucoup à nous apporter. Récemment, en Allemagne, les grandes exploitations de « Länder » de l'Est ont tiré parti d'un marché ouvert sur l'Europe élargie et les aides découplées ont été régionalisées entre toutes les productions agricoles au lieu d'être concentrées sur les seules productions céréalières, sucrières et bovines. Il est urgent en France de répartir différemment les aides de la PAC.

Cet automne, le ministre français de l'agriculture, Bruno Le Maire, et son homologue allemande, Ilse Aigner, ont présenté à Berlin, une « position franco-allemande pour une Politique

agricole commune forte au-delà de 2013 ». Plus récemment, Dacian Ciolos, commissaire à l'Agriculture de la Commission européenne, a proposé une PAC plus verte avec une prime environnementale visant à compenser les éventuelles baisses de rendement, liée à l'adoption de méthodes durables. Elle prévoit aussi une distribution plus équilibrée des aides, notamment entre les agriculteurs des anciens et des nouveaux Etats membres. Devant les nouveaux défis auxquels est confrontée l'agriculture européenne : les nouvelles attentes de la part des citoyens européens (500 millions de consommateurs), le nouveau contexte mondial caractérisé par une demande alimentaire et non alimentaire grandissante, une volatilité accrue des prix et le changement climatique, la France et l'Allemagne démontrent que seule une PAC suffisamment forte permettra d'y faire face. Il faut faire diligence, la situation est critique et les prochains sommets du G20 devront non seulement traiter de cette question de fond, mais aussi déboucher sur des recommandations concrètes. Ce sujet fera prochainement l'objet de débat au sein de notre Compagnie.

Conclusion

Après avoir traité en novembre dernier du Système alimentaire mondial : « Quels enjeux pour le 21^{ème} siècle ? », au cours de cette nouvelle année, année du 250^{ème} anniversaire, nous aborderons de nouveaux thèmes: (1) « Sur les traces des domestications et des migrations en agriculture à l'heure de la génomique » ; (2) « Les hommes et l'eau : agriculture, environnement et espace méditerranéen », et (3) « Solidarités dans le domaine agricole et rural ». D'autres seront également traités en relation avec les préoccupations du moment. Ces manifestations publiques devront nous aider à être à l'écoute de la société présente et à imaginer, en liaison avec nos concitoyens, des solutions en dehors du convenu, pour une agriculture économiquement performante et acceptable aux plans social et environnemental, assurant une production agricole plus économe en ressources naturelles mobilisées, en cohérence avec les marchés alimentaires, tout en assurant aux agriculteurs un revenu décent. Toutes ces considérations ne doivent être envisagées que dans une optique de développement durable et de mondialisation des échanges, faute de quoi nos meilleures intentions dans le domaine de l'agriculture au sens large butteraient sur des réalités incontournables.

Nous avons une année chargée devant nous et beaucoup d'ambition, parfois au dessus de nos moyens, mais tous ensemble, sans *a priori* et sans exclusivité, essayons de réfléchir à ce que sera l'agriculture au sens très large du terme dans l'avenir. Travaillons dans la durabilité. Je compte sur votre pleine collaboration. Ces réflexions devront être formalisées rigoureusement et clairement, sortir de notre cénacle et, bien entendu, être valorisées par des avis, rapports, ouvrages et publications touchant un large public.